ENVIROTECH
ul. Jana Kochanowskiego 7, 60-845 Poznań,
Tel. 64 657 02 00, Fax: 61 657 02 01
Internet: www.envirotech.com.pl

Obiekt:

ELEKTROCIEPŁOWNIA SKIERNIEWICE
UL. PRZEMYSŁOWA 2, 96-100 SKIERNIEWICE

Temat opracowania:

UKŁAD WYSOKOSPRAWNEJ KOGENERACJI W OPARCIU O 5 SILNIKÓW GAZOWYCH PO 2MWe / 2MWt KAŻDY

Branża: **Technologia**

Stadium: **Projekt budowlany**

Projektant: mgr inż. Marcin Jachimowski	Data i podpis:
Opracowali: mgr inż. Piotr Pałaszyński mgr inż. Maciej Klarzak	Data i podpis:
Sprawdzający: mgr inż. Anna Misiak	Data i podpis:

Inwestor/Zlecający:

ENERGETYKA CIEPLNA SP. Z O.O.
UL. PRZEMYSŁOWA 2, 96-100 SKIERNIEWICE

Numer projektu: **RPP/116/17**	Nr egzemplarza:
Rewizja:	Numer umowy: 32/2017/DAK

SPIS TREŚCI:

1. WSTĘP 7
1.1. Podstawa opracowania 7
1.2. Przedmiot opracowania 8
1.3. Zakres opracowania 8
1.4. Stan projektowany 9
2. AGREGATY KOGENERACYJNE 9
3. PRZYŁĄCZE CIEPLNE 10
3.1. Kompensacja wydłużeń 12
3.2. Układanie rurociągów 14
3.3. Obliczenia hydrauliczne 14
3.4. Pompy obiegowe 16
3.5. Pomiar ciepła 18
3.6. Zabezpieczenia obiegu 19
4. ODZYSK WYSOKOTEMPERATUROWEGO CIEPŁA Z SILNIKÓW 21
4.1. Obliczenia hydrauliczne 22
4.2. Pompy 23
4.3. Wymienniki ciepła 25
4.4. Zabezpieczenia obiegu 25
5. ODZYSK NISKOTEMPERATUROWY CIEPŁA Z SILNIKÓW 27
5.1. Obliczenia hydrauliczne 28
5.2. Pompy 29
5.3. Chłodnice wentylatorowe 30
5.4. Zabezpieczenia obiegu 31
6. ODZYSK CIEPŁA ZE SPALIN I SILNIKÓW 32
6.1. Obliczenia hydrauliczne 33
6.2. Pompy 33
6.3. Wymienniki płytowe 35
6.4. Wymiennik spaliny-ciecz 36
6.5. Zabezpieczenia obiegu 37
7. AWARYJNY ZRZUT CIEPŁA 39
7.1. Obliczenia hydrauliczne 40
7.2. Pompy 41
7.3. Wymienniki płytowe 42

7.4. Chłodnice wentylatorowe 43
7.5. Zabezpieczenia obiegu 43
8. INSTALACJA GAZU 44
8.1. Parametry paliwa 45
8.2. Doprowadzenie paliwa do jednostek kogeneracyjnych 45
8.3. Pomiar ilości zużytego gazu 46
8.4. System detekcji gazu 46
8.5. Obliczenia 47
8.6. Wytyczne wykonania instalacji gazowej 48
9. INSTALACJA ODPROWADZANIA SPALIN 49
9.1. Tłumik hałasu 50
9.2. Diverter spalin 50
9.3. Komin 51
9.4. Obliczenia 51
10. IZOLACJA RUROCIĄGÓW 52
11. WENTYLACJA 52
11.1. Wentylacja pomieszczeń agregatów 53
11.2. Wentylacja komór transformatorów 54
11.3. Wentylacja i klimatyzacja rozdzielni 59
11.4. Wentylacja wymiennikowni 61
11.5. Wentylacja pozostałych pomieszczeń 62
12. KLIMATYZACJA 62
12.1. Dane wyjściowe 62
12.2. Rozwiązanie projektowe 62
12.3. Sposób wykonania 63
12.4. Próba szczelności 64
13. UZUPEŁNIANIE GLIKOLU I OLEJU SMARNEGO 65
14. SYGNALIZACJA POŻARU 65
15. OGRZEWANIE 67
16. ODPROWADZENIE GLIKOLU ZE ZRZUTÓW Z ZAWORÓW BEZPIECZEŃSTWA 68
17. KANALIZACJA SANITARNA 68
17.1. Instalacja kanalizacji sanitarnej 68
17.2. Wykonanie instalacji 70
17.3. Zestawienie elementów instalacji kanalizacji sanitarnej 71

17.4. Przyłącze kanalizacji sanitarnej 71
17.5. Zestawienie elementów przyłącza kanalizacji sanitarnej 72
17.6. Roboty ziemne 73
18. KANALIZACJA DESZCZOWA 74
18.1. Instalacja ścieków deszczowych 74
18.2. Roboty ziemne 75
18.3. Zestawienie elementów 76
19. ODWODNIENIE TERENÓW UTWARDZONYCH 76
19.1. Dane wyjściowe 76
19.2. Rozwiązanie projektowe odwodnień 77
19.3. Obliczenia 78
20. PROJEKTOWANA CHARAKERYSTYKA ENERGETYCZNA 79
21. ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ TECHNOLOGICZNYCH 83

ZESTAWIENIE RYSUNKÓW

T-01 – Schemat cieplny

T-02 – Schemat instalacji gazu

T-03 – Schemat systemu detekcji gazu

T-04 – Szafka gazowa

T-05 – Schemat wentylacji

T-06 – Aksonometria instalacji CO

T-07 – Lokalizacja studzienek względem budynku

T-08 – Profil kanalizacji deszczowej nr1

T-09 – Profil kanalizacji deszczowej nr2

T-10 – Profil kanalizacji deszczowej nr3

T-11 – Profil kanalizacji deszczowej nr4

T-12 – Schematy wykonania studzienek i wykopów

T-13 – Instalacja odwodnień terenów utwardzonych

T-14 – Przyłącze cieplne - lokalizacja, profil, wykopy

T-15 – Instalacja oleju smarnego

T-16 – Rzut parteru – technologia

T-17 – Rzut piętra – technologia

T-18 – Przekrój A-A – technologia

S-01 – Kanalizacja sanitarna hali

S-02 – Profil sieci kanalizacji sanitarnej

S-03 – Rozwinięcie instalacji odprowadzania glikolu zużytego nr1

S-04 – Rozwinięcie instalacji odprowadzania glikolu zużytego nr2

S-05 – Rozwinięcie instalacji odprowadzania glikolu zużytego nr3

1. WSTĘP

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi umowa nr 32/2017/DAK z 12.07.2017 r. pomiędzy:
- Energetyką cieplną Sp. z o.o. w Skierniewicach, ul. Przemysłowa 2, 96-100 Skierniewice
- Envirotech Sp. z o.o., ul. Jana Kochanowskiego 7, 60-845 Poznań
oraz:
- Warunki przyłączenia do sieci gazowej
- Możliwości lokalizacyjne
- Mapa do celów projektowych
- Decyzja środowiskowa
- Materiały dostarczone przez Zamawiającego
- Uzgodnienia z producentami i dostawcami agregatów kogeneracyjnych i pozostałych urządzeń
- Konsultacje międzybranżowe
- Wizja lokalna
- Przepisy branżowe oraz obowiązujące normy
spośród powyższych przede wszystkim:
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami (ostatnia zmiana Dz.U. 2013 nr 0 poz. 926 2014.01.01)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz. U. Nr 124, poz. 1030)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej
- PN-B-02151-02:1987 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach
- PN-EN 12831: 2006 Instalacje grzewcze w budynkach – metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego
- PN-B-02403:1982 Ogrzewnictwo. Temperatury obliczeniowe zewnętrzne

- PN-B-03420:1976 Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego

1.2. Przedmiot opracowania

Projektuje się układ 5 silników kogeneracyjnych zasilanych paliwem gazowym grupy E w celu produkcji energii elektrycznej i cieplnej o łącznej mocy elektrycznej ok. 10MW. Zostaną one umieszczone w projektowanym budynku przeznaczonym wyłącznie do tego celu. Ciepło odzyskane z agregatów wykorzystywane będzie na potrzeby miejskiej sieci ciepłowniczej.

1.3. Zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania obejmuje:
- Agregaty kogeneracyjne
- Bilans cieplny układów odzysku ciepła oraz współpraca z siecią ciepłowniczą
- Układ awaryjnego zrzutu ciepła
- Urządzenia do odbioru ciepła z agregatów oraz ich współpraca
- Instalacja do prowadzenia gazu
- Instalacja odprowadzenia spalin
- Instalacje wentylacyjna i klimatyzacyjna
- Instalacja kanalizacji deszczowej
- Instalacja uzupełniania oleju smarnego
- Instalacje uzupełniania glikolu
- Instalacje kanalizacji wodnej i glikolowej
- Sygnalizacja pożaru
- Ogrzewanie postojowe

Zadanie podzielone jest na 2 etapy. W pierwszym etapie planuje się montaż 3 agregatów i urządzeń z nimi związanych oraz 1 chłodnicy awaryjnej. W drugim etapie przewiduje się montaż dodatkowych 2 agregatów oraz dodatkowych 2 chłodnic awaryjnych.
Integracyjną całość z niniejszą dokumentacją stanowią pozostałe dokumentacje branżowe:
- Architektoniczna i konstrukcyjna
- Elektryczna i energetyczna

1.4. Stan projektowany

Układ kogeneracyjny będzie latem zapewniał pokrycie potrzeb energii na ciepłą wodę użytkową, co pozwoli całkowicie odstawić kotły węglowe. Podczas sezonu grzewczego będzie pokrywał podstawę obciążenia cieplnego kotłowni, co pozwoli obniżyć wymaganą moc kotłów węglowych.

Projektowany układ będzie podłączony do istniejącej instalacji w rurociąg powrotny z sieci przed istniejącymi pompami obiegowymi, które niezmiennie będą pełnić tę samą rolę. Projektuje się połączenie szeregowo równoległe. W okresie grzewczym będzie realizowane połączenie szeregowe, przez co ciepło z agregatów będzie podgrzewać wodę wracającą z sieci zanim dotrze ona do kotłów węglowych. W okresie letnim kotły węglowe będą pomijane, a pompy poprzeczne przejmą funkcję pomp obiegowych.

Odzysk z ciepła z kogeneracji odbywał się będzie poprzez chłodzenie bloku silnika, oleju, spalin oraz mieszanki paliwowo-powietrznej. Obiegi chłodzące będą hydraulicznie oddzielone od wody sieciowej.

Przewiduje się możliwość pracy 3 z 5 (w drugim etapie) oraz 1 z 3 (w pierwszym etapie) agregatów bez odbioru ciepła. Odbywać się to będzie poprzez pomijanie wymiennika spaliny-ciecz oraz dochładzanie wody wracającej z sieci przez chłodnice wentylatorowe.

Na potrzeby jednostek kogeneracyjnych i wszystkich urządzeń oraz instalacji z nimi związanych powstanie oddzielny budynek elektrociepłowni wraz z niezbędną infrastrukturą. Przewidziano jego lokalizację na placu zieleni po południowej stronie istniejącego budynku ciepłowni. Budynek będzie dwukondygnacyjny, jednostki kogeneracyjne będą postawione na parterze w oddzielnych pomieszczeniach, podobnie transformatory. Druga kondygnacja przeznaczona będzie na odzysk ciepła ze spalin, podłączenie do istniejącej instalacji oraz wentylację.

2. AGREGATY KOGENERACYJNE

Do projektu przyjęto 5 zespołów prądotwórczych (w pierwszym etapie 3 zespoły) o mocy elektrycznej 2000kW każdy. Wszystkie przyłącza po stronie hydraulicznej i spalinowej będą wyposażone w kompensatory drgań. Każdy agregat będzie zasilany gazem ziemnym.

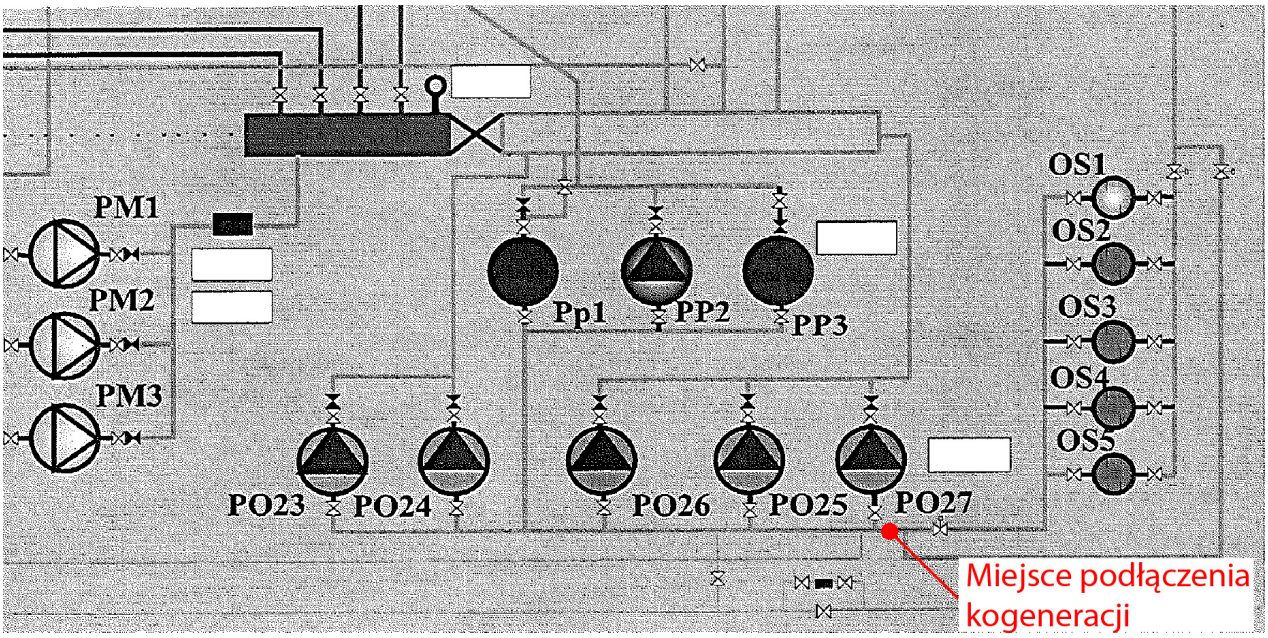
Poniżej zestawiono najważniejsze dane techniczne.

Prędkośc obrotowa	1500 rpm
Współczynnik kompresji	12.1:1
Paliwo	Gaz ziemny
NOx	250-500 mg/Nm^3
Pobór paliwa +-1,5%	489 Nm^3/h
Pobór powietrza do spalania (war. norm.)	8329 m^3/h
Temperatur spalin	391°C
Przepływ spalin	11133 kg/h
Temperatura w obiegu wysokotemperaturowym	99/92°C
Temperatura w obiegu niskotemperaturowym	53/48°C
Moc obiegu niskotemperaturowego	219 kW
Moc obiegu wysokotemperaturowego	1057 kW
Ciepło do odzyskania ze spalin	919 kW
Długość zespołu	7395 mm
Szerokość zespołu	2139 mm
Wysokość zespołu	2402 mm
Masa zespołu	18 t

3. PRZYŁĄCZE CIEPLNE

Zadaniem przyłącza jest przekazanie około 1976kW pochodzących z kogeneracji do istniejącej sieci przy odpowiednich temperaturach powrotu i zapewnienie dT=20°C.
Czynnikiem w tym obiegu będzie woda sieciowa, przewidywany przepływ maksymalny to 436,3m^3/h. Instalacja odzysku ciepła z agregatów zostanie wpięta w istniejący rurociąg powrotny z sieci. Po odcięciu części rurociągu istniejącego, planuje się tam montaż dwóch kolektorów szeregowo jeden za drugim z przyłączami od strony kogeneracji wspawanymi pod kątem 45° w celu obniżenia zaburzeń przepływu i zbyt wysokich spadków ciśnienia.

Poniżej zaznaczono miejsce podłączenia kolektorów.



W trybie letnim układ kogeneracyjny będzie stanowił podstawowe źródło ciepła na potrzeby podgrzewu ciepłej wody użytkowej. Kotły węglowe będą pomijane (zawory po stronie kotłów zamknięte). Funkcję pomp obiegowych pełnić będą istniejące pompy poprzeczne PP1-3. Minimalna temperatura powrotu dla kogeneracji by utrzymać dT=20°C wynosi 50°C.
W trybie zimowym realizowane będzie połączenie szeregowe w stosunku do kotłów węglowych, co oznacza, że układ projektowany będzie pełnił rolę wstępnego podgrzewu wody trafiającej do kotłów. Maksymalna temperatura powrotu zapewniająca utrzymanie maksymalnej mocy oddawanej i dT=20°C wynosi 75°C.
Jednostki kogeneracyjne mogą pracować z mocą od 50% do 100%. Przy spadku zapotrzebowania po stronie sieci, modulowana będzie moc tylko jednego agregatu, a pozostałe w dalszym ciągu pracować będą z maksymalną mocą. Przy dalszym spadku zapotrzebowania zostanie wyłączony modulowany agregat.
W celu zapewnienia pożądanej produkcji energii elektrycznej przewiduje się dochładzanie powrotu z sieci po stronie przyłącza kogeneracji. Pozwoli to na pracę silników z niezmienioną mocą pomimo spadku zapotrzebowania na ciepło ze strony sieci. Awaryjny zrzut ciepła zostanie opisany oddzielnie w innym dziale.
Za podział hydrauliczny obiegów odzysku ciepła z silników (obieg HK) od strony przyłącza do sieci (obieg KK) odpowiadały będą separacyjne wymienniki ciepła 1-5KWTHK1. Kolektory zbiorcze – zasilający i powrotny – łączą czynnik ze wszystkich wymienników separacyjnych i podają na przyłącze cieplne kogeneracji. Odejście na każdy z wymienników separa-

cyjnych będzie automatycznie otwierane przez przepustnice 1-5ZOKK1-2 tylko podczas pracy danego agregatu, aby nie dopuścić do niepotrzebnego wytracania ciepła na rurociągach i wymiennikach, które mogłoby wpłynąć na efektywność energetyczną całego systemu. Obieg wody w przyłączu zapewnia pompy obiegowe kogeneracji 6POKK1-6. Na każdym z podejść do wymienników separacyjnych przewidziano zawory równoważące 1-5ZRKK1 mające na celu zbilansowanie różnic pomiędzy podejściami do poszczególnych wymienników separacyjnych oraz pracę pomp obiegowych 6POKK1-6 w przewidzianym punkcie pracy. Dobrano zawory równoważące TA Staf DN125.
Wszystkie urządzenia obiegu KK zostały dobrane przynajmniej na klasę ciśnienia PN25.
Przyłącze zostanie wykonane dla 5 agregatów i ich obiegów odzysku ciepła już w pierwszym etapie. 2 podejścia do wymienników separacyjnych (4-5KWTHK1) z kolektorów kogeneracji powinny być zaślepione dopóki nie dojdzie do realizacji etapu drugiego. Pompy obiegowe 6POKK5-6 zamontować dopiero w drugim etapie.
Pomieszczenie rozdzielni usytuowane jest na wysokości +4,30 m n.p.t. Sieć cieplna na wyjściu z budynku kogeneracji, oparta będzie na podporze stalowej. Następnie, prowadzona zostanie w ziemi aż do istniejącego budynku ciepłowni – przez istniejący kanał technologiczny do rurociągów powrotnych z sieci w pomieszczeniu pompowni.
Rurociągi na estakadzie należy wykonać z rur stalowych ze szwem P235GH zaizolowanych matami z wełny stalowej grubości 8,5mm oraz osłonić płaszczem z blachy aluminiowej gr. 0,8mm.
Rurociągi prowadzone w ziemi wykonać z rur preizolowanych pojedynczych z rury przewodowej ze stali bez szwu P235GH spełniającej normy PN-EN253:2005 oraz PN-EN 253:2005/A1:2006. Wymiar 323,9x7,1 mm. Rura osłonowa wykonana z polietylenu o wysokiej gęstości, spełniająca wymagania normy PN-EN 253:2005 oraz PN-EN 253:2005/A1:2006. Izolacja ze sztywnej pianki poliuretanowej (PUR) spełniająca wymagania normy PN-EN 253:2005 oraz PN-EN oraz 253:2005/A1:2006. Rzeczywista średnica zewnętrza rurociągów – 459,0 mm. Grubość izolacji 62,35 mm.
Przebieg trasy rurociągów pokazano w części rysunkowej projektu. Sieć ciepłowniczą należy prowadzić ze spadkiem nie mniejszym niż 0,03% w kierunku odbiornika, w celu umożliwienia odwodnienia.

3.1. Kompensacja wydłużeń

Ze względu na przepływ wody ciepłowniczej o temperaturach 90/70°C, zaprojektowano układ samokompensacji rurociągów. W układzie, ze względu na stosunkowo krótkie odcinki

montażowe, wykorzystano jedynie kolana typu „L". Rurociągi preizolowane ułożone w gruncie, w miejscu występowania wydłużeń termicznych, tj. na załamaniach trasy, należy zabezpieczyć poprzez zastosowanie mat kompensacyjnych.

Dane wyjściowe do obliczeń kompensacji:

Wyszczególnienie	symbol	wartość	jednostka
Moduł Younga (dla stali niskowęglowych)	E	205000	MPa
linowy współczynnik rozszerzalności cieplnej	α	1,22E-05	1/K
granica plastyczności stali w temperaturze roboczej	RePN	235	MPa
dopuszczalne naprężenia osiowe dla stali w warunkach roboczych	σdop	150,00	MPa
temp. transportowanego czynnika w war. roboczych	tn	90	°C
temperatura otoczenia (w warunkach montażu)	tot	10	°C
gęstość zasypki (dla ruroc. ułożonych w gruncie)	ρzasypki	1900	kg/m3
Współczynnik parcia spoczynkowego.	Ko	0,5	-
Współczynnik tarcia między rurą płaszczową a piaskiem	μ	0,4	-

Wyniki obliczeń:

	średnica nominalna	średnica zewn. rury przewodowej	grubość ścianki rury	średnica wewnętrzna rury	pole przekroju rury	średnica płaszcza osłonowego	Długość rurociągu	Zagłębienie rurociągu	Siła tarcia grunt/rura	Maksymalna długość montażowa	Wudłużenie	Długość ramienia
odcinek	DN	dz	s	dw	A	Da	L	Z	F_{FRK}	L_{max}	Δl_{1-2}	$L_{A,1-2}$
[-]	-	mm	mm	mm	mm2	mm	m	m ppt	N/m	m	mm	m
1-2	300	323,90	7,10	309,70	7066,32	459,00	2,30	2,50	14224,75	74,5	2,22	**1,2**
2-3	300	323,90	7,10	309,70	7066,32	459,00	9,65	2,50	14224,75	74,5	8,96	**2,4**
3-4	300	323,90	7,10	309,70	7066,32	459,00	7,00	2,50	14224,75	74,5	6,59	**2,1**

3.2. Układanie rurociągów

Rurociągi przeizolowane układać w wykopie zgodnie z rysunkiem. Obsypkę piaskową rur zagęszczać ręcznie. Jako obsypkę należy stosować piasek o maks. granulacji 8 mm o ziarnach otoczakowych, bez ostrych kształtów. Piasek nie może zawierać kamieni i domieszki glin.

Rurociągi pod drogą przeprowadzić metodą przecisku w osłonie rur ochronnych stalowych. Po przeprowadzeniu rur preizolowanych nie demontować rur osłonowych.

Rury osłonowe o średnicy Ø600 – 610 x 11,0 mm i długości 13 m.

W celu zapewnienia rurociągom preizolowanym stałej odległości między płaszczami osłonowymi a rurami ochronnymi, należy układać je na podkładach dystansujących. Podkłady dystansujące stanowić będą płozy w ilości 12 szt. o wysokości 60 mm, wykonane z PE HD, zapewniające luz o wymiarze 9,0 mm oraz nośność na jeden pas płozy wynoszący 1,5 tony.

Rury ochronne w celu zabezpieczenia ich przed przedostawaniem się zanieczyszczeń do przestrzeni pomiędzy rurami uszczelnić manszetami.

3.3. Obliczenia hydrauliczne

Obieg KK dzieli się hydraulicznie na:

- Podejścia do wymienników separacyjnych 1-5KWTHK1
- Przyłącze zbiorcze
- Rurociągi poszczególnych pomp obiegowych 6POKK1-6
- Podejście do kolektorów chłodzenia awaryjnego
- Podejścia do wymienników obiegu awaryjnego zrzutu ciepła 6KWTEK1-3

Dla podejścia do wymienników separacyjnych oraz poszczególnych pomp obiegowych dobrano rurociągi DN125.

Q	1976000	W
T_1	90	°C
T_2	70	°C
c_p	4194	J/kgK
ro	971,8	kg/m3
dT	20	K
m	23,55746	kg/s
V	87,26782	m3/h
d_w	0,1317	m
w	1,779468	m/s
DN	125	-

Dla przyłącza zbiorczego dobrano rurociągi DN300.

Q	9880000	W
T_1	90	°C
T_2	70	°C
c_p	4194	J/kgK
ro	971,8	kg/m3
dT	20	K
m	117,7873	kg/s
V	436,3391	m3/h
d_w	0,3127	m
w	1,578251	m/s
DN	300	-

Dla podejść do kolektorów chłodzenia awaryjnego dobrano rurociągi DN150.

Q	3171000	W
T_1	90	°C
T_2	70	°C
c_p	4194	J/kgK
ro	971,8	kg/m3
dT	20	K
m	37,80401	kg/s
V	140,0437	m3/h
d_w	0,1593	m
w	1,951819	m/s
DN	150	-

Dla podejść do wymienników awaryjnego zrzutu ciepła dobrano rurociągi DN100.

Q	1057000	W
T_1	90	°C
T_2	70	°C
c_p	4194	J/kgK
ro	971,8	kg/m3
dT	20	K
m	12,60134	kg/s
V	46,68122	m3/h
d_w	0,1079	m
w	1,4181	m/s
DN	100	-

3.4. Pompy obiegowe

Obieg czynnika w przyłączu kogeneracji będą zapewniać pompy 6POKK1-6. Każda z nich będzie się załączać z kolejnym załączanym agregatem. W zespole pomp przewidziano jedną rezerwową. Pompy będą zasilane przez przetwornik częstotliwości. Regulacja będzie się

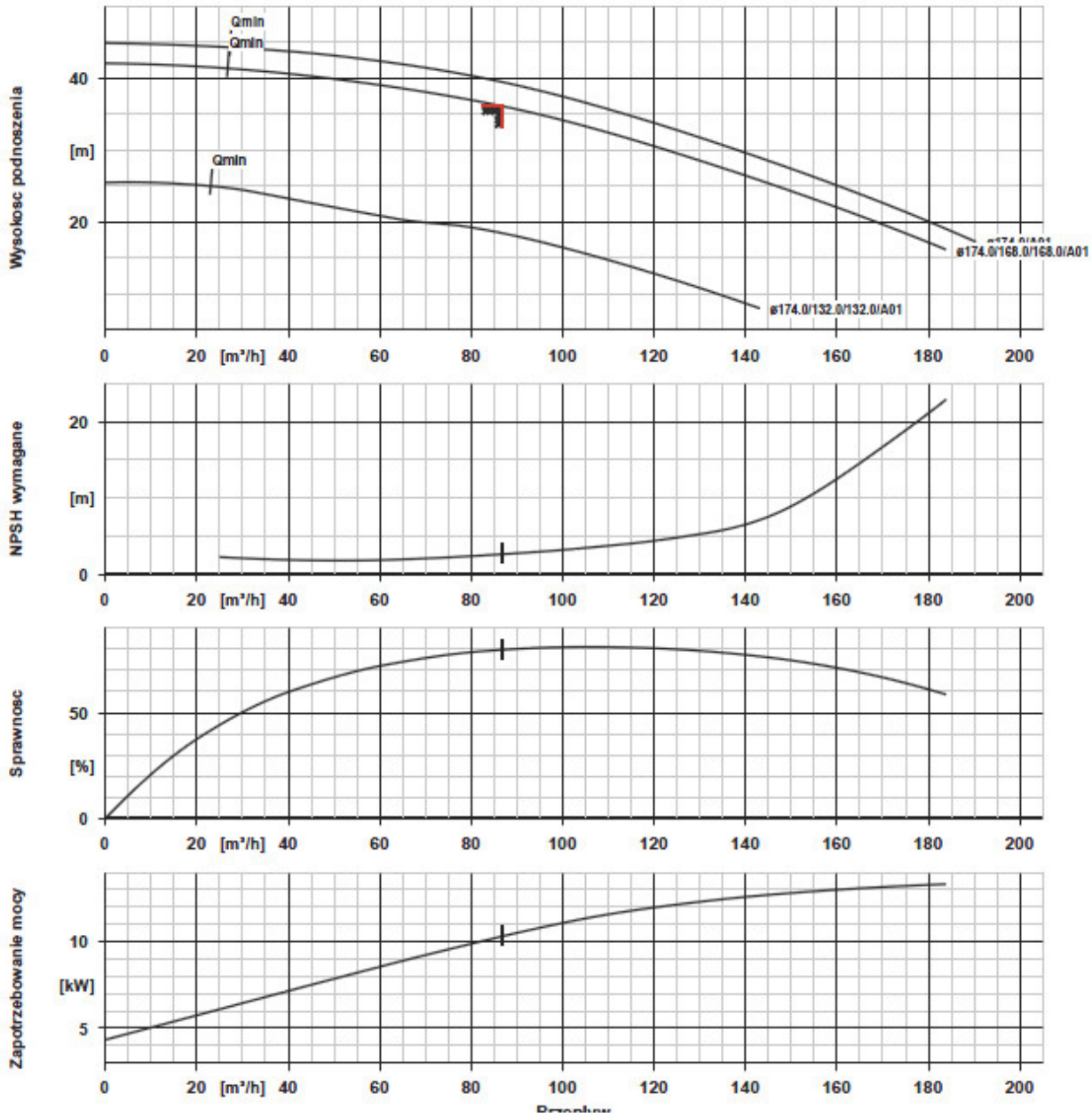
odbywać na podstawie odczytu z pomiaru różnicy ciśnień 6DPKK1. Wszystkie pracujące pompy będą regulowane w ten sam sposób razem.

Pompy znajdą się w pomieszczeniu „przyłącze cieplne" projektowanego budynku.

Dobrano pompy o wydajności 87m^3/h i wysokości podnoszenia 35mH_2O. Poniżej obliczenia strat w obiegu i wyznaczenie punktu pracy pomp.

Zawór zwrotny	8,4	kPa
Przepustnice	40,32	kPa
Przepustnice z siłownikiem	12,32	kPa
Zawór równoważący	63	kPa
Wymiennik KWT2	0	kPa
Przepływomierz LC1	7	kPa
Przepływomierz LC2	7	kPa
Kolana	37,17587	kPa
Trójniki	56,41191	kPa
Redukcje	5,031591	kPa
Rurociągi	80,976	kPa
SUMA	317,6354	kPa
SUMA +10%	**34,94**	**mH_2O**
Przepływ	**87,26782**	**m^3/h**

Poniżej przedstawione zostały charakterystyki dobranego modelu pompy.



3.5. Pomiar ciepła

Pomiar ciepła będzie się odbywał tylko w obiegu KK, w poniższych miejscach:

- Pomiar eksploatacyjny 1-5LCKK1 dla każdego agregatu na podłączeniu każdego wymiennika separacyjnego 1-5KWTHK1 w celu zapewnienia informacji Użytkownikowi o wyprodukowanej energii cieplnej przez każdy agregat.

- Pomiar rozliczeniowy 6LCKK2 na przyłączu cieplnym – w celach rozliczeniowych kogeneracji.

- 6LCKK3 - pomiar ciepła wytraconego w chłodnicach awaryjnych – w celu zapewnienia Użytkownikowi informacji o ilości energii cieplnej traconej podczas pracy z priorytetem produkcji energii elektrycznej.

Pomiar eksploatacyjny zlokalizowany będzie przy wymiennikach separacyjnych po stronie sieciowej. Będzie on realizowany przez licznik ciepła w skład którego wchodzą:
- przepływomierz ultradźwiękowy – np. Ultraflow 54, DN 100, PN 25
- przelicznik ciepła – np. Multical 601
- czujniki temperatury Pt500 wraz z tulejami i kablem

Pomiar rozliczeniowy zlokalizowany będzie przy jednym z kolektorów sieciowych (połączenie kogeneracji z siecią). Będzie on realizowany przez licznik ciepła, w skład którego wchodzą:
- przepływomierz ultradźwiękowy – np. Ultraflow 54, DN 150, PN 25
- przelicznik ciepła – np. Multical 601
- czujniki temperatury Pt500 wraz z tulejami i kablem

Pomiar traconego ciepła będzie zlokalizowany przy kolektorach awaryjnego zrzutu ciepła. Będzie on realizowany przez licznik ciepła, w skład którego wchodzą:
- przepływomierz ultradźwiękowy – np. Ultraflow 54, DN 100, PN 25
- przelicznik ciepła – np. Multical 601
- czujniki temperatury Pt500 wraz z tulejami i kablem

Przed przepływomierzami zachować należy prosty odcinek rozbiegowy o długości min. 10 x DN (w przypadku przepływomierza montowanego za całkowicie otwartym zaworem odcinającym, lub kolanem). Za przepływomierzem zachować odcinek prosty o długości min. 3 x DN. Ciepłomierz powinien posiadać certyfikat MID.
Pomiar rozliczeniowy znajdzie się w pomieszczeniu przyłącza cieplnego. Pomiary eksploatacyjne również, natomiast pomiar zrzuconego awaryjne ciepła w pobliżu urządzeń i kolektorów obiegu EK w pomieszczeniu wymiennikowni.

3.6. Zabezpieczenia obiegu

W obiegu KK przewiduje się montaż zaworów bezpieczeństwa:
- Przy wymiennikach ciepła 1-5KWTHK1

- Przy wymiennikach ciepła 6KWTEK1-3

Dla każdego separacyjnego wymiennika ciepła od strony sieciowej dobrano osobny zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim, wielkość DN 32x50 siedlisko 25 mm, klasa ciśnienia PN40, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 2,5 MPa, zakres sprężyny 2,3-3,2 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

m = 3600 *1976/1813 = 3924 kg/h

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0{,}1)$$

$$A_p = 3924 / 10 * 1 * 0{,}53 * 0{,}702 * (2{,}75 + 0{,}1) = 370{,}0 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2 * (A/\pi)^{0,5} = 21{,}71 \text{ mm}$$

Dla każdego wymiennika ciepła 6KWTEK1-3 od strony sieciowej dobrano osobny zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim, wielkość DN 20x32 siedlisko 16 mm, klasa ciśnienia PN40, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 2,5 MPa, zakres sprężyny 2,3-3,2 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

m = 3600 * 1057/1813 = 2099 kg/h

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0{,}1)$$

$$A_p = 2099 / 10 * 1 * 0{,}53 * 0{,}702 * (2{,}75 + 0{,}1) = 197{,}9 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2 * (A/\pi)^{0{,}5} = 15{,}88 \text{ mm}$$

W najniższych punktach instalacji zamontować króćce z zaworami spustowymi. W najwyższych punktach instalacji zamontować odpowietrzniki automatyczne na trójnikach. Podejście do każdego wymiennika separacyjnego od strony sieciowej będzie wyposażone w kontrolę przepływu, która będzie z jednym z warunków uruchomienia odpowiadającej mu jednostki kogeneracyjnej.

4. ODZYSK WYSOKOTEMPERATUROWEGO CIEPŁA Z SILNIKÓW

Odzysk wysokotemperaturowego ciepła z silnika to ok. 1057kW przy maksymalnej mocy agregatu. Obieg będzie pracował z parametrami: ciśnienie robocze 2 bar, przepływ 148,3m^3/h. Zadaniem tej części instalacji jest dostarczenie do silnika schłodzonej mieszanki wodno glikolowej o temperaturze maksimum 92°C. Czynnik zostanie wtedy podgrzany do 99°C. Ciepło jest następnie przekazywane przez wymiennik 1-5KWTMK1 do obiegu zbiorczego HK.

Obieg wody w przyłączu zapewnią pompy 1-5POMK1-2. Przewidziano zawory równoważące 1-5ZRMK1 mające na celu zapewnienie pracy pomp w przewidzianym punkcie pracy. Dobrano zawór równoważący TA Staf DN150. Zawór trójdrogowy mieszający 1-5ZTMK1 będzie pozwalał na pominięcie wymiennika 1-5KWTMK1 tak długo jak temperatura wlotowa do silnika ze strony układu MK nie osiągnie odpowiedniego poziomu.

Całość instalacji obiegów MK będzie się mieścić w pomieszczeniach agregatów. Rurociągi wykonać ze stali P235GH.

Wszystkie urządzenia obiegu MK zostały dobrane przynajmniej na klasę ciśnienia PN8.

W pierwszym etapie zostaną wykonane instalacje obiegu MK tylko dla silników 1-3.

4.1. Obliczenia hydrauliczne

Dla obiegów MK dobrano rurociągi o średnicy DN150. Poniżej wyniki obliczeń hydraulicznych.

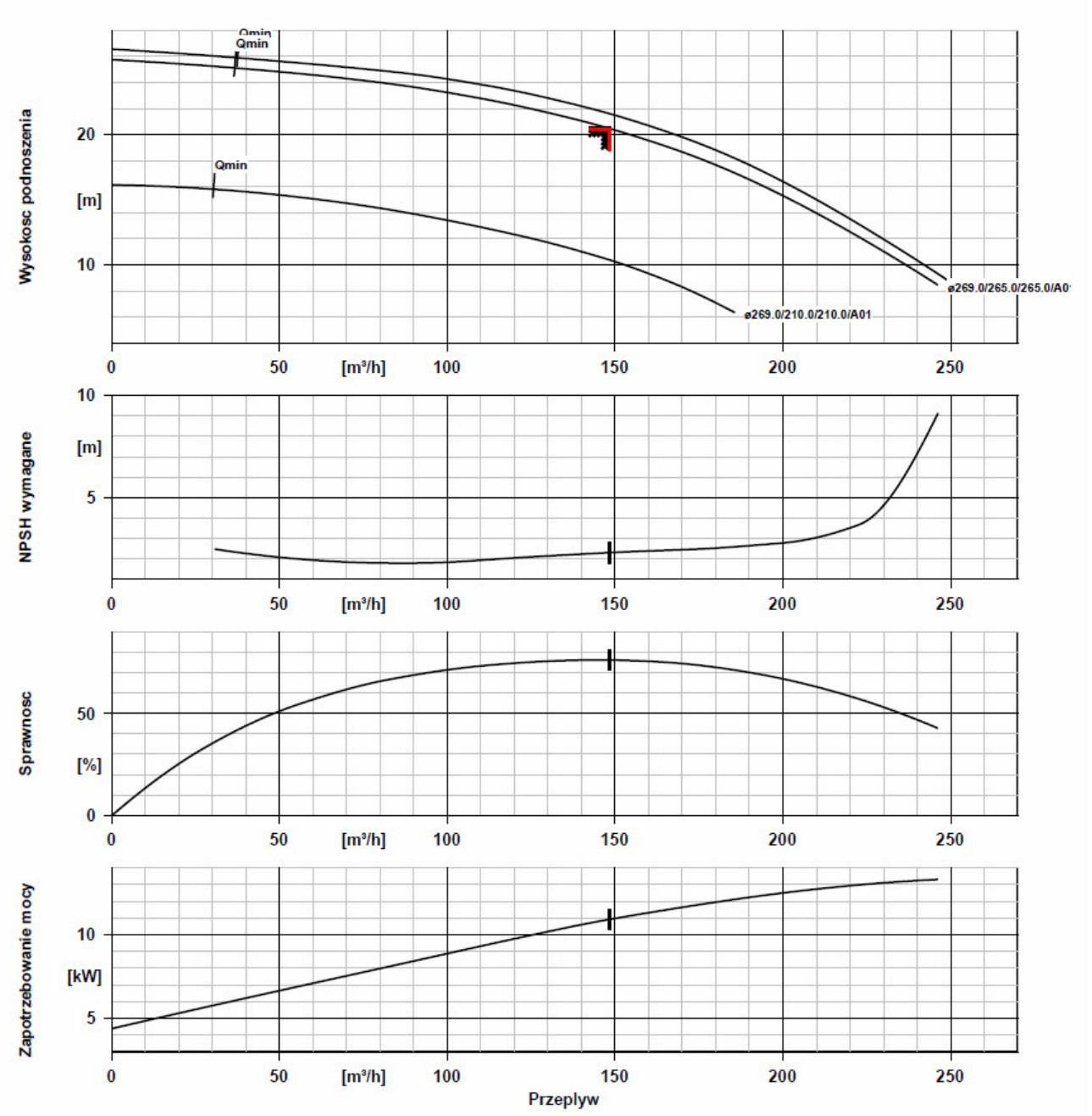
Q	1057000	W
T_1	99	°C
T_2	92	°C
c_p	3580	J/kgK
ro	1024	kg/m3
dT	7	K
m	42,17877095	kg/s
V	148,2847416	m3/h
d_w	0,1593	m
w	2,066676642	m/s
DN	150	-

4.2. Pompy

Przepływ czynnika w obiegu MK będzie się odbywał przy pomocy pomp 1-5POMK1-2. W każdym obiegu MK przewidziana jest 1 pompa pracująca i jedna rezerwowa. Pompa pracująca będzie załączona zawsze, gdy pracuje silnik. Praca ze stałymi obrotami.
Pompy zostaną zamontowane w pomieszczeniach agregatu.
Dobrano pompy o wydajności 148m^3/h i wysokości podnoszenia 20mH_2O. Poniżej obliczenia strat w obiegu i wyznaczenie punktu pracy pompy.

Silnik	50	kPa
Przepustnice	3,5	kPa
Zawór zwrotny	16	kPa
Zawór równoważący	58	kPa
Wymiennik	19,3	kPa
Filtr	10	kPa
Kolana	10,93415	kPa
Trójniki	7,653904999	kPa
Rurociągi	10,4	kPa
SUMA	185,788055	kPa
SUMA +10%	**20,43668605**	**mH_2O**
Przepływ	**148,2847416**	**m^3/h**

Poniżej przedstawione zostały charakterystyki dobranego modelu pompy.



4.3. Wymienniki ciepła

Dobrano wymiennik płytowy skręcany ciepła. Jego zadaniem będzie przekazanie ciepła z obiegu wysokotemperaturowego MK w ilości 1057kW do obiegu zbiorczego HK. Wymienniki zostaną postawione w pomieszczeniach agregatu. Poniżej najważniejsze parametry dotyczące dobranego wymiennika.

Moc	1057kW
Przewymiarowanie	15%
Strona gorąca	Glikol/woda, 99/92°C
Strona zimna	Glikol woda, 80/90°C
Maksymalne ciśnienie	16bar
Maksymalna temperatura	110°C
Masa netto	2650kg
Pojemność	536dm^3

4.4. Zabezpieczenia obiegu

Dla każdego wymiennika ciepła 6KWTMK1 od strony agregatu dobrano osobny zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim, wielkość DN 40x65 siedlisko 32 mm, klasa ciśnienia PN16, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 0,25 MPa, zakres sprężyny 0,25-0,36 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

m = 3600 *1057/2170 = 1754 kg/h

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika :

Strumień wody z pękniętego wymiennika

$$m_w = 5{,}03 * \alpha_1 * A * ((p_1 - p_2) * \delta)^{0,5}$$

$$m_w = 5{,}03 * 1 * 100 * ((0{,}6 - 0{,}25) * 1024)^{0,5} = 9523 \text{ kg/h}$$

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa wynosi : $m = m_p + m_z = 1754 + 9523 = 11280$ kg/h

Wymagana powierzchnia kanału dopływowego i średnica gniazda zaworu:

Udział pary w mieszance :

$X_2 = (i_1 - i_2)/ r$

i_1 – entalpia przed zaworem bezpieczeństwa [kJ/kg], $i_1 = 2727$ kJ/kg

i_2 – entalpia wody na wyjściu z zaworu bezpieczeństwa [kJ/kg] $i_2 = 2670$ kJ/kg

$$X_2 = (2802 - 2670)/ 2170 = 0{,}02627$$

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m * X_2 / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0{,}1)$$

$$A_p = 11280 * 0{,}02627 / 10 * 1 * 0{,}53 * 0{,}702 * (0{,}275 + 0{,}1) = 212{,}3 \text{ mm}^2$$

Powierzchnia wypływu dla wody

$$A_w = (1 - X_2) * m / 5{,}03 * \alpha * ((p_1 - p_2) * \delta)^{0,5}$$

$$A_w = (1 - 0{,}02627) * 11280 / 5{,}03 * 0{,}28 * ((0{,}275 - 0) * 1024)^{0,5} = 464{,}6 \text{ mm}^2$$

$$A = A_p + A_w = 212{,}3 + 464{,}6 = 676{,}9 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2 * (A/\pi)^{0,5} = 29{,}36 \text{ mm}$$

W najniższych punktach instalacji zamontować króćce z zaworami spustowymi. W najwyższych punktach instalacji zamontować odpowietrzniki automatyczne na trójnikach. Obieg MK będzie wyposażony w kontrolę przepływu i kontrolę poziomu, które będą jednymi z warunków uruchomienia odpowiadającej danemu obiegowi jednostki kogeneracyjnej.

Dla ciśnienia roboczego 2bar, średniej temperatury 95°C oraz pojemności wodnej instalacji 400dm^3, dobrano naczynie wzbiorcze np. Reflex N200 i naczynie schładzające np. Reflex V20 o pojemności nominalnej 60dm^3.

5. ODZYSK NISKOTEMPERATUROWY CIEPŁA Z SILNIKÓW

Odzysk wysokotemperaturowego ciepła z silnika to ok. 219kW przy maksymalnej mocy agregatu. Obieg będzie pracował z parametrami: ciśnienie robocze 2 bar, przepływ 43,6m^3/h. Zadaniem tej części instalacji jest dostarczenie do silnika schłodzonej mieszanki wodno glikolowej o temperaturze maksimum 48°C. Czynnik zostanie wtedy podgrzany do 53°C. Ponieważ te parametry nie pozwalają na wykorzystanie na potrzeby sieci cieplnej, ciepło to jest przekazywane do chłodnic wentylatorowych roboczych 1-5CWTGK1, gdzie czynnik będzie chłodzony powietrzem.
Obieg wody w przyłączu zapewnią pompy 1-5POGK1-2. Przewidziano zawory równoważące 1-5ZRGK1 mające na celu zapewnienie pracy pomp w przewidzianym punkcie pracy. Dobrano zawór równoważący TA Staf DN100. Zawór trójdrogowy mieszający 1-5ZTGK1 będzie pozwalał na pominięcie chłodnicy roboczej 1-5CWTGK1 tak długo jak temperatura wlotowa do silnika ze strony układu GK nie osiągnie odpowiedniego poziomu (chłodnice przy niepracujących wentylatorach również oddają ciepło).
Instalacja obiegów GK będzie przebiegać: od pomieszczeń silników, poprzez wymiennikownię aż na dach budynku gdzie znajdą się chłodnice robocze. Rurociągi wykonać ze stali P235GH.
Wszystkie urządzenia obiegu GK zostały dobrane przynajmniej na klasę ciśnienia PN8.
W pierwszym etapie zostaną wykonane instalacje obiegu GK tylko dla silników 1-3.

5.1. Obliczenia hydrauliczne

Dla obiegów GK dobrano rurociągi o średnicy DN100. Poniżej wyniki obliczeń hydraulicznych.

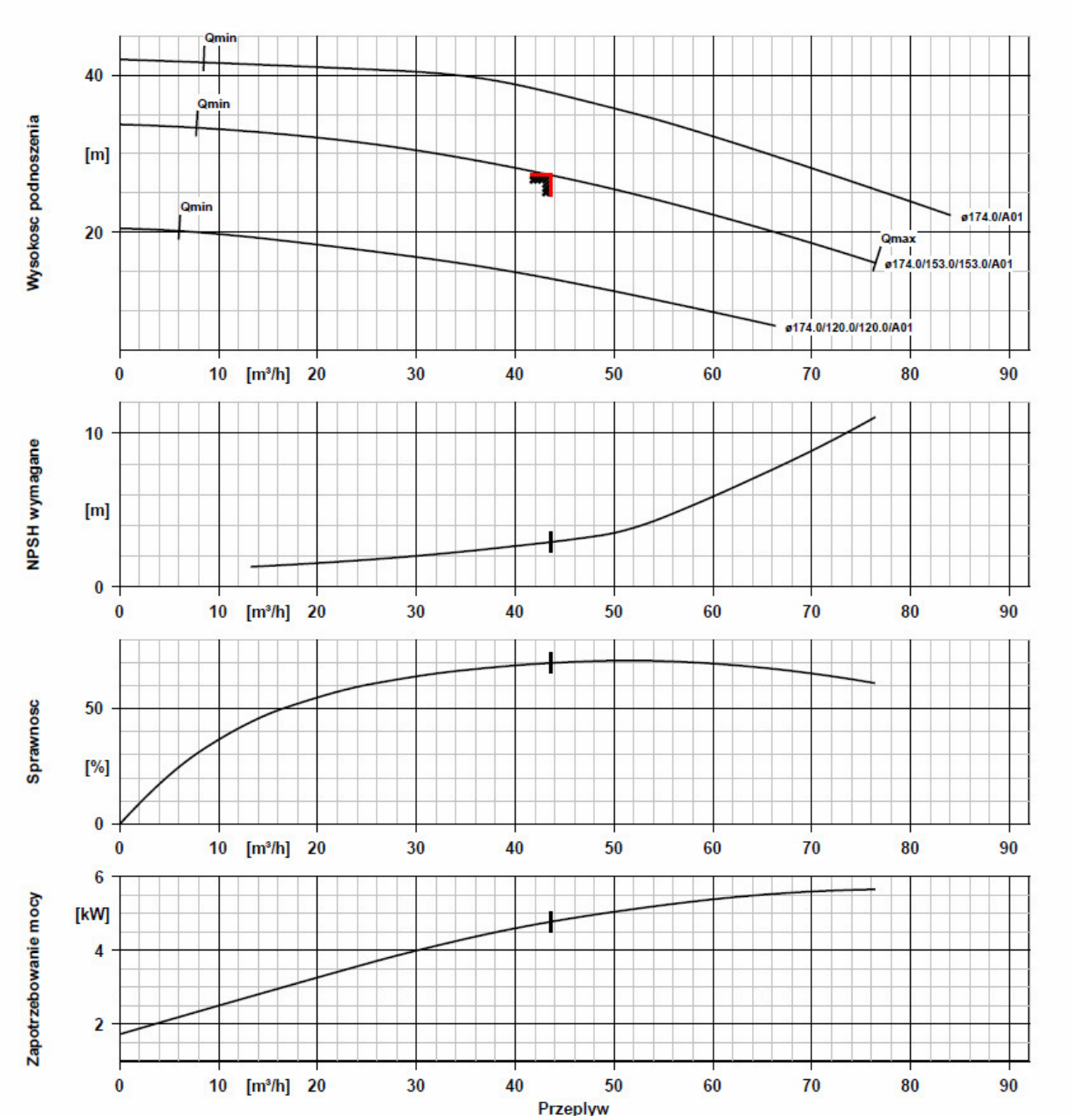
Q	219000	W
T_1	53	°C
T_2	48	°C
c_p	3420	J/kgK
ro	1058	kg/m3
dT	5	K
m	12,80702	kg/s
V	43,57775	m3/h
d_w	0,1079	m
w	1,323822	m/s
DN	100	-

5.2. Pompy

Przepływ czynnika w obiegu GK będzie się odbywał przy pomocy pomp 1-5POGK1-2. W każdym obiegu GK przewidziana jest 1 pompa pracująca i jedna rezerwowa. Pompa pracująca będzie załączona zawsze, gdy pracuje silnik. Praca ze stałymi obrotami.
Pompy zostaną zamontowane w pomieszczeniach agregatu.
Dobrano pompy o wydajności 44m^3/h i wysokości podnoszenia 27mH_2O. Poniżej obliczenia strat w obiegu i wyznaczenie punktu pracy pompy.

Silnik	50	kPa
Przepustnice	2,7	kPa
Zawór zwrotny	5	kPa
Zawór równoważący	50	kPa
Chłodnica robocza	50	kPa
Filtr	7	kPa
Zawór trójdrogowy	30	kPa
Kolana	12,05197	kPa
Trójniki	4,171837	kPa
Redukcje	0,927075	kPa
Rurociągi	36	kPa
SUMA	247,8509	kPa
SUMA +10%	**27,2636**	**mH2O**
Przepływ	**43,57775**	**m3/h**

Poniżej przedstawione zostały charakterystyki dobranego modelu pompy.



5.3. Chłodnice wentylatorowe

Do wytracenia ciepła niskotemperaturowego silniku w celu zagwarantowania jego nieprzerwanej pracy przewidziano chłodnice wentylatorowe robocze 1-5CWTGK1. Prędkość wentylatorów chłodnic będzie regulowana. Regulacja będzie się odbywała na podstawie odczytu temperatury wyjściowej mieszanki glikolowo wodnej z chłodnicy. Chłodnice będą ustawione w zespole. Będą one za pomocą konstrukcji stalowej wyniesione ponad poziom terenu (posadowione będę obok wschodniej ściany projektowanego budynku) na wysokość 5m w celu

zapewnienia odpowiedniej cyrkulacji powietrza. Poniżej najważniejsze parametry dotyczące dobranych chłodnic.

Moc	219kW
Przewymiarowanie	15%
Strona gorąca	Glikol/woda, 53/48°C
Strona zimna	Powietrze, 35/49°C
Maksymalne ciśnienie	16bar
Masa netto	1230kg
Pojemność	153dm^3

5.4. Zabezpieczenia obiegu

Dla każdego obiegu GK dobrano zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim, wielkość DN 25x40 siedlisko 20 mm, klasa ciśnienia PN16, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 0,25 MPa, zakres sprężyny 0,25-0,36 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

$$m = 3600 * 219/2170 = 363,3 \text{ kg/h}$$

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1+0,1)$$

$$A_p = 363,3 / 10 * 1 * 0,53 * 0,702 * (0,275+0,1) = 260,4 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2*(A/\pi)^{0,5} = 18,21 \text{ mm}$$

W najniższych punktach instalacji zamontować króćce z zaworami spustowymi. W najwyższych punktach instalacji zamontować odpowietrzniki automatyczne na trójnikach. Obieg

GK będzie wyposażony w kontrolę przepływu i kontrolę poziomu, które będą jednymi z warunków uruchomienia odpowiadającej danemu obiegowi jednostki kogeneracyjnej.
Dla ciśnienia roboczego 2bar, średniej temperatury 50°C oraz pojemności wodnej instalacji 900dm^3, dobrano naczynie wzbiorcze np. Reflex NG140.

6. ODZYSK CIEPŁA ZE SPALIN I SILNIKÓW

Zadaniem każdego obiegu HK będzie:
- Odebranie ciepła ze spalin pochodzących z agregatu
- Zebranie ciepła z obiegu MK i spalin i przekazanie go do wymiennika separacyjnego

Przy maksymalnej mocy agregatu, wymiennik 1-5KWTMK1 będzie podawał do obiegu HK 1057kW, następnie w płaszczu wymiennika spalin 1-5AWTHK1 mieszanka glikolowo wodna zostanie podgrzana z 90°C do 99°C pobierając ze spalin 919kW i przekazując w wymienniku separacyjnym 1-5KWTHK1 1976kW do sieci poprzez wychłodzenie czynnika do 80°C. Podano parametry dla temperatur po stronie sieciowej 90/70°C. Przy innych temperaturach powrotu z sieci, przepływy w glikolowych obiegach odzysku ciepła pozostaną niezmienione, natomiast temperatury się zmienią. Przepływ czynnika w obiegu HK będzie na poziomie 102m^3/h.
Obieg wody w obiegu HK zapewnią pompy 1-5POHK1-2. Przewidziano zawory równoważące 1-5ZRHK1 mające na celu zapewnienie pracy pomp w przewidzianym punkcie pracy. Dobrano zawór równoważący TA Staf DN150. Zawór trójdrogowy rozdzielający 1-5ZTHK1 będzie pozwalał na regulację temperatury powrotu czynnika do wymiennika 1-5KWTMK1. Całość instalacji obiegów HK znajdowała się będzie w pomieszczeniu wymiennikowni z wyjątkiem podejścia do wymienników 1-5KWTMK1 do pomieszczeń agregatów. Rurociągi wykonać ze stali P235GH.
Wszystkie urządzenia obiegu HK zostały dobrane przynajmniej na klasę ciśnienia PN10.
W pierwszym etapie zostaną wykonane instalacje obiegu HK tylko dla silników 1-3.

6.1. Obliczenia hydrauliczne

Dla obiegów HK dobrano rurociągi o średnicy DN150. Poniżej wyniki obliczeń hydraulicznych.

Q	1976000	W
T_1	99	°C
T_2	80	°C
c_p	3560	J/kgK
ro	1031	kg/m3
dT	19	K
m	29,21348	kg/s
V	102,0063	m3/h
d_w	0,1593	m
w	1,421685	m/s
DN	150	-

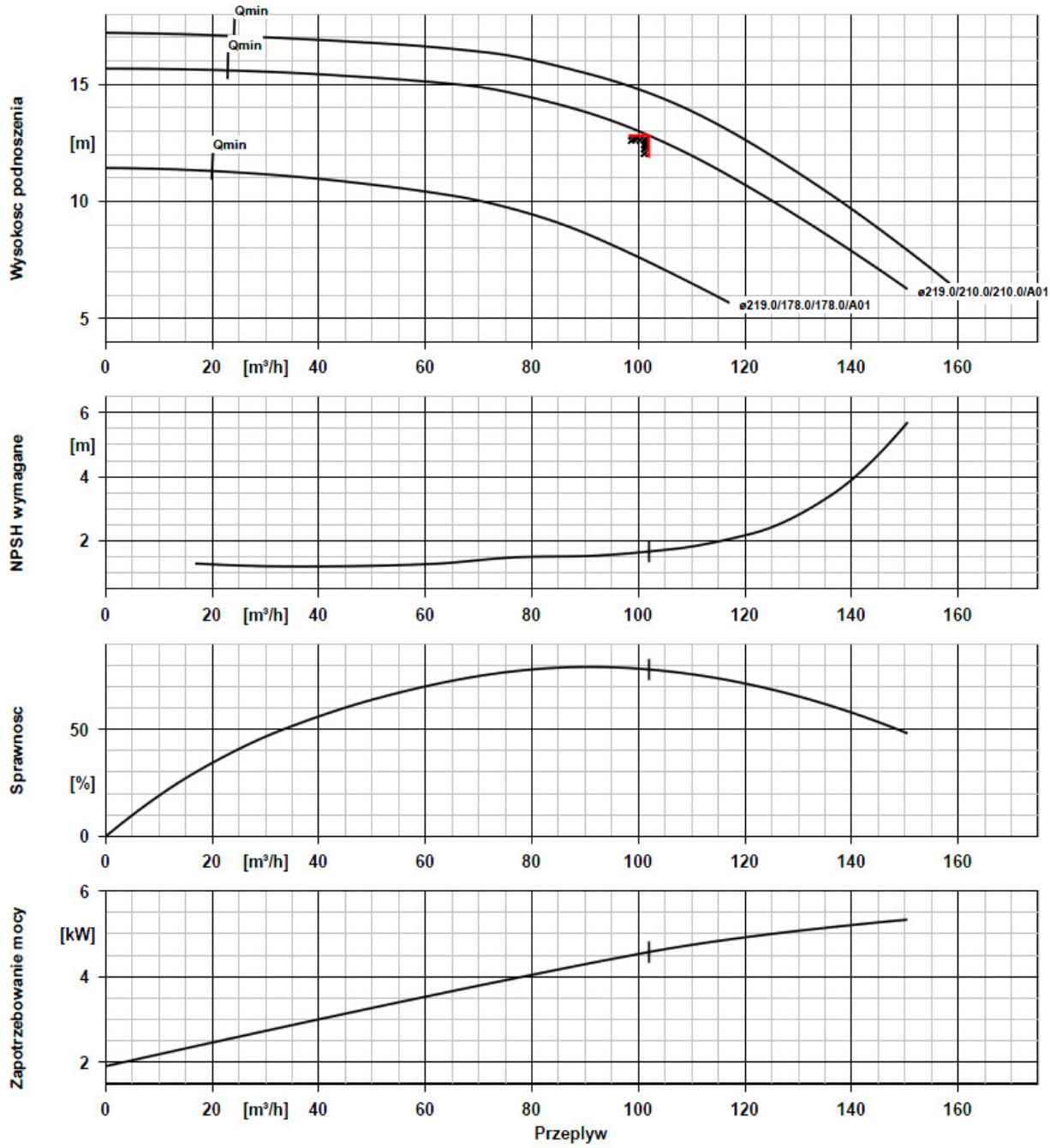
6.2. Pompy

Przepływ czynnika w obiegu HK będzie się odbywał przy pomocy pomp 1-5POHK1-2. W każdym obiegu GK przewidziana jest 1 pompa pracująca i jedna rezerwowa. Pompa pracująca będzie załączona zawsze, gdy pracuje silnik. Praca ze stałymi obrotami.
Pompy zostaną zamontowane w pomieszczeniu wymiennikowni pomiędzy wymiennikami spaliny-ciecz.

Dobrano pompy o wydajności 102m^3/h i wysokości podnoszenia 13mH_2O. Poniżej obliczenia strat w obiegu i wyznaczenie punktu pracy pompy.

Zawór zwrotny	7	kPa
Przepustnice	1,2	kPa
Zawór równoważący	34	kPa
Wymiennik spalin	25	kPa
Zawór trójdrogowy	17	kPa
Wymiennik	10,2	kPa
Wymiennik	0	kPa
Filtr	8	kPa
Kolana	8,335375	kPa
Trójniki	4,688648	kPa
Redukcje	1,041922	kPa
Rurociągi	5,07	kPa
SUMA	114,5359	kPa
SUMA + 15%	**12,59895**	**mH_2O**
Przepływ	**102,0063**	**m^3/h**

Poniżej przedstawione zostały charakterystyki dobranego modelu pompy.



6.3. Wymienniki płytowe

Jako wymiennik separacyjny 1-5KWTHK1 dobrano wymiennik płytowy skręcany. Jego zadaniem będzie zebranie ciepła z obiegu MK i wymiennika spalin i przekazanie go w ilości nominalnie 1976kW do przyłącza cieplnego. Wymienniki zostaną postawione w pomieszczeniu wymiennikowni.

Poniżej najważniejsze parametry dotyczące dobranego wymiennika.

Moc	1976kW
Przewymiarowanie	15%
Strona gorąca	Glikol/woda, 99/80°C
Strona zimna	Woda, 70/90°C
Maksymalne ciśnienie	25bar
Maksymalna temperatura	110°C
Masa netto	1790kg
Pojemność	257dm^3

6.4. Wymiennik spaliny-ciecz

Około połowa ciepła odbieranego z agregatów kogeneracyjnych pochodzić będzie z wymienników spaliny-ciecz 1-5AWTHK1, które będą ochładzać spaliny na korzyść mieszanki wodno glikolowej w obiegu HK. Spaliny płynące 10967kg/h w części rurowej wymiennika będą przy nominalnych parametrach pracy układu ochładzane z 391°C do 120°C. Pozwoli to odzyskać około 919kW ciepła. W płaszczu wymiennika będzie ochładzana mieszanka glikolowo wodna obiegu MK przeciwprądowo w stosunku o przepływu spalin. Wymiennik będzie wyposażony w spust cieczy i odprowadzanie skroplin do neutralizatora znajdującego się w pomieszczeniu agregatu. Wszystkie wymienniki będą posadowione nad odpowiadającymi im silnikami w pomieszczeniu wymiennikowni. Poniżej zestawiono podstawowe parametry dobranego wymiennika.

Moc	919kW
Przewymiarowanie	7%
Strona gorąca	Spaliny, 399/120°C
Strona zimna	Glikol woda, 90/99°C
Maksymalne ciśnienie	10bar
Maksymalna temperatura	550°C/110°C
Masa netto	1700kg
Pojemność	514dm^3
Wymiary średnica x długość	610x5460mm

6.5. Zabezpieczenia obiegu

Dla każdego obiegu HK dobrano zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim, wielkość DN 50x80 siedlisko 40 mm, klasa ciśnienia PN16, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 0,6 MPa, zakres sprężyny 0,6-0,8 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

m = 3600*1976/2070 = 3437 kg/h

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika :

Strumień wody z pękniętego wymiennika

$$m_w = 5{,}03 * \alpha_1 * A * ((p_1 - p_2) * \delta)^{0,5}$$

$$m_w = 5{,}03 * 1 * 100 * ((2{,}5 - 0{,}6) * 1031)^{0,5} = 22260 \text{ kg/h}$$

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa wynosi : $m = m_p + m_z = 3437 + 22260 = 25700$ kg/h

Wymagana powierzchnia kanału dopływowego i średnica gniazda zaworu:

Udział pary w mieszance :

$X_2 = (i_1 - i_2)/ r$

i_1 – entalpia przed zaworem bezpieczeństwa [kJ/kg], i_1= 2760 kJ/kg

i_2 – entalpia wody na wyjściu z zaworu bezpieczeństwa [kJ/kg] i_2= 2670 kJ/kg

$$X_2 = (2760 - 2670)/ 2070 = 0{,}04348$$

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m * X_2 / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0{,}1)$$

$$A_p = 25700 * 0{,}04348 / 10 * 1 * 0{,}53 * 0{,}702 * (0{,}66+0{,}1) = 395{,}2 \text{ mm}^2$$

Powierzchnia wypływu dla wody

$$A_w = (1-X_2) * m/5{,}03 * \alpha * ((p_1-p_2) * \delta)^{0,5}$$

$$A_w = (1-0{,}02627) * 25700 /5{,}03 * 0{,}28 * ((0{,}66-0) * 1031)^{0,5} = 669{,}1 \text{ mm}^2$$

$$A = A_p + A_w = 395{,}2+669{,}1 = 1064 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2 * (A/\pi)^{0,5} = 36{,}81 \text{ mm}$$

Dla każdego wymiennika spalin 1-5AWTHK1 dobrano zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim, wielkość DN 40x65 siedlisko 32 mm, klasa ciśnienia PN16, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 0,6 MPa, zakres sprężyny 0,6-0,8 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

$$m = 3600 * 919/2070 = 1598 \text{ kg/h}$$

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1+0{,}1)$$

$$A_p = 1598 / 10 * 1 * 0{,}53 * 0{,}702 * (0{,}66+0{,}1) = 565{,}2 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2 * (A/\pi)^{0,5} = 26{,}83 \text{ mm}$$

W najniższych punktach instalacji zamontować króćce z zaworami spustowymi. W najwyższych punktach instalacji zamontować odpowietrzniki automatyczne na trójnikach. Obieg HK będzie wyposażony w kontrolę przepływu i kontrolę poziomu, które będą jednymi z warunków uruchomienia odpowiadającej danemu obiegowi jednostki kogeneracyjnej. Na wyj-

ściu z wymiennika spaliny-ciecz zamontowana zostanie belka zabezpieczeń w presostatami i zaworem bezpieczeństwa. Presostaty będą stanowiły zabezpieczenie minimalnego i maksymalnego ciśnienia dla wymiennika spalin. Umieszczone dalej na wyjściu z wymiennika spalin termostaty będą stanowić dwuprogowe zabezpieczenie przed przekroczeniem temperatury.
Dla ciśnienia roboczego 4,5bar, średniej temperatury 90°C oraz pojemności wodnej instalacji 400dm^3, dobrano naczynie wzbiorcze np. Reflex N250 i naczynie schładzające np. Reflex V20 o pojemności nominalnej 60dm^3.

7. AWARYJNY ZRZUT CIEPŁA

W celu umożliwienia pracy z priorytetem produkcji energii elektrycznej zaprojektowano zespół 3 chłodnic wentylatorowych awaryjnych 6CWTEK1-3. Będą one miały za zadanie umożliwić pracę bez odzysku ciepła ze strony sieci 3 dowolnym agregatom spośród 5. W etapie pierwszym przewidziana jest tylko jedna chłodnica awaryjna, która będzie chłodzić dowolny 1 z 3 agregatów. Obieg EK będzie miał identyczną moc co obieg MK, ponieważ tylko obieg MK nie będzie miał możliwości wychłodzenia w inny sposób. Obieg GK będzie zawsze chłodzony chłodnicami roboczymi, spaliny mogą bez chłodzenia przez wymiennik spaliny-ciecz trafiać przez by-pass prosto do komina. Obieg EK będzie oddzielony hydraulicznie od sieci ze względu na wysoką klasę ciśnienia urządzeń w sieci oraz konieczność użycia mieszanki glikolowo wodnej w obiegu MK (rurociągi będą prowadzić na zewnątrz budynku). Przepływ czynnika w obiegu EK będzie na poziomie 52,1m^3/h. Temperatury na zasilaniu i wyjściu z wymiennika 6KWTEK1-3 oraz energia cieplna do wytracenia będzie się zmieniać zależnie od temperatury wody wracającej z sieci. Kolejne chłodnice awaryjne i ich układy EK będą się załączać w celu osiągnięcia zadanej temperatury na czujniku 6TTKK5. Po uzyskaniu przez jeden z układów mocy maksymalnej, do pracy wejdzie kolejny. Zawory trójdrogowe mieszające 6ZTEK1-3 będą regulować ilość czynnika przepływającego przez chłodnice wentylatorowe 6CWTEK1-3 kierując się odczytem temperatury przed wlotem do wymiennika 6KWTEK1-3 (chłodnice mają ograniczone możliwości regulacji mocy cieplnej przy jej niskich wartościach, po za tym pompy będą pracować na stałych obrotach). Przewidziano zawory równoważące 1-5ZRHK1 mające na celu zapewnienie pracy pompy w przewidzianym punkcie pracy. Dobrano zawór równoważący TA Staf DN100. Kiedy chłodzenie awaryjne nie będzie pracować, woda sieciowa nie powinna się ochładzać przepływając przez kolektory chłodzenia awaryjnego oraz wymienniki 6KWTEK1-3. Dlatego, w celu mak-

symalizacji sprawności układu przewidziano przepustnice z siłownikami 6ZOKK3-4. Na podstawie odczytu temperatury 6TTKK5 będą one przełączać pomiędzy przepływem przez kolektory chłodzenia awaryjnego i ich pomijaniem.
Instalacja obiegu EK mieściła się będzie w pomieszczeniu wymiennikowni, podłączenie chłodnic awaryjnych będzie przebiegało przez zewnętrzną ścianę wschodnią budynku. Rurociągi wykonać ze stali P235GH.
Wszystkie urządzenia obiegu EK zostały dobrane przynajmniej na klasę ciśnienia PN8.
W pierwszym etapie zostanie wykonana tylko jedna instalacja obiegu EK.

7.1. Obliczenia hydrauliczne

Dla obiegów EK dobrano rurociągi o średnicy DN100. Poniżej wyniki obliczeń hydraulicznych.

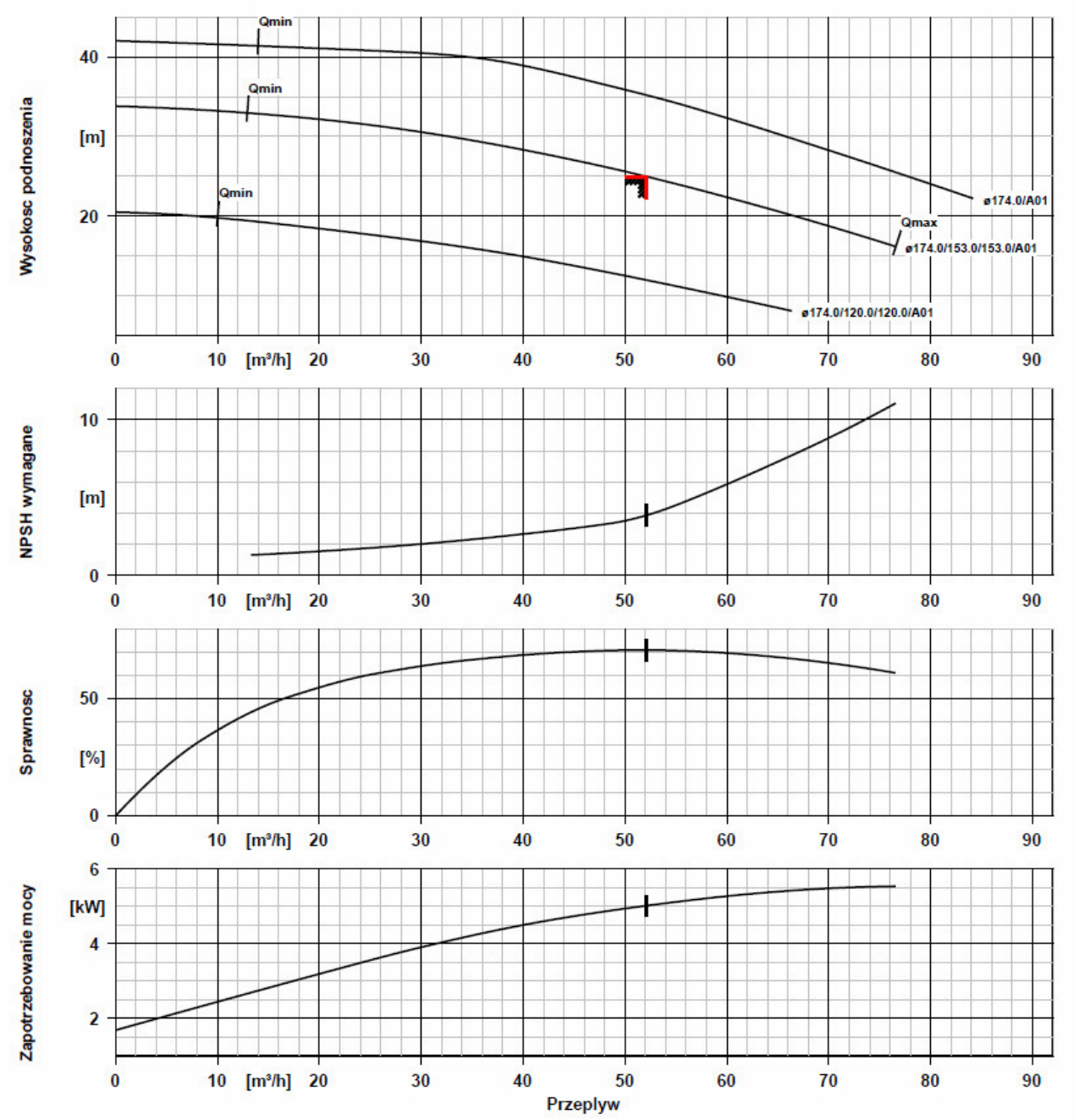
Q	1057000	W
T_1	81	°C
T_2	61	°C
c_p	3490	J/kgK
ro	1046	kg/m3
dT	20	K
m	15,14327	kg/s
V	52,11832	m3/h
d_w	0,1079	m
w	1,58327	m/s
DN	100	-

7.2. Pompy

Przepływ czynnika w obiegach EK będzie się odbywał przy pomocy pomp 6POEK1-3. W każdym obiegu GK przewidziana jest 1 pompa. Załączanie pompy będzie odbywało się na podstawie odczytu z temperatury wody wracającej z sieci. Praca ze stałymi obrotami.
Pompy będą zlokalizowane w pomieszczeniu wymiennikowni.
Dobrano pompy o wydajności 52m^3/h i wysokości podnoszenia 25mH_2O. Poniżej obliczenia strat w obiegu i wyznaczenie punktu pracy pompy.

Przepustnice	2	kPa
Zawór równoważący	65	kPa
Chłodnica awaryjna	50	kPa
Zawór trójdrogowy	42	kPa
Wymiennik	13,9	kPa
Filtr	8	kPa
Kolana	17,04336	kPa
Trójniki	2,622056	kPa
Redukcje	1,311028	kPa
Rurociągi	25	kPa
SUMA	226,8764	kPa
SUMA +10%	**24,95641**	**mH2O**
Przepływ	**52,11832**	**m3/h**

Poniżej przedstawione zostały charakterystyki dobranego modelu pompy.



7.3. Wymienniki płytowe

Wymienniki 6KWTEK1-3 rozdzielają hydraulicznie obiegi awaryjnego zrzutu ciepła od części sieciowej. Dobrano wymienniki płytowe skręcane. Jego zadaniem będzie dochłodzenie powrotu z sieci do zadanej wartości. Wymienniki będą postawione w pomieszczeniu wymiennikowni.

Poniżej najważniejsze parametry dotyczące dobranego wymiennika.

Moc	1057kW
Przewymiarowanie	15%
Strona gorąca	Woda, 90/70°C
Strona zimna	Glikol/woda, 61/81°C
Maksymalne ciśnienie	25bar
Maksymalna temperatura	110°C
Masa netto	683kg
Pojemność	67dm^3

7.4. Chłodnice wentylatorowe

Do wytracenia ciepła wody, która nie zostanie schłodzona wystarczająco przez sieć, przewidziano chłodnice wentylatorowe robocze 6CWTEK1-3. Wentylatory chłodnic będą regulowane. Regulacja będzie się odbywała na podstawie odczytu temperatury wyjściowej mieszanki glikolowo wodnej z chłodnicy. Chłodnice będą ustawione w zespole. Będą one za pomocą konstrukcji stalowej wyniesione ponad poziom terenu (posadowione będę obok wschodniej ściany projektowanego budynku) na wysokość 5m w celu zapewnienia odpowiedniej cyrkulacji powietrza. Poniżej najważniejsze parametry dotyczące dobranych chłodnic.

Moc	1057kW
Przewymiarowanie	15%
Strona gorąca	Glikol/woda, 81/61°C
Strona zimna	Powietrze, 35/68°C
Maksymalne ciśnienie	16bar
Masa netto	2805kg
Pojemność	318dm^3

7.5. Zabezpieczenia obiegu

Dla każdego obiegu EK dobrano zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy, sprężynowy, z dzwonem wspomagającym, kołnierzowy, kątowy, z membraną i uszczelnieniem miękkim,

wielkość DN 50x80 siedlisko 40 mm, klasa ciśnienia PN16, nastawa ciśnienia otwarcia zaworu 0,25 MPa, zakres sprężyny 0,25-0,36 MPa. Obliczenia poniżej.

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc wymiennika

$$m_{obl} \geq 3600 \cdot \frac{Q}{r} \quad \left[\frac{kg}{h}\right]$$

m - wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa, [kg/h]

Q - maksymalna moc urządzenia grzewczego, [kW]

r - ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa, [kJ/kg]

$$m = 3600 * 1057/2170 = 1754 \text{ kg/h}$$

Powierzchnia wypływu dla pary

$$A_p = m / 10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0{,}1)$$

$$A_p = 1754 / 10 * 1 * 0{,}53 * 0{,}702 * (0{,}275 + 0{,}1) = 1257 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 2 * (A/\pi)^{0{,}5} = 40{,}00 \text{ mm}$$

W najniższych punktach instalacji zamontować króćce z zaworami spustowymi. W najwyższych punktach instalacji zamontować odpowietrzniki automatyczne na trójnikach. Obieg EK będzie wyposażony w kontrolę przepływu i kontrolę poziomu.
Dla ciśnienia roboczego 2bar, średniej temperatury 70°C oraz pojemności wodnej instalacji 400dm^3, dobrano naczynie wzbiorcze np. Reflex NG140 i naczynie schładzające np. Reflex V20 o pojemności nominalnej 60dm^3.

8. INSTALACJA GAZU

Zgodnie z Warunkami Gazowymi źródłem zasilania będzie stacja gazowa o przepustowości 268-2237m^3/h. Paliwo gazowe – gaz ziemny typu E będzie dostarczany pod ciśnieniem 10-500kPa. Odbiornikami gazu będzie 5 agregatów kogeneracyjnych. Każdy z nich charakteryzuje się zużyciem paliwa gazowego do 489Nm^3/h. Ciśnienie wymagane na wejściu do jednostki kogeneracyjnej to minimum 20kPa. Łączne zapotrzebowanie na gaz wynosi zatem 2445Nm^3/h.

W pierwszym etapie nie zostaną wykonane podejścia do agregatów nr 4 i 5 oraz systemy detekcji gazu w pomieszczeniach tych agregatów. Należy pozostawić 2 odgałęzienia w szafce gazowej i zaślepić je.

8.1. Parametry paliwa

Instalacja gazowa zasilana jest gazem ziemnym wysokometanowym – wg PN –C-04750 : 2002 „ Paliwa gazowe. Klasyfikacja, oznaczenie i wymagania „2 rodzina , grupa E o parametrach jakościowych wg PN-C- 04752:2002" gaz ziemny . Jakość gazu dostarczanego odbiorcom sieci rozdzielczej".

Podstawowe parametry:

- ciężar właściwy	rn = 0,72 kg/m^3
- gęstość względna	dp = 0,57
- ciepło spalania nie mniej niż	Ho= 36,00 MJ/Nm^3
- wartość opałowa	Wd = 36,00 MJ/ Nm^3
- dolna granica wybuchowości DGW	4,9 % obj., 33 g / m^3
- górna granica wybuchowości GGW	15,4 % obj., 100 g / m^3
- temperatura zapłonu	650°C
- klasa temperaturowa	T1
- grupa wybuchowości	II A

8.2. Doprowadzenie paliwa do jednostek kogeneracyjnych

Paliwo musi być dostarczone do każdego z agregatów kogeneracyjnych, a dokładnie do ścieżek gazowych będących w dostawie agregatów pod ciśnieniem minimum 200mbar i w ilości 489Nm^3/h. Każda ścieżka gazowa silnika będzie wyposażona w podwójny zawór odcinający, filtr i zawór odcinający ręczny. Jej zadaniem jest podanie gazu o odpowiednich parametrach do silnika i kontrola dopływu paliwa. W każdym pomieszczeniu agregatu przewidziano (niezależnie od ścieżki gazowej jednostki prądotwórczej) ręczne zawory odcinające, filtr 1-5FGPG1 i licznik eksploatacyjny gazu 1-5LGPG1. Instalacja z rurociągów stalowych DN150 do każdego silnika będzie osobno prowadzona przez pomieszczenia agregatów z szafki gazowej na zachodniej ścianie projektowanego budynku. W szafce poza rozdziałem strumienia przepływu paliwa na 5 agregatów zlokalizowane będą zawory motylkowe ZM powiązane z systemem detekcji gazu Gazex oraz pomiar rozliczeniowy ilości zużytego gazu na cele kogeneracji. Zasilanie z rurociągu podziemnego do szafki rurociągiem stalowym DN300.

8.3. Pomiar ilości zużytego gazu

Projektuje się 2 rodzaje pomiaru ilości zużytego gazu
- Eksploatacyjny 1-5LGPG1 – dla każdego agregatu, na potrzeby oceny przez Użytkownika ilości paliwa dla każdej jednostki kogeneracyjnej
- Rozliczeniowy 6LGPG2 – wspólny dla wszystkich agregatów, w celu oficjalnego rozliczenia ilości gazu na cele wysokosprawnej kogeneracji i formalnej oceny sprawności układu

Do celów eksploatacyjnych dobrano turbinowe liczniki gazu o średnicy DN100. Zakres pomiarowy gazomierza 40-650 m^3/h. Maksymalne ciśnienie robocze 10 bar. Gazomierze wyposażyć w korektory objętości oraz czujniki temperatury i ciśnienia. Przed gazomierzami zachować proste odcinki rozbiegowe o długości min. 2 x DN (w przypadku przepływomierza montowanego za całkowicie otwartym zaworem odcinającym, lub kolanem). Za przepływomierzami zachować odcinki proste o długości min. 3 x DN (montaż czujnika temp).

Do celów rozliczeniowych z URE zaprojektowano zabudowę licznika gazu dla całego układu kogeneracyjnego. Dobrano turbinowy licznik gazu, rozmiar G1600, przepływ max 2500 m^3/h, wyposażony w korektor objętości , zestaw montażowy z zaworem trójdrogowym, z czujnikiem temperatury. Przed gazomierzem zachować należy prosty odcinek rozbiegowy o długości min. 2 x DN (w przypadku przepływomierza montowanego za całkowicie otwartym zaworem odcinającym, lub kolanem). Za przepływomierzem zachować odcinek prosty o długości min. 3 x DN (montaż czujnika temp.)

8.4. System detekcji gazu

Elementem wykonawczym systemu będzie zamykany elektromagnetycznie zawór motylkowy międzykołnierzowy o średnicy Dn 150 PN 05 MPa z siłownikiem np. E65 . Układ wyposażony będzie w moduł alarmowy np. MD-X.ZM współpracujący z siłownikiem. Moduł podłączony jest do modułu sterującego np. MD-2.Z. W pomieszczeniu agregatu w najwyższym punkcie w pobliżu palnika i ścieżki gazowej zainstalowane zostaną detektory gazu z wymiennymi sensorami typu np. DEX-1.2/N. Detektory podłączone zostaną do modułu sterującego np. MD-2.Z, a moduł z kolei do wydzielonego na tablicy elektrycznej i odpowiednio zabezpieczonego obwodu zasilania 230V. Ponadto do moduł sterującego odpowiednimi kablami podłączony zostanie dodatkowy sygnał akustyczno-optyczny np. SL 21.Schemat aktywnego systemu bezpieczeństwa gazu pokazano na rysunku T-03. Zasada działania każdego z opisanych powyżej systemów bezpieczeństwa jest taka sama. W przypadku pojawienia się w pobliżu detektora nawet niewielkich przecieków gazu dających stężenie 10%

dolnej granicy wybuchowości zostaje przekroczony tzw. pierwszy próg alarmowy i moduł sterujący rozpoczyna sygnalizować niebezpieczeństwo wbudowaną czerwoną diodą oraz włączenie sygnalizatora akustyczno-optycznego. Gaz zostaje odcięty po przekroczeniu około 20 % dolnej granicy wybuchowości gazu (czyli tzw. drugiego progu alarmowego), dzięki impulsowi przekazanemu przez moduł sterujący do elektrozaworu. Ponowne otwarcie elektrozaworu może być dokonane tylko ręcznie, po zlikwidowaniu ulatniania się gazu.

8.5. Obliczenia

Dla przepływu 489Nm^3/h na każdy silnik przyjęto rurociąg DN150. Rurociąg zbiorczy dla wszystkich agregatów przyjęto DN300, natomiast za gazomierzem rozliczeniowym DN250. Straty obliczono na najbardziej niekorzystnej trasie (do ścieżki agregatu nr 1).

Długość rurociągu DN150: 37m
Długość rurociągu DN250: 6m
Długość rurociągu DN300: 2,5m
Odpowiednik długości rurociągu DN150 dla kolan: 5 * 4,8m = 24m
Odpowiednik długości rurociągu DN150 dla zaworów: 3 * 0,85m = 2,55m
Odpowiednik długości rurociągu DN150 dla zwężek: 3 * 2,3m = 6,9m
Odpowiednik długości rurociągu DN250 dla kolan: 2 * 7,2m = 14,4m
Odpowiednik długości rurociągu DN250 dla zwężek: 1 * 3,4m = 3,4m
Odpowiednik długości rurociągu DN250 dla trójników: 1 * 16m = 16m
Odpowiednik długości rurociągu DN250 dla trójników przelotowych: 4 * 9,3m = 37,2m
Odpowiednik długości rurociągu DN300 dla kolan: 1 * 8,4m = 8,4m
Odpowiednik długości rurociągu DN300 dla zaworów: 1 * 2m = 2m

Straty na rurociągu DN150 wg wzoru Reonuarda dla rur stalowych: 2,77Pa/m * (37+24+2,55+6,9)m = 195,1Pa
Straty na rurociągu DN250 wg wzoru Reonuarda dla rur stalowych: 4,42Pa/m * (6+14,4+3,4+16+37,2)m = 340,3Pa
Straty na rurociągu DN300 wg wzoru Reonuarda dla rur stalowych: 1,84Pa/m * (2,5+8,4+2)m = 23,7Pa

Różnica wysokości pomiędzy kolanem w przyłączu pod szafką gazową i poziomem ścieżki gazowej agregatu: -2,67m

Gęstość powietrza: 1,293kg/m^3
Gęstość gazu: 0,73kg/m^3
Poprawka strat ciśnienia ze względu na różnicę wysokości: 9,81m/s^2 * (-2,67)m * (0,73-1,293)kg/m^3 = 16,7Pa

Strata ciśnienia w gazomierzu rozliczeniowym: 195Pa
Strata ciśnienia w gazomierzu eksploatacyjnym: 110Pa
Strata ciśnienia w filtrze: 100Pa

Suma strat od szafki gazowej do ścieżek gazowych agregatów:
195,1+340,3+23,7+195+110+100+16,7 = 980,8Pa = 9,81mbar

Przyjęto ciśnienie na wlocie do szafki gazowej 300mbar. Ciśnienie przed ścieżką gazową agregatu 200mbar zostanie zapewnione dla każdej jednostki kogeneracyjnej.

8.6. Wytyczne wykonania instalacji gazowej

Instalację gazowa wykonać należy zgodnie z rysunkami technicznymi, na których pokazano miejsca montażu rur oraz ich średnice. Instalację wykonać jako spawaną z rur stalowych bez szwu wg PN-80/H-74219. Przejścia przez przegrody budowlane wykonać w rurach ochronnych. Podczas montażu instalacji gazowej zachować normatywne odległości w stosunku do innych instalacji. Całość instalacji należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami. Podczas wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na przestrzeganie obowiązujących przepisów BHP, szczególnie podczas wykonywania prac spawalniczych i antykorozyjnych.
Po zakończeniu prac montażowych instalację przedmuchać sprężonym powietrzem. Następnie poddać próbie szczelności za pomocą sprężonego powietrza lub gazu obojętnego pod ciśnieniem 50 kPa, zgodnie z PN-92/N-34503 oraz wymogami Dostawcy. Próbę ciśnienia wykonać w obecności przedstawiciela Dostawcy gazu oraz Inwestora.
Wszystkie przybory gazowe, rury, kształtki, armatura i inne materiały użyte do budowy instalacji muszą posiadać ATEST, znak ”B”. Całość robót powinna być wykonana zgodnie z przepisami zawartymi w „Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych cz II: Instalacje sanitarne i przemysłowe”.
W trakcie montażu instalacji gazowej przestrzegać należy następujących wymagań:

- poziome odcinki instalacji z gazem powinny być przeprowadzone co najmniej 10cm powyżej przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących,
- odległość w świetle przewodów instalacji gazowej od prowadzonych równolegle innych przewodów instalacyjnych (wodnych, c.o., kanalizacyjnych, elektrycznych, piorunochronnych) musi umożliwiać wykonywanie prac konserwacyjnych i powinna wynosić co najmniej 10cm;
- przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi muszą być od nich oddalone co najmniej o 2cm;
- poziome odcinki instalacji gazowej muszą być usytuowane powyżej innych przewodów instalacyjnych;
- przewody instalacji gazowej przechodzące przez ściany konstrukcyjne i stropy w budynku powinny być, na długości tego przejścia, prowadzone w stalowych rurach osłonowych, a przez inne przegrody - w luźnych otworach z uszczelnieniem;
- urządzenia elektryczne, w których może występować iskrzenie należy sytuować w odległości co najmniej 0,6m od pionowych przewodów instalacji gazowej;
- przewodów instalacji gazowej nie można wykorzystywać jako przewodów uziemiających, przewodów bezpieczeństwa w urządzeniach elektrycznych lub jako elementów instalacji odgromowej;
- przewody instalacji gazowej nie mogą być mocowane do innych przewodów, stanowić wsporników dla innych przewodów, jak również być w inny sposób obciążane;
- uchwyty służące do mocowania przewodów instalacji gazowej muszą być wykonane z materiału ognioodpornego, przy czym odległość między tymi uchwytami nie powinna większa niż 3 m.
- po wykonaniu prób szczelności oraz oddaniu do eksploatacji instalacji gazowej należy zabezpieczyć antykorozyjnie:
  warstwa 1 – farba olejna, podkładowa
  warstwa 2 – farba olejna, specjalna, średnia 1-go malowania
  warstwa 3 – farba olejna 2-go malowania, koloru żółtego

9. INSTALACJA ODPROWADZANIA SPALIN

Elementy składowe instalacji odprowadzenia spalin:
- Tłumik akustyczny
- Diverter
- Wymiennik spaliny-ciecz

- Króćce pomiarowe
- Odprowadzenie skroplin z komina wraz z neutralizatorem
- Zestaw czujników temperatury
- Komin spalinowy

Spaliny są odprowadzane dla każdego agregatu osobno. W temperaturze około 399°C i ilości około 10967kg/h przy maksymalnej mocy agregatu trafiają do tłumika spalin 1-5ASKSK1, następnie do wymiennika spalin 1-5AWTHK1 (urządzenie zostało opisany w punkcie 6.4) z możliwością ewentualnego jego pominięcia poprzez diverter 1-5ZTSK1 i by-pass, na końcu kierowane są do pionu kominowego prowadzonego z pomieszczenia wy-miennikowni ponad dach. Na wylocie schłodzone spaliny będą osiągały temperaturę około 120°C. Wymiary i lokalizacje wymaganych króćców pomiarowych oraz czujników zdalnych temperatury podano na schemacie cieplnym T-01. Dobrano kanały spalinowe Ø 600mm. W celu uniknięcia przenoszenia drgań agregatów na instalację zostaną zastosowane kompen-satory typu GKO DN600.

Ponieważ nie ma elementów instalacji spalinowej wspólnych dla różnych agregatów, wyko-nanie układów spalinowych dla silników nr 4 i 5 planuje się dopiero w etapie 2.

9.1. Tłumik hałasu

Dla każdego agregatu wykonano jeden tłumik spalinowy. Tłumik zlokalizowano w pomiesz-czeniu agregatu pomiędzy silnikiem, a diverterem. Wielkość tłumika ustalono na podstawie analizy akustycznej. Skropliny z tłumika trafią do neutralizatora skroplin znajdującego się w pomieszczeniu agregatu.

Skuteczność	50dB
Spadek ciśnienia	11mbar
Dopuszczalna temperatura	550°C
Wymiary średnica x długość	750x5875mm
Położenie	Poziome

9.2. Diverter spalin

Układ odprowadzenia spalin zostanie wyposażony w diverter z siłownikiem. Jego zadaniem będzie sterowanie trasą spalin przełączając pomiędzy obiegiem przez wymiennik bądź by-pass. Rozwiązanie to pozwala uniknąć zbyt wysokich temperatur na wyjściu z kotła odzysk-nicowego po stronie glikolowo wodnej, gdy czynnik na wejściu ma zbyt wysoką temperatu-

rę. Na podstawie odczytu temperatury z pomiaru 1-5TTHK1, diverter kieruje spaliny na bypass i trafiają one w temperaturze, w jakiej opuszczają silnik prosto do komina. Najważniejsze parametry techniczne divertera poniżej.

Przyłącze spalinowe	DN500
Klasa ciśnienia przyłącza wodnego	PN10
Dopuszczalna temperatura	550°C
Materiał	Stal nierdzewna

9.3. Komin

Przyjęto system kominowy dwuścienny o klasie temperaturowej T600 i klasie ciśnienia H1. System wykonany z rur i kształtek wykonanych ze stali szlachetnej o grubości minimalnej rury spalinowej 0,6mm i płaszcza zewnętrznego 0,5mm. Elementy będą izolowane termicznie wełną o grubości 32mm. Komin będzie sięgał do poziomu 12,51m ponad poziom terenu. Skropliny z komina trafią do neutralizatora skroplin znajdującego się w pomieszczeniu agregatu, a stamtąd do kanalizacji.

9.4. Obliczenia

Ciśnienie spalin na wylocie z agregatów zapewnia pokrycie strat do wylotu z komina na poziomie 3,5kPa. Poniżej podsumowanie strat ciśnienia.

Łuk 90°C	58,04	Pa
Tłumik	1000	Pa
Łuk 90°C	58,04	Pa
Łuk 90°C	58,04	Pa
Diverter 500mm	75,46	Pa
Wymiennik spalin	1700	Pa
Trójnik 500mm	63,85	Pa
Łuk 90°C	58,04	Pa
Kanały 600mm łącznie	19,37	Pa
SUMA	**3,091**	**kPa**

Straty ciśnienia w instalacji nie przekraczają maksymalnych dopuszczalnych dla dobranych jednostek kogeneracyjnych.

10. IZOLACJA RUROCIĄGÓW

Rurociągi obiegów MK, GK, HK, KK, EK izolować wg poniższej tabeli:

Średnica rury	Grubość izolacji (dla λ=0,035W/m2K.)
≤22 mm	35 mm
25 mm	40 mm
32 - 40 mm	45 mm
50 mm	50 mm
65 mm	55 mm
80 mm	60 mm
100 mm	65 mm
125 -150 mm	75 mm
200 -250 mm	85 mm
300 -350 mm	95 mm
400 mm	105 mm

Kanały spalinowe wraz z wymiennikiem spaliny-ciecz izolować otuliną tak, by na powierzchni płaszcza z blachy temperatura nie przekraczała 60°C.

11. WENTYLACJA

Wentylacji wymagają pomieszczenia:

- Komory transformatorów
- Pomieszczenia agregatów
- Rozdzielnia potrzeb własnych
- Pomieszczenie szaf generatorów
- Wymiennikownia
- Przyłącze cieplne

Zależnie od uwarunkowań poszczególnych pomieszczeń projektuje się wentylację naturalną, mechaniczną nawiewną, mechaniczną wywiewną bądź mechaniczną nawiewno-wywiewną.

Przed przystąpieniem do etapu 2 Inwestycji, nie planuje się wykonania wentylacji:

- Pomieszczeń agregatów 4 i 5

- Pomieszczeń transformatorów 4 i 5.
- Układów HK i spalinowych dla silników 4 i 5 w wymiennikowni

11.1. Wentylacja pomieszczeń agregatów

Zapotrzebowanie na powietrze wentylacyjne w pomieszczeniach agregatów wynika z:
- Niezbędnego strumienia powietrza do spalania
- Powietrza do chłodzenia silnika latem

Zgodnie z kartą katalogową silnika maksymalne zapotrzebowanie na powietrze do spalania wynosi 9356m^3/h. Przy obliczeniach strumienia powietrza do chłodzenia pomieszczenia latem, pominięto przenikanie ciepła przez przegrody i bramy agregatów ze względu na niewielkie znaczenie w stosunku do zysków ciepła. Zyski ciepła do pomieszczenia od obudowy jednego agregatu wynoszą 76kW. Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń mających na celu wyznaczenie wymaganego sumarycznego strumienia powietrza dla jednego pomieszczenia agregatu.

Temperatura obliczeniowa zewnętrzna	30°C
Temperatura obliczeniowa wewnętrzna	40°C
Strumień masowy powietrza do spalania	10759kg/h
Gęstość powietrza w temperaturze 40°C	1,15kg/m^3
Strumień objętościowy powietrza do spalania	9356m^3/h
Zyski ciepła od silnika	76kW
Strumień powietrza do pokrycia zysków	24090m^3/h
Sumaryczne zapotrzebowanie na strumień powietrza	**35030m^3/h**

Do dalszych obliczeń przyjęto wartość 40000m^3/h. Projektuje się po 2 odrębne kanały nawiewne dla każdego agregatu z przepływem wymuszonym w każdym z tych kanałów oraz 1 kanał wywiewny z przepływem naturalnym. Przy założeniu prędkości w kanałach 3,9m/s przyjęto kanały wentylacyjne nawiewne 1800x800mm oraz kanał wywiewny 3200x1000mm.

Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń wymaganego sprężu wentylatora 1-5WWEP1-2

Straty na długości 14m	5,6	Pa
3 zmiany kierunku	45	Pa
2 tłumiki	200	Pa
2 żaluzje	100	Pa
Siatka	20	Pa
Suma strat przepływu	**370,6**	**Pa**

Dobrano wentylator do montażu pionowego o wydajności 20000m^3/h oraz sprężu 371Pa. Powietrze czerpane będzie na ścianie północnej projektowanego budynku, wentylatory 1-5WEWP1-2 będą umieszczone w pomieszczeniu wymiennikowni. Będą zasilane poprzez przetworniki częstotliwości. Ilość nawiewanego powietrza uzależniona będzie od temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu. Sygnał z czujnika temperatury przesyłany będzie do szafy sterowniczej silnika. Zależnie od temperatury wewnętrznej regulowana będzie wydajność każdego z pracujących równolegle wentylatorów. Pomiędzy czerpnią a wentylatorami zamontowane będą tłumiki hałasu. Kanały wywiewne również będą wyposażone w tłumiki zgodnie z operatem akustycznym. Wyrzut powietrza będzie skierowany na dach. Czerpnię i wyrzutnię powietrza zabezpieczyć siatką stalową. Nawiew z obu kanałów będzie skierowany w miejsce połączenia generatora z silnikiem, dodatkowo nawiewy będą wyposażone w ustawiane ręcznie kierownice strumienia.

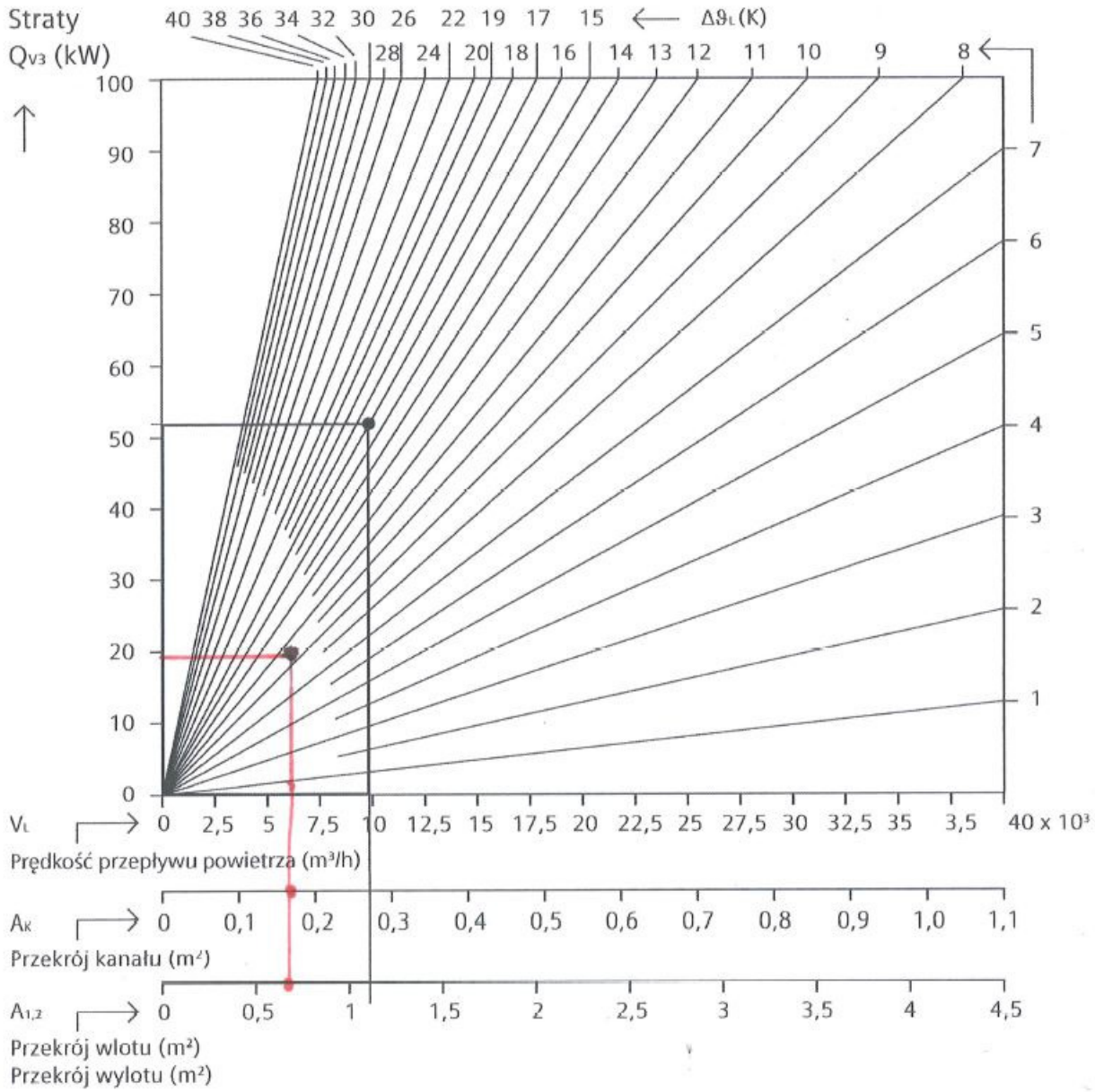
11.2. Wentylacja komór transformatorów

Transformatory oddają do 19,5kW ciepła do komór. Projektuje się wentylacje mechaniczną wywiewną i nawiew naturalny kratkami drzwiowymi. Kratki będą posiadać tłumiki o skuteczności 10dB. Wyrzut ciepłego powietrza wyprowadzony będzie ponad dach poprzez pomieszczenie wymiennikowni, gdzie zlokalizowane będą wentylatory 1-5WEWP3-4 i tłumiki. Przewiduje się po dwa kanały wywiewne na każdą komorę transformatora. Wentylatory będą działać na stałych obrotach. Jeden z wentylatorów będzie pracował przez cały czas, gdy pracuje transformator. Drugi będzie się załączał na podstawie odczytu z czujnika temperatury w pomieszczeniu 1-5TTWP2. Wymagana powierzchnia przekroju czynnego kratek nawiewnych wynosi łącznie 0,75m^2. Od wywiewu do wyrzutu ciepłego powietrza dobrano kanały okrągłe o średnicy 450mm. Dobrano wentylator do montażu pionowego o wydajności

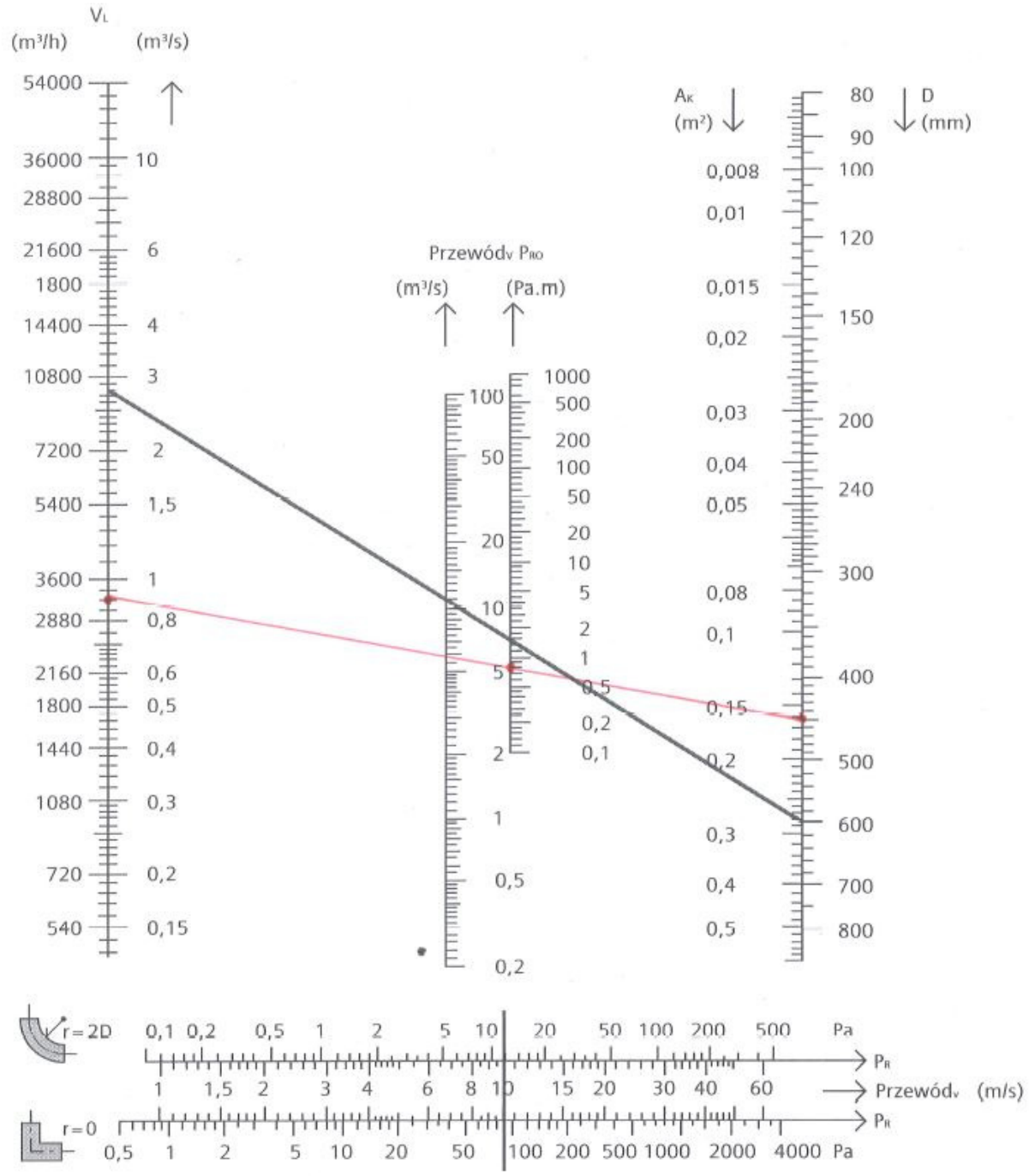
3250m^3/h oraz sprężu 224Pa.Poniżej obliczenia dla wentylacji komór transformatorów 2500kV.

Zyski ciepła do pomieszczenia	19,8kW
Maksymalna dopuszczalna temperatura pomieszczenia	40°C
Temperatura obliczeniowa powietrza zewnętrznego	30°C
Przepływ powietrza z nomogramu	6500m^3/h
Przekrój przewodów powietrznych z nomogramu	0,19m^2
Przekrój wlotu powietrza z nomogramu	0,75m^2
Przepływ powietrza dla 1 wentylatora	**3250m^3/h**
Przyjęty rozmiar przewodów powietrznych	2x450mm
Przyjęty rozmiar wlotu powietrza	0,75m^2
Jednostkowe opory tarcia w kanałach z nomogramu	0,8Pa/m
Długość kanałów	7,5m
Straty ciśnienia w kanałach	6Pa
2 łuki	8Pa
1 siatka wlotowa	20Pa
1 żaluzja (wlot)	50Pa
1 siatka wylotowa	20Pa
Tłumik	100Pa
Suma oporów miejscowych	198Pa
Suma oporów przepływu	204Pa
Rzeczywista prędkość powietrza w kanale	5,68m/s
Różnica ciśnienia ze względu na przyspieszenie	19,7Pa
Całkowita różnica ciśnienia wentylatora	**223,7Pa**

Nomogram do wyznaczenia przepływu powietrza, przekroju kanału i przekroju wlotu powietrza:



Nomogram do wyznaczenia jednostkowych strat ciśnienia:

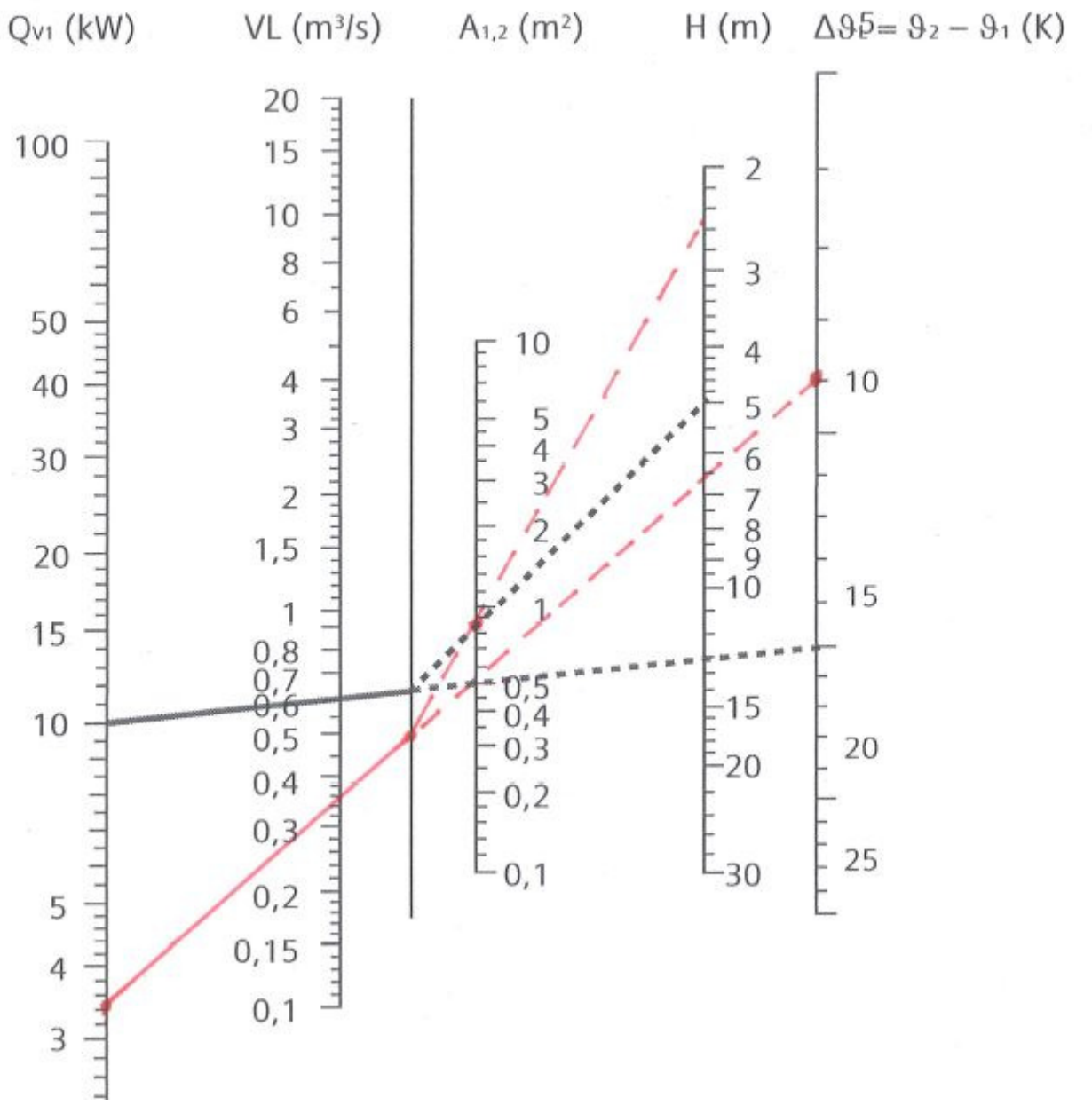


Komora transformatora 1000kV wentylowana będzie w sposób naturalny kratka nawiewna będzie się znajdować w drzwiach, kratka wywiewna na prostopadłej ścianie zewnętrznej 30cm pod sufitem. Dobrano kratki o przekroju czynnym 0,85m^2 każda. Kratki powinny być wyposażone w tłumiki posiadające skuteczność tłumienia 10dB.

Poniżej obliczenia

Zyski ciepła do pomieszczenia	3,45kW
Maksymalna dopuszczalna temperatura pomieszczenia	40°C
Temperatura obliczeniowa powietrza zewnętrznego	30°C
Róznica poziomów pomiędzy nawiewem i wywiewem	2,5m
Przepływ powietrza z nomogramu	1224m^3/h
Przekrój kratek nawiewnej i wywiewnej z nomogramu	0,85m^2
Przyjęty rozmiar kratek nawiewnej i wywiewnej	**0,85m^2**

Nomogram dla wyznaczenia wymaganego przepływu powietrza i przekroju kratek nawiewnej i wywiewnej przy naturalnej wentylacji komory:



11.3. Wentylacja i klimatyzacja rozdzielni

Pomieszczenie rozdzielni potrzeb własnych oraz pomieszczenie szaf agregatów wymagają chłodzenia i grzania zależnie od warunków pogodowych i zysków ciepła z szaf. W tych pomieszczeniach przewiduje się wentylację mechaniczną nawiewną oraz klimatyzację. Zadaniem wentylacji będzie zapewnienie niezbędnej krotności wymian powietrza w pomieszczeniu oraz chłodzenia w przypadku, gdy temperatura na zewnątrz jest niższa niż 0°C.

Dla pomieszczenia szaf agregatów dobrano wentylator nawiewny do montażu poziomego o wydajności 900m^3/h oraz kratkę wywiewną o powierzchni czynnej 0,4m^2.
Dla rozdzielni potrzeb własnych dobrano wentylator nawiewny do montażu poziomego o wydajności 500m^3/h oraz kratkę wywiewną o powierzchni czynnej 0,2m^2.

W obiekcie przewiduje się montaż układu klimatyzacji typu SPLIT w pomieszczeniach rozdzielni, ponieważ wymagane jest ciągłe chłodzenie występujących w nich układów elektrycznych. Pierwszym pomieszczeniem jest pomieszczenie szaf generatorów o powierzchni 38m^2, drugim natomiast rozdzielnia potrzeb własnych o powierzchni 10,8m2. Dobór urządzeń został zatem dokonany na podstawie zapotrzebowania mocy do chłodzenia dla tych pomieszczeń.
W pomieszczeniu szaf agregatów występują falowniki o mocy 11,0kW każdy. Biorąc pod uwagę możliwości ich jednoczesnej pracy oraz emisję ciepła na poziomie 3% mocy nominalnej od każdego z nich, zyski ciepła w pomieszczeniu szacuje się na poziomie 4,5kW. W rozdzielni potrzeb własnych występują falowniki o mocy 11,0kW każdy. Biorąc pod uwagę możliwości ich jednoczesnej pracy oraz emisję ciepła na poziomie 3% mocy nominalnej od każdego z nich, zyski ciepła w pomieszczeniu szacuje się na poziomie 3,0kW.
W pomieszczeniu szaf agregatów ze względu na dużą powierzchnię czynną pomieszczenia projektuje się zainstalowanie dwóch jednakowych jednostek wewnętrznych o mocy nominalnej 2,5kW każda. Zlokalizowane one zostaną na przeciwległych ścianach pomieszczenia. Jednostki te posiadać będą następujące parametry:

Zakres wydajności chłodniczej	890 / 2500 / 3700 W
EER	4,5
S.E.E.R.	7,7

Podłączone one zostaną do wspólnej jednostki zewnętrznej umieszczonej na elewacji tylnej budynku. Jednostka ta odprowadzać będzie ciepło z pomieszczenia.
W rozdzielni potrzeb własnych projektuje się zainstalowanie jednej jednostki wewnętrznej o mocy nominalnej chłodzenia 3,5 kW. Zlokalizowana ona zostanie na ścianie pomieszczenia, naprzeciwko szaf elektrycznych. Jednostka ta posiadać będzie następujące parametry pracy:

Zakres wydajności chłodniczej	890 / 3500 / 4040 W
EER	3,9
S.E.E.R.	7,6

Podłączona ona zostanie do dedykowanej jednostki zewnętrznej umieszczonej na elewacji tylnej budynku. Jednostka ta odprowadzać będzie ciepło z pomieszczenia.
Jednostki wewnętrzne sterowane będą zdalnymi sterownikami przewodowymi, po jednym dla każdego z pomieszczenia, umieszczonymi na ścianie przy drzwiach wejściowych. Sterownik zapewni podstawowe funkcje takie jak określenie nastawy temperatury, biegu wentylatora oraz możliwość ustalenia programu.
Jednostki wewnętrzne powinny być zamontowane w odległości 30cm od stropu. Jednostkę zewnętrzną należy zainstalować tak, by jej króćce przyłączeniowe znajdowały się poniżej poziomu króćców jednostki wewnętrznej, jednak różnica wysokości nie powinna wynieść więcej niż 5,0m. Należy ją również zainstalować w bezpieczniej odległości od ściany, tak aby zapewnić swobodny przepływ powietrza przez skraplacz.
Rurociągi cieczy i gazu łączące jednostkę wewnętrzną z zewnętrzną należy wykonać z rur preizolowanych. Rurę przewodową stanowić będzie miedziana rura bezszwowa. Odprowadzenie skroplin z jednostek wewnętrznych wykonać w sposób grawitacyjny.
Zdalny sterownik wyposażony będzie w czujnik temperatury pomieszczenia. Należy go zatem zainstalować w miejscu nie narażonym na bezpośrednie nasłonecznienie, wysoką wilgotność oraz bezpośrednie oddziaływanie zimnego powietrza.

11.4. Wentylacja wymiennikowni

Ze względu na trudność w wyznaczeniu zysków ciepła w pomieszczeniu wymiennikowni w sposób obliczeniowy, wartość zysków przyjęto w sposób empiryczny na podstawie innych obiektów wyposażonych w podobną technologię poprzez aproksymowanie dla liczby agregatów. Założono zyski ciepła po 15kW na każdy silnik dla urządzeń i instalacji znajdujących

się w pomieszczeniu wymiennikowni. Maksymalna temperatura do utrzymania to 40°C. Dla obliczeniowej temperatury zewnętrznej 30°C przyjęto wymagany strumień powietrza 4750m^3/h. Dobrano 5 wentylatorów nawiewnych 1-5WEWP5 i 5 wentylatorów wywiewnych 1-5WEWP6 – o wydajnościach po 4750m^3/h. Będą one pracowały na stałych obrotach. Na podstawie odczytów z czujników temperatury 1-5TTWP3 w pomieszczeniu wymiennikowni będą się załączać wentylatory odpowiedzialne za chłodzenie układu danego silnika (nawiewny + wywiewny), a następnie jeśli one nie wystarczą, będą się załączać sąsiednie.

11.5. Wentylacja pozostałych pomieszczeń

W pomieszczeniu magazynu przewidziano wentylację naturalną – kratki nawiewna nad posadzką i wywiewna pod sufitem o powierzchni czynnej 0,2m^2 każda.
W przyłączu cieplnym przewidziano wentylację naturalną – kratki nawiewną nad posadzką i wywiewną pod sufitem o powierzchni czynnej 0,4m^2 każda.

12. KLIMATYZACJA

W obiekcie przewiduje się montaż układu klimatyzacji typu SPLIT w wybranych obszarach, w których wymagane jest ciągłe chłodzenie występujących w nich układów elektrycznych. Pierwszym pomieszczeniem jest pomieszczenie szaf generatorów (1.4) o powierzchni 38,07m2 , drugim natomiast rozdzielnia potrzeb własnych (1.8) o powierzchni 10,81m2. Dobór urządzeń zostanie zatem dokonany na podstawie zapotrzebowania mocy do chłodzenia dla tych pomieszczeń.

12.1. Dane wyjściowe

W pomieszczeniu 1.4 występują falowniki o mocy 11,0kW każdy. Biorąc pod uwagę możliwości ich jednoczesnej pracy oraz emisję ciepła na poziomie 3% mocy nominalnej od każdego z nich, zyski ciepła w pomieszczeniu szacuje się na poziomie 4,5kW.
W pomieszczeniu 1.8 występują falowniki o mocy 11,0kW każdy. Biorąc pod uwagę możliwości ich jednoczesnej pracy oraz emisję ciepła na poziomie 3% mocy nominalnej od każdego z nich, zyski ciepła w pomieszczeniu szacuje się na poziomie 3,0kW.

12.2. Rozwiązanie projektowe

W pomieszczeniu 1.4 o zapotrzebowaniu mocy chłodniczej na poziomie 4,5kW ze względu na dużą powierzchnię czynną pomieszczenia projektuje się zainstalowanie dwóch jednakowych jednostek wewnętrznych o mocy nominalnej 2,5kW każda. Zlokalizowane one zostaną

na przeciwległych ścianach pomieszczenia. Jednostki te posiadać będą następujące parametry:

zakres wydajności chłodniczej	890 / 2500 / 3700 W
EER	4,5
S.E.E.R	7,7
Poziom ciśnienia akustycznego S / N / Ś / W	19 / 24 / 35 / 40 dB(A)
Poziom mocy akustycznej	60 dBA

Podłączone one zostaną do wspólnej jednostki zewnętrznej umieszczonej na elewacji tylnej budynku. Jednostka ta odprowadzać będzie ciepło z pomieszczenia.
Całkowita moc elektryczna potrzebna do zasilania wszystkich komponentów dla parametrów nominalnych wynosi 1000 W
W pomieszczeniu 1.8 o zapotrzebowaniu mocy chłodniczej na poziomie 3,0kW, projektuje się zainstalowanie jednej jednostki wewnętrznej o mocy nominalnej chłodzenia 3,5 kW. Zlokalizowana ona zostanie na ścianie pomieszczenia, naprzeciwko szaf elektrycznych. Jednostka ta posiadać będzie następujące parametry pracy:

zakres wydajności chłodniczej	890 / 3500 / 4040 W
EER	3,9
S.E.E.R	7,6
Poziom ciśnienia akustycznego S / N / Ś / W	19 / 24 / 35 / 40 dB(A)
Poziom mocy akustycznej	60 dBA

Podłączona ona zostanie do dedykowanej jednostki zewnętrznej umieszczonej na elewacji tylnej budynku. Jednostka ta odprowadzać będzie ciepło z pomieszczenia.
Całkowita moc elektryczna potrzebna do zasilania wszystkich komponentów dla parametrów nominalnych wynosi 556 W
Jednostki wewnętrzne sterowane będą zdalnymi sterownikami przewodowymi, po jednym dla każdego z pomieszczenia, umieszczonymi na ścianie przy drzwiach wejściowych. Sterownik zapewni podstawowe funkcje takie jak określenie nastawy temperatury, biegu wentylatora oraz możliwość ustalenia programu.

12.3. Sposób wykonania

Lokalizacja oraz wysokość montażu jednostek została pokazana na rysunkach. Góra jednostki wewnętrznej w odległości 30cm od stropu. Jednostkę zewnętrzną należy zainstalować tak, by jej króćce przyłączeniowe znajdowały się poniżej poziomu króćców jednostki

wewnętrznej, jednak różnica wysokości nie powinna wynieść więcej niż 5,0m. Należy ją również zainstalować w bezpieczniej odległości od ściany, tak aby zapewnić swobodny przepływ powietrza przez skraplacz.
Rurociągi cieczy i gazu łączące jednostkę wewnętrzną z zewnętrzną należy wykonać z rur preizolowanych. Rurę przewodową stanowić będzie miedziana rura bezszwowa, ciągniona wykonana zgodnie z EN 12735-1. Osłonięta materiałem izolacyjnym o przewodności cielnej min. 0,040 W/(m·K) i zewnętrzną folią ochronną. Łączenia rurociągów wykonać jako kielichowe skręcane.
Odprowadzenie skroplin z jednostek wewnętrznych wykonać w sposób grawitacyjny, poprzez prowadzenia rur sztywnych wykonanych z PP ze spadkiem ok. 3% w kierunku przegrody zewnętrznej.
Wszystkie rurociągi wraz z przewodami połączeniowymi oraz zasilającymi prowadzić razem w bruzdach ściennych, owijając je taśmą winylową.
Zdalny sterownik wyposażony jest w czujnik temperatury pomieszczenia. Należy go zatem zainstalować w miejscu nie narażonym na bezpośrednie nasłonecznienie, wysoką wilgotność oraz bezpośrednie oddziaływanie zimnego powietrza. Zdalny sterownik należy zainstalować ok. 1,5m ponad podłogą w miejscu o dobrej cyrkulacji powietrza i uśrednionej temperaturze.

12.4. Próba szczelności

W celu sprawdzenia poprawności wykonania instalacji należy przeprowadzić próbę szczelności wskazującą na ewentualne błędy w połączeniu rurociągów. W tym celu należy wykonać następujące czynności:
- Za pomocą węża do napełniania, podłączyć zawór rozgałęźny i butlę z suchym azotem do portu serwisowego.
- Napełnić układ suchym azotem do ciśnienia 1,0 MPa.
- Za pomocą miękkiego pędzla nałożyć roztwór mydła lub neutralnego detergentu na połączenia jednostki wewnętrznej lub zewnętrznej. Sprawdzić nieszczelności w miejscach połączeń rur.
- Pojawiające się pęcherzyki powietrza świadczą o istnieniu nieszczelności.

Następnie należy układ odpowietrzyć. W tym celu należy użyć pompy próżniowej, której pracę należy zakończyć w momencie uzyskania w układzie żadnego poziomu próżni wskazanego przez DTR urządzeń.

Po sprawdzeniu i oczyszczeniu należy instalację napełnić i przeprowadzić próby rozruchowe.

13. UZUPEŁNIANIE GLIKOLU I OLEJU SMARNEGO

Instalacja doprowadzać będzie olej świeży do smarowania silników ze zbiorników oleju świeżego. Zbiorniki oleju smarnego stanowią integralną część zespołu prądotwórczego mającą na celu zwiększenie objętości dostępnego oleju poprzez uzupełnianie ubytków oleju w misce olejowej znajdującej się w obudowie agregatu. Zakłada się, że jeden agregat zużywa ok. 0,36g/kWh przy pełnym obciążeniu 2000kWe, a pojemność układu olejowego silnika wynosi 401dm^3. Dobrano zbiornik do uzupełniania oleju 400dm^3. Zostanie on zlokalizowany w pomieszczeniu agregatu. Pozwoli on na pracę minimum przez 833h. Wymiana oleju będzie przeprowadzana bezpośrednio ze zbiorników, w których dostarczany będzie świeży olej. Każdy zbiornik oleju świeżego wyposażony będzie w mechaniczny (lokalny) wskaźnik poziomu oleju w zbiorniku, wlew wraz z odpowietrzeniem o raz rurę ssącą zakończoną koszem ssawnym z zaworem zwrotnym. Automatyka szaf agregatów będzie załączać pompę uzupełniania oleju. Dobrano pompy Piusi Viscomat 230/3M – po jednej dla każdego agregatu. Odbiór oleju zużytego winien odbywać się przez firmę specjalistyczną zajmującą się utylizacją olejów przepracowanych. Na potrzeby wymiany oleju przewidziano oddzielny króciec zakończony złączem kamlock.
W obiegach glikolowych, czynnik będzie wymieniany przy dostawie ze zbiorników, które przyjadą z dostawę. Obiegi uzupełniać poprzez króćce z w instalacji służące do spuszczania i uzupełniania.

14. SYGNALIZACJA POŻARU

Budynek będzie wyposażony w system sygnalizacji pożarowej oparty np. na centrali IGNIS 2040 współpracujący z czujkami temperatury i dymu np. Polon Alfa DOT-40.
Centrala sygnalizacji pożarowej jest przeznaczona do:
- sygnalizowania o źródle pożaru, wykrytym przez współpracujące ostrzegacze pożarowe (automatyczne i ręczne)
- wskazania miejsca zagrożonego pożarem poprzez identyfikację linii z alarmującą czujką
Centrala będzie przystosowana do pracy ciągłej w pomieszczeniach o małym zapyleniu, w zakresie temperatur od - 5°C do + 40°C i przy wilgotności względnej powietrza do 80% przy + 40°C. Centrala zostanie umieszczona w korytarzu przy klatce schodowej na ścianie osi 6.

Czujka przeznaczona jest do wykrywania dymu i wzrostu temperatury pojawiającego się w pierwszej fazie pożaru. W momencie jednoczesnego wykrycia zarówno dymu, jak i wzrostu temperatury czujka przekazuje sygnał alarmu do centrali sygnalizacji pożarowej. Zastosowanie dwóch sensorów w znacznym stopniu eliminuje możliwość wystąpienia fałszywych alarmów.

Pomieszczenia, w których przewidziano montaż czujek i ich powierzchnie:

- Pomieszczenia agregatów: po 53,9m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki do 80m^2, przyjęto 1 czujkę, umieścić na środku pomieszczenia
- Komory transformatorów 2500kV: po 15,2m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki do 80m^2, przyjęto 1 czujkę, umieścić na środku pomieszczenia
- Komory transformatorów 1000kV: po 10,8m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki do 80m^2, przyjęto 1 czujkę, umieścić na środku pomieszczenia
- Pomieszczenie szaf agregatów 38,1m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki do 80m^2, przyjęto 1 czujkę, umieścić na środku pomieszczenia
- Rozdzielnia potrzeb własnych 15,4m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki do 80m^2, przyjęto 1 czujkę, umieścić na środku pomieszczenia
- Wymiennikownia 310,5m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki do 60m^2, przyjęto 6 czujek, rozmieścić równomiernie w połowie pomieszczenia pomiędzy osiami C i D oraz przy ścianie w osi C (najwyższy poziom sufitu)
- Wentylatorownia 161m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki 60m^2, przyjęto 3 czujki, rozmieścić równomiernie przy ścianie w osi C (najwyższy poziom sufitu)
- Przyłącze cieplne 26,6m^2 – powierzchnia dozorowania 1 czujki 80m^2, przyjęto 1 czujkę, umieścić na środku pomieszczenia
- Korytarz – długość 33m, długość dozorowana 1 czujki do 15m, przyjęto 3 czujki, rozmieścić równomiernie na długości pomieszczenia w jego osi symetrii

System w razie wykrycia dymu z którejkolwiek z czujek:

- Załączy sygnalizację optyczno-akustyczną
- Wyśle informację do systemu nadrzędnego (do Dyspozytorni Ciepłowni Miejskiej)

Szczegółowe rozwiązania sygnalizacji pożarowej zostaną określone w projekcie wykonawczym przez projektanta systemów sygnalizacji pożarowej.

15. OGRZEWANIE

W celu zapewnienia odpowiedniej temperatury, podczas gdy agregaty nie powodują zysków ciepła w pomieszczeniach, planuje się ogrzewanie pomieszczeń agregatów. Ponadto ogrzewanie niezależnie od pracy układu odbywać się będzie w magazynie i korytarzu.

Do ogrzewania pomieszczeń agregatów przewidziano wodne nagrzewnice powietrza. Przewiduje się pokrycie strat ciepła w każdym pomieszczeniu agregatu:

$$Q = V \cdot \Delta T \cdot K\left[\frac{kcal}{h}\right]$$

gdzie:

Q – straty ciepła [kcal/h]

V – kubatura pomieszczenia [m^3]

dT – wymagany wzrost temperatury [°C]

K – współczynnik izolacji cieplnej, dla średniej izolacji budynku

$$Q = 212 \cdot (10 - (-20)) \cdot 1{,}4 = 8891\frac{kcal}{h} = 10{,}3kW$$

Dobrano nagrzewnicę wodną, poniżej zestawiono jej podstawowe dane techniczne

Zakres mocy grzewczej	3-20kW
Maksymalna wydajność powietrza	2100m^3/h
Zasięg poziomy maksymalny	14m
Zasięg pionowy maksymalny	8m

Metodą uproszczoną dobrano grzejniki w pomieszczeniach magazynu i korytarza. Dla magazynu przyjęto zapotrzebowanie na moc cieplną 20W/m^3, natomiast dla korytarza 25W/m^3. Dla kubatur odpowiednio 84m^3 oraz 180m^3, wyznaczono wymagane moce grzejników 1680W oraz 4500W. Dobrano:

- Dla pomieszczenia magazynu 1 grzejnik typ 22, 900x500mm, 1600W, podłączenie boczne, zawór termostatyczny
- Dla korytarza 3 grzejniki typ 22, 800x500mm, 1500W każdy, podłączenie boczne, zawór termostatyczny

Instalacja ogrzewania pomieszczeń w projektowanym budynku zostanie podłączona do instalacji istniejącej biegnącej przy taśmociągu żużla. Projektuje się instalację z rurociągów stalowych ¼ do 1” zgodnie z rysunkiem T-06.

16. ODPROWADZENIE GLIKOLU ZE ZRZUTÓW Z ZAWORÓW BEZPIECZEŃSTWA

Ścieki z rzutów z zaworów bezpieczeństwa z obiegów pracujących na mieszance wodno-glikolowej odprowadzane będą grawitacyjnie do bezodpływowego zbiornika glikolu. Instalację wykonać z rur stalowych czarnych bez szwu o średnicy DN100 (114,3x3,2) ze spadkiem 2,0% w kierunku zbiornika. Dla wszystkich obiegów zrzut następować będzie bezpośrednio do rurociągów odprowadzeniowych. Jedynie dla zaworu bezpieczeństwa grupy ZBHK1 projektuje się wpusty podłogowe, do których następować będzie zrzut. Poziome odcinki prowadzone będą na kondygnacji 0.00.
Zbiornik glikolu o pojemności 600dm^3 wykonany z przezroczystego materiału HDPE projektuje się w pomieszczeniu magazynowym. Należy go umiejscowić na wannie ociekowej będącej w stanie pomieścić całą pojemność zbiornika. Zbiornik winien być wyposażony w zawór spustowy o średnicy DN50 służący do jego okresowego opróżniania. Opróżnianie będzie się odbywało przez podpięcie do złączki wyprowadzonej na zewnątrz do skrzynki ściennej.
Instalacja wyposażona zostanie w wywiewnik kanalizacyjny do wyrzutu ewentualnych par. Wyprowadzony on zostanie przez ścianę boczną budynku z pionu GP06.
Wszelkie przejścia przez stropy oraz ściany prowadzić w rurach ochronnych.

17. KANALIZACJA SANITARNA

17.1. Instalacja kanalizacji sanitarnej

Projektowany budynek bloku kogeneracyjnego wyposażony zostanie w podposadzkową instalację kanalizacji grawitacyjnej. Ze względu na przeznaczenie obiektu, z budynku odprowadzane będą jedynie ścieki z wpustów podłogowych zlokalizowanych we wskazanych miejscach. Nie przewiduje się innych przyborów sanitarnych.
Wpusty zlokalizowane zostaną w każdym z pomieszczeniu agregatu (1.12-1.15), magazynie (1.11), przyłączu cieplnym (2.2), wymiennikowi (2.3). Założono, że pełnić one będą jedynie funkcję w przypadku spuszczania wody z rurociągów, wypływów wody z zaworów

bezpieczeństwa, nieoczekiwanych wypływów wody z instalacji. Ilości odprowadzanej wody będą zatem minimalne. Wymiary wpustów określono zgodnie z DIN 1986-100 na średnicę przyłączeniowa równą DN70 i odpływach jednostkowych wynoszących 1,4dm^3/s.
Obliczeniowe natężenie przepływu ścieków w poszczególnych częściach instalacji wyznaczono w oparciu o normę PN-EN 12056-2:

$$Q_{ww} = K\sqrt{\sum DU} \quad [dm^3/s]$$

gdzie:

Q_{ww} – natężenie przepływu ścieków, [dm3/s]

K – współczynnik częstości, zależny od przeznaczenia budynku, [-]

DU – odpływ jednostkowych z urządzeń sanitarnych, [dm^3/s]

Zestawienie wyników w poniższej tabeli.

	DU	0,7		
Odcinek	DU [dm^3/s]	Q_{ww} [dm^3/s]	DN [mm]	i [%]
WP11-T.01	1,4	0,83	70	1,0%
T.01-T.03	**2,8**	**1,17**	**70**	**1,0%**
WP12-T.02	1,4	0,83	70	1,0%
T.02-T.03	2,8	1,17	70	1,0%
T.03-T.05	**5,6**	**1,66**	**100**	**1,0%**
WP13-T.04	1,4	0,83	70	1,0%
T.04-T.05	2,8	1,17	70	1,0%
T.05-T.07	**8,4**	**2,03**	**100**	**1,0%**
WP14-T.06	1,4	0,83	70	1,0%
T.06-T.07	2,8	1,17	70	1,0%
T.07-T.09	**11,2**	**2,34**	**100**	**1,0%**
WP15-T.08	1,4	0,83	70	1,0%
T.08-T.09	2,8	1,17	70	1,0%
T.09-T.10	**14,0**	**2,62**	**100**	**1,0%**
WP16-T.10	1,4	0,83	70	1,0%
T.10-T.11	**15,4**	**2,75**	**100**	**1,0%**
WP26-T.11	1,4	0,83	70	1,0%

Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra zaprojektowano sześcienną studzienkę schładzającą betonową o pojemności 2,0m^3, zlokalizowaną pod posadzką, do której doprowadzone zostaną rury kanalizacyjne na potrzeby schładzania ścieków do temperatury <35°C. Ścieki schładzane będą poprzez przetrzymanie ich w objętości zbiornika i przejmowanie w tym czasie pochodzącego z nich ciepła przez beton. Schładzanie ścieków w studzience odbywać się bowiem będzie okresowo, w sytuacjach awaryjnego spustu wody

grzewczej z urządzeń technologicznych. Ilość oraz przepływy ścieków będą niewielkie, co zapewni dostatecznie długi czas przetrzymania ich w studni.
Projektowana studzienka zostanie wykonana z elementów prefabrykowanych. Składać się na nią będą:

- Pokrywa o wymiarach 1660x1060x120 mm z włazem Ø600 (masa 440kg)
- Element pośredni o wymiarach 1400x800x1000 mm (masa 1260 kg)
- Podstawy o wymiarze 1400x800x850 (masa 1850 kg)

Wszystkie elementy studzienki wykonane z betonu klasy min. C35/C45 o nasiąkliwości nie większej niż 5%. Ścianki zewnętrzne grubości 120mm. Wytrzymałość na obciążenie pionowe do 50 kN.

17.2. Wykonanie instalacji

Wpusty
Jako zwieńczenie wpustów projektuje się ruszty kratowe.
Wpusty, pokrywy i nasadki muszą być wykonane w taki sposób, aby odpowiadały one potencjalnemu obciążeniu w miejscu zabudowy. Wpusty zlokalizowane zostały w miejscach, gdzie nie występować będzie żaden ruch kołowy oraz większe obciążenie. Zgodnie z normą PN-EN 1253-1 projektuje się wymaganą klasę obciążenia na poziomie minimum L 15.
Wpusty montować około 2mm poniżej poziomu podłogi Posadzki w pomieszczeniach wykonywać ze spadkiem 1,0% w kierunku wpustów. Połączenie odpływu z konstrukcją podłogi musi być wykonane w sposób szczelny i stabilny wg rozwiązań dostawcy wpustu.
Rurociągi
Ze względu na przemysłowy charakter obiektu, ścieki odprowadzane będą rurami wykonanymi z żeliwa szarego łączonymi kielichowo. Wykonanie rur oraz kształtek zgodnie z PN-EN 877
Przewody należy prowadzić ze spadkiem 1,0% w kierunku wyjścia poza obrys budynku.
Rurociągi układać pod powierzchnią posadzki betonowej, na podsypce piaskowej o grubości minimum 150mm.
Piony mocować do elementów konstrukcyjnych budynku przy pomocy opasek z wkładkami z gumy EPDM tłumiącymi drgania. Maksymalna odległość między opaskami – 2m.
Próba ciśnienia
Zgodnie z normą PN-EN-877 dla instalacji kanalizacyjnych zmontowanych z rur o średnicy do DN 200,montowanych wewnątrz budynków, obowiązuje wymóg badania na ciśnienie

wewnętrzne 5 bar. Badania prowadzić, gdy rurociągi są zamocowane i zabezpieczone przed rozsuwaniem.

Czas wcześniejszego napełnienia wodą przed próbą – max 24 h,

Czas trwania próby – 120 minut

17.3. Zestawienie elementów instalacji kanalizacji sanitarnej

L. p.	Oznaczenie	Obiekt	Ilość	Długość	Wykonanie
			[-]	[mb]	[-]
1	2	3	4	5	6
1.	W11-W16; W21-W26	Wpust podłogowy	12	-	przepływ 1,4 l/s jednoczęściowy odpływ pionowy bez syfonu średnica odpływu - DN70 zwieńczenie - ruszt kratowy 200x200mm, klasa min. L15
2.	-	Rura żeliwna DN70	-	82	żeliwo szare wg EN 1561; 70x3,5mm
3.	-	Rura żeliwna DN100	-	23	żeliwo szare wg EN 1561; 100x3,5mm
4.	-	Kolano 45° DN70	55	55	żeliwo szare
5.	-	Trójnik 45° 70x70	6	-	żeliwo szare
6.	-	Trójnik 45° 100x70	5	-	żeliwo szare
7.	-	Redukcja DN70-DN100	1	-	żeliwo szare
8.	-	Studzienka schładzająca	1	-	Beton klasy min C35/C45 o nasiąkliwości <5,0% Pojemność min. 2,0 m3 Wysokość min. 2,5 m (liczone od poziomu posadzki) Szerokość zewn. max 1,0 m

17.4. Przyłącze kanalizacji sanitarnej

Po doprowadzeniu przykanalika do studzienki rewizyjnej, projektuje się zmianę materiału rurociągów z żeliwa na tworzywo sztuczne. Z bilansu z poprzedniego punktu, uzyskano, że do sieci odprowadzane będzie niecałe 3,0dm^3/s ścieków. Przy takiej wartości projektuje się wykonanie rur przyłączeniowych o średnicy Ø160 ze spadkiem od 0,5% do 3,4%. Przy za-

łożeniu 70% wypełnienia kanału maksymalna prędkość wyniesie 0,77 m/s. Zmniejszenie spadku na odcinku od studni S9-S10 wynika z występujących w tym obszarze kolizji z innymi sieciami podziemnymi.

Wszystkie rurociągi sieci należy wykonać z rur wykonanych z PVC-U klasy S o litej, jednorodnej strukturze ścianki o sztywności obwodowej 8 kN/m2 (SN8). Włączenie do studzienek wykonać za pomocą szczelnych kształtek przyłącznych – kinet prefabrykowanych lub za pomocą szczelnych kształtek przyłącznych. Włączenia wykonać na głębokości maks. 1,0m od dna studzienek.

Studzienkę S10 wykonać z kręgów betonowych. Pozostałe studzienki wykonać z PP. Głębokość studzienek zgodnie z częścią graficzną projektu. Jako przykrycie studzienek zastosować włazy żeliwne bez wentylacji.

W studzience S7 zostanie zamontowana zasuwa zwrotna z dźwignią zamknięcia ręcznego.

17.5. Zestawienie elementów przyłącza kanalizacji sanitarnej

Lp.	Ozn.	Lp.	Element	Jednostka	Ilość
1	S7	1.1	właz żeliwny D400	szt.	1,00
			- średnica studzienki 425 mm		
			- klasa obciążenia D400		
		1.2	adapter pod właz	szt.	1,00
			stożek odciążający z tworzywa		
		1.3	rura teleskopowa do rury karbowanej z uszczelką	szt.	1,00
			- dla rury 425 mm		
		1.4	rura trzonowa	szt.	1,00
			- PP SN4		
			- karbowana		
			- średnica 425 mm		
			- długość 2000 mm		
		1.5	dno PP do rury karbowanej	szt.	1,00
			- średnica 425 mm		
2	S8	1.1	właz żeliwny D400	szt.	1,00
			- średnica studzienki 425 mm		
			- klasa obciążenia D400		
		1.2	adapter pod właz	szt.	1,00
			stożek odciążający z tworzywa		
		1.3	rura teleskopowa do rury karbowanej z uszczelką	szt.	1,00
			- dla rury 425 mm		
		1.4	rura trzonowa	szt.	1,00
			- PP SN4		
			- karbowana		
			- średnica 425 mm		

			- długość 2000 mm		
		1.5	dno PP do rury karbowanej	szt.	1,00
			- średnica 425 mm		
3	S9	1.1	właz żeliwny D400	szt.	1,00
			- średnica studzienki 425 mm		
			- klasa obciążenia D400		
		1.2	adapter pod właz	szt.	1,00
			stożek odciążający z tworzywa		
		1.3	rura teleskopowa do rury karbowanej z uszczelką	szt.	1,00
			- dla rury 425 mm		
		1.4	rura trzonowa	szt.	1,00
			- PP SN4		
			- karbowana		
			- średnica 425 mm		
			- długość 2000 mm		
		1.5	dno PP do rury karbowanej	szt.	1,00
			- średnica 425 mm		
4	S10	1.1	Dennica monolityczna 1200/760	szt.	1,00
		1.2	Kręgi 1200/750 na uszczelki wg DIN4034	szt.	2,00
		1.3	Zwężka 1200/625/580	szt.	1,00
		1.4	Właz żeliwny	szt.	1,00
5	-	-	Zasuwa zwrotna 160mm z dźwignią zamknięcia ręcznego	szt.	1,00
6	-	-	rura PVC-U:	mb	65,00
			- φ160		
			- klasa S		
			- sztywność obwodowa SN ≥ 8kN/m		
			-łączone kielichowo		

17.6. Roboty ziemne

Rurociągi układać na 15cm podsypce piaskowej. Obsypkę piaskową stosować po obu stronach rury do 30cm nad wierzch rury. Zasyp rurociągów w wykopie dwuwarstwowym, przeprowadzić się w trzech etapach:

etap 1 - wykonanie warstwy ochronnej rury z wyłączeniem odcinków na złączach,

etap 2 - po próbie szczelności złącz rur wodociągu, wykonanie warstwy ochronnej w miejscach połączeń,

etap 3 - zasyp wykopu gruntem rodzimym, warstwami z jednoczesnym zagęszczeniem i ewentualną rozbiórką deskowań ścian wykopu; odtworzenie nawierzchni do stanu pierwotnego

Przy zasypywaniu należy uzyskać wskaźnik zagęszczenia 1,0 (podsypka, obsypka i zasypka). Głębokości przykrycia min. 1,4m poniżej poziom terenu. Rurociągi pod jezdnią układać metodą przecisku lub przewiertu.

18. KANALIZACJA DESZCZOWA

18.1. Instalacja ścieków deszczowych

W ramach części sanitarnej projektu budowy bloku gazowego, przewiduje się wykonanie grawitacyjnej instalacji kanalizacji deszczowej oraz przełożenie rurociągu Ø200 stanowiącego fragment istniejącej sieci kanalizacji deszczowej.

Bilans odprowadzanych wód deszczowych z dachu

Dach projektowanego budynku zgodnie z projektem konstrukcji wykonany zostanie jako dwuspadowy. Ilość odprowadzanych ścieków z każdej części dachu obliczono zgodnie z normą PN-92/B-01707:

$$Q = A_d \cdot q \cdot \psi \left[\frac{l}{s}\right]$$

gdzie:

A_d – powierzchnia dachu [ha],

q – miarodajne natężenie deszczu [dm^3/s/ha],

ψ – współczynnik spływu [-],

Powierzchnia części południowej i północnej dachu wynoszą:

$$A_N = 33 \cdot 10{,}3 = 34{,}0\ m^2$$

$$A_S = 33 \cdot 6{,}3 = 20{,}8\ m^2$$

Współczynnik spływu przyjęto na poziomie 0,9 ze względu na sposób wykonania dachu.

Natężenie deszczu przyjęto na poziomie $300 \frac{l}{s \cdot ha}$

Ilość odprowadzanych ścieków z każdej części dachu wynosi:

$$Q_N = 5{,}6\ dm^3/s$$

$$Q_S = 9{,}2\ dm^3/s$$

Ścieki z każdej części dachu spływać będą do rynien okapowych półokrągłych o średnicy Ø100, mocowanych poniżej krawędzi połaci dachowej ze spadkiem 3 mm/m w kierunku pionów. Projektuje się wykonanie dwóch pionów dla każdej z krawędzi dachu, odpowiednio w osiach 1 oraz 7. Piony o średnicy Ø100. Wyloty do pionów wykonać o ostrych krawę-

dziach. Ze względu odprowadzania ścieków deszczowych do kanalizacji a nie na powierzchnię terenu, każdy z pionów należy wyposażyć w osadnik z rusztem, na którym zatrzymywane będą grubsze zanieczyszczenia spłukiwane z powierzchni dachu.
Rynny oraz piony należy wykonać ze stali wg wytycznych architektury.
Piony deszczowe łączone będą przewodami odpływowymi o średnicach Ø160 w studzienkach inspekcyjnych o średnicach Ø425 (przelotowe) i Ø1200 (zbiorcze). Przewody odpływowe układać w zagłębieniu 1,4 m poniżej poziomu terenu i ze spadkami zgodnie częścią rysunkową (profile podłużne).
Ścieki z południowej części dachu włączone będą do studzienki S4 na istniejącym odcinku.
Ścieki deszczowe z północnej części dachu odprowadzane będą do studzienki S2, która będzie zbierać również ścieki ze studzienki S6 z istniejącego, nieprzeznaczonego do usunięcia odcinka kanalizacji na północ od studzienki S6. Spływ ze studzienki zbiorczej S2 do studzienki S4.
Wszystkie rurociągi należy wykonać z rur PVC-U klasy S o litej, jednorodnej strukturze ścianki o sztywności obwodowej 8 kN/m2 (SN8). Włączenie do studzienek wykonać za pomocą szczelnych kształtek przyłącznych – kinet prefabrykowanych lub za pomocą szczelnych kształtek przyłącznych.
Studzienki przelotowe wykonać z PP. Studzienki zbiorcze z kręgów betonowych. Głębokość studzienek zgodnie z częścią graficzną projektu. Jako przykrycie studzienek zastosować włazy żeliwne bez wentylacji klasy D400.

18.2. Roboty ziemne

Rurociągi układać na 15cm podsypce piaskowej. Obsypkę piaskową stosować po obu stronach rury do 30cm nad wierzch rury. Zasyp rurociągów w wykopie dwuwarstwowym, przeprowadzić się w trzech etapach:
etap 1 - wykonanie warstwy ochronnej rury z wyłączeniem odcinków na złączach,
etap 2 - po próbie szczelności złącz rur wodociągu, wykonanie warstwy ochronnej w miejscach połączeń,
etap 3 - zasyp wykopu gruntem rodzimym, warstwami z jednoczesnym zagęszczeniem i ewentualną rozbiórką deskowań ścian wykopu; odtworzenie nawierzchni do stanu pierwotnego
Przy zasypywaniu należy uzyskać wskaźnik zagęszczenia 1,0 (podsypka, obsypka i zasypka). Przewody układać ze spadkiem minimum 2,0%, na głębokości przykrycia min. 1,4m poniżej poziom terenu.

18.3. Zestawienie elementów

		Element	Jednostka	Liczba
S1	1.1	Pokrywa żel. A15/425 do rury karb.2rygle	szt.	1
	1.2	Rura karb.trz. PP 425 (2m) b.kiel.	szt.	1
	1.3	Kineta 425 przepł. 160/90st SW	szt.	1
S2	2.1	Dennica monolityczna 1200/550	szt.	1
	2.2	Kręgi 1200/500 na uszczelki wg DIN4034	szt.	2
	2.3	Zwężka 1200/625/580	szt.	1
	2.4	Właz żeliwny	szt.	1
S3	3.1	Pokrywa żel. A15/425 do rury karb.2rygle	szt.	1
	3.2	Rura karb.trz. PP 425 (2m) b.kiel.	szt.	1
	3.3	Kineta 425 przepł. 160/90st SW	szt.	1
S4	4.1	Dennica monolityczna 1200/470	szt.	1
	4.2	Kręgi 1200/500 na uszczelki wg DIN4034	szt.	2
	4.3	Zwężka 1200/625/580	szt.	1
	4.4	Właz żeliwny	szt.	1
S5	5.1	Pokrywa żel. A15/425 do rury karb.2rygle	szt.	1
	5.2	Rura karb.trz. PP 425 (3m) b.kiel.	szt.	1
	5.3	Kineta 425 przepł. 160/90st SW	szt.	1
		rura PVC-U: - φ160 - klasa S - sztywność obwodowa SN ≥ 8kN/m -łączone kielichowo	m	75
		rura PVC-U: - φ200 - klasa S - sztywność obwodowa SN ≥ 8kN/m -łączone kielichowo	m	35

19. ODWODNIENIE TERENÓW UTWARDZONYCH

Zgodnie z projektem architektury, dla nowego budynku projektuje się układ dojść i dojazdów z istniejącej drogi pożarowej. Nowe podjazdy stanowić będą powierzchnię utwardzoną wykonaną z kostki betonowej wibroprasowanej grubości 8cm na podsypce cementowo – piaskowej.

Dla wyżej nadmienionego układu drogowego projektuje się instalację odwodniającą.

19.1. Dane wyjściowe

Spadek podłużny istniejącej drogi – 0,6%

Spadek poprzeczny istniejącej drogi – 2,0% (droga jednospadowa)

Rzędna wejść i wjazdów do budynku – 121,85 m n.p.m.

Ze względu na znaczne różnice rzędnych pomiędzy powierzchnią utwardzoną projektowaną, a istniejącym terenem zielonym, zgodnie z projektem architektury, zaprojektowano między tymi terenami bloczki oporowe. Nie projektuje się dowiązania wysokościowego obu terenów. Spadek projektowanego terenu wynikać będzie zatem jedynie z potrzeb jego odwodnienia.
Powiązanie wysokościowe terenu wykonane zostanie jedynie z istniejącą drogą pożarową.

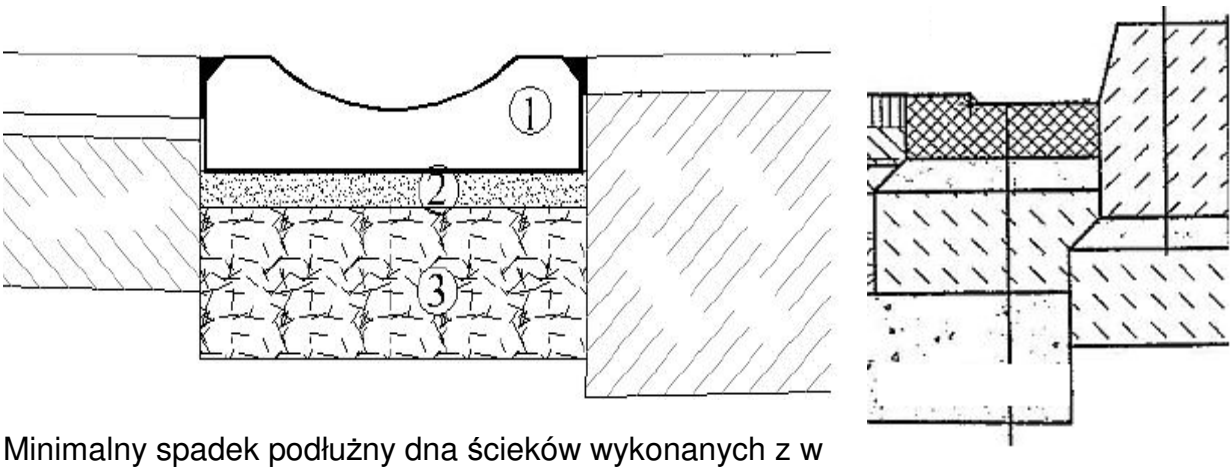
19.2. Rozwiązanie projektowe odwodnień

Projektowany teren utwardzony został podzielony na cztery strefy spływu wody. Każda o następujących powierzchniach:

- P1 – 186,9 m^2
- P2 – 96,6 m^2
- P3 – 163,0 m^2
- P4 – 32,0 m^2

Zgodnie z Rozporządzeniem, maksymalna wartość powierzchni odwadnianej przez jeden wpust wynosi 800 m^2. Zaleca się jednak przyjmowanie powierzchni nie przekraczającej 400 m^2. Dla wyżej wymienionych powierzchni projektuje się zatem dwie studzienki wpustowe. Pierwsza z nich przejmować będzie opady z powierzchni P1 i zlokalizowana zostanie przy krawędzi istniejącej drogi pożarowej. Druga studzienka przyjmować będzie opady z powierzchni P2, P3, P4 o łącznej powierzchni 291,6 m^2. Studzienka ta będzie zbierać opady z terenu utwardzonego oraz z dachu budynku.
Ze względu na liczne wjazdy do budynku od strony południowej oraz funkcji powierzchni utwardzonej, projektuje się wykonanie połączenia między projektowanym terenem a istniejącą droga pożarową w postaci korytka ściekowego muldowanego z betonu klasy B-30 o wymiarach 60x15x50 mm. Wykonane zostanie w tym celu dowiązanie wysokościowe terenów, tak aby zapewnić płynny przejazd przez ściek, nie zaburzając jednocześnie obecnego spadku ścieku jezdni. Aby jednak zapewnić parametry hydrauliczne ścieku nawierzchniowego, jego głębokości nie może być mniejsza niż 3 cm

W sąsiedztwie projektowanych bloczków oporów oraz krawężników, projektuje się ścieki przykrawężnikowe o wymiarach 28x50x10 wykonane z betonu B-30.



Minimalny spadek podłużny dna ścieków wykonanych z w technologii monolitycznej z betonu powinien wynosić co najmniej 0,3% Dokładne wartości spadków kanałów oraz terenów wraz z ich kierunkami wskazano na rysunku.

19.3. Obliczenia

Ilość odprowadzanych opadów z każdej powierzchni obliczono na podstawie wzoru:

$$Q = A_d \cdot q \cdot \psi \left[\frac{l}{s} \right]$$

gdzie:

A_d – powierzchnia terenu [ha],

q – miarodajne natężenie deszczu [dm^3/s/ha],

ψ – współczynnik spływu [-],

Współczynnik spływu przyjęto na poziomie 0,8 ze względu na materiał, z którego wykonany zostanie teren utwardzony.

Natężenie deszczu przyjęto na poziomie $300 \frac{l}{s \cdot ha}$

Ilość odprowadzanych ścieków z każdej powierzchni wynosi:

$$Q_1 = 4{,}5\ dm^3 / s$$

$$Q_2 = 7{,}0\ dm^3 / s$$

Zalecane prędkości przepływu wody w zaprojektowanym przewodzie nie powinna być mniejsza niż 0,6 m/s

Ścieki z terenów P2, P3, P4, odprowadzane będą bezpośrednio do studzienki S6. Wpust uliczny 1.1 zostanie połączony z siecią kanalizacji deszczowej przykanlikiem o wymiarze Ø75 wykonanym z PVC-U klasy S o litej, jednorodnej strukturze ścianki o sztywności obwodowej 8 kN/m2 (SN8). Przykanalik prowadzony będzie ze spadkiem i=1,0% w kierunku studni przyłączeniowych. Minimalne zagłębienie rurociągi – 1,4 m.

20. PROJEKTOWANA CHARAKERYSTYKA ENERGETYCZNA

PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

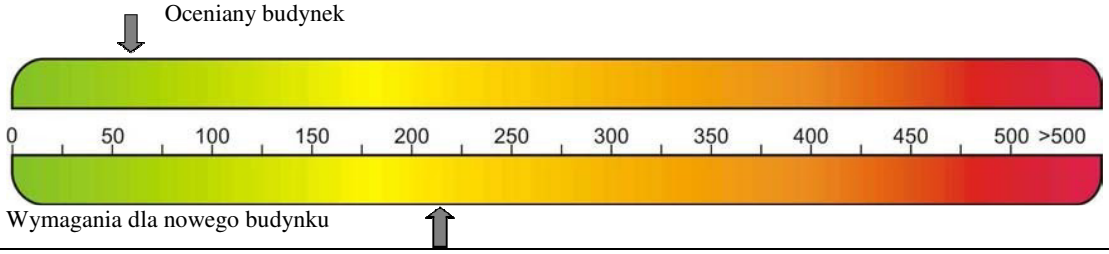
Oceniany budynek		
Rodzaj budynku[2)]	Produkcyjny	
Przeznaczenie budynku[3)]	Budynek agregatu kogeneracyjnego	
Adres budynku	ul Przemysłowa 2; 96-100 Skierniewice	
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy[4)]	nie	
Rok oddania do użytkowania budynku[5)]	-	
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej[6)]	metoda obliczeniowa	
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A_f [m^2][7)]	Ogrzewana – 97,80 m^2 Chłodzona – 52,70 m^2	
Powierzchnia użytkowa [m^2]	981,09	

Stacja meteorologiczna, według której danych jest wyznaczana charakterystyka energetyczna[9)]	Warszawa-Okęcie

Ocena charakterystyki energetycznej budynku[10)]

Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = 28,03 kWh/(m^2 · rok)	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową[11)]	EK = 22,86 kWh/(m^2 · rok)	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną[11)]	EP = 60,81 kWh/(m^2 · rok)	EP = 215,0 kWh/(m^2 · rok)
Jednostkowa wielkość emisji CO_2	E_{CO_2} = 0,0000544 t CO_2/(m^2 · rok)	
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U_{oze} = 0,00 %	

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m^2 · rok)]



Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek[12)]

System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m^2 · rok)
Ogrzewania	Sieć cieplna – węgiel kamienny	5 162,42	kWh/(m^2 · rok)
	Energia elektryczna – Sieć elektroenergetyczna systemowa	-	kWh/(m^2 · rok)
Przygotowanie ciepłej wody	-	-	-
Chłodzenia	Energia elektryczna – Sieć elektroenergetyczna systemowa	121,28	kWh/(m^2 · rok)
Wbudowanej instalacji oświetlenia[11)]	Energia elektryczna – Sieć elektroenergetyczna systemowa	20 579,19	kWh/(m^2 · rok)

Sporządzający świadectwo:

ENVIROTECH Sp. z o.o.
ul. Jana Kochanowskiego 7
60-845 Poznań
mgr inż. Marcin Jachimowski
nr upr. 7131-7132/153/PW/2001

Podpis i pieczątka

Podstawowe parametry techniczno-użytkowe budynku				
Liczba kondygnacji budynku	2			
Kubatura budynku [m^3]	4130			
Kubatura budynku o regulowanej temperaturze powietrza [m3]	Część ogrzewana – 387 Część chłodzona – 234			
Podział powierzchni użytkowej budynku14)	Powierzchnia użytkowa 93,0 %; Powierzchnia ruchu - 7,0%			
Temperatury wewnętrzne w budynku w zależności od stref ogrzewanych	10			
Rodzaj konstrukcji budynku	szkieletowa stalowo-żelbetowa			
Przegrody budynku	Nazwa przegrody	Opis przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m^2 · K)]	
			uzyskany	wymagany[15)]
	Ściana zenwętrzna S1	Tynk, gładź cem.-wap. Bloczki silikatowe Wełna min. (40) Tynk cementowo-piaskowy (PN-EN 12524)	0,39	0,45
	Ściana pod gruntem S2	Beton (krusz. wap.) Styropian	0,35	0,45
	Ściana wewnętrzna 24cm	Bloczki silikatowe	1,59	bez wymagań
	Ściana wewnętrzna 12 cm	Bloczki silikatowe	2,25	bez wymagań
	Stropodach	Papa asfaltowa Wełna min. Folia PE	0,23	0,30
	Posadzka na gruncie P1	żywica epoksydowa wylewka zbrojona siatką 8cm folia PE izolacja termiczna – styropian twardy 15cm izolacja przeciwwilgociowa – 2 x papa termozgrzewalna z wywinięciem na ściany płyta betonowa wg proj. konstrukcji 15cm folia budowlana piasek zagęszczony min.40cm grunt rodzimy	0,25	1,20
	Warstwa stropu nad parterem P2, P4:	żywica epoksydowa wylewka zbrojona siatką 5cm strop prefabrykowany kanałowy 26,5cm tynk cementowo wapienny	0,95	1,00
	Warstwa parteru z podłogą techniczną P3:	podłoga techniczna systemowe REI30 wykończona fabrycznie PCV na ruszcie stalowym płyta betonowa wg proj. konstrukcji 15cm izolacja przeciwwilgociowa – 2x papa termozgrzewalna z wywinięciem na ściany warstwa podbetonu B10 folia budowlana piasek zagęszczony min.40cm grunt rodzimy	2,05	1,00
	Okno O1	PVC 200x80	1,60	1,60
	Okno O2	PVC 286x80	1,60	1,60

	Brama Dz1	Stal	1,50	1,50
	Brama DZ3	Stal	1,50	1,50
	Drzwi zewnętrzne	Stal	1,50	1,50
	Drzwi wewnętrzne	Stal	2,00	bez wymagań
System ogrzewania[16)]	Elementy składowe systemu	Opis		Średnia sezonowa sprawność
	Wytwarzanie ciepła	Przyłącze z sieci cieplnej z ciepłowni węglowej		0,95
	Przesył ciepła	Centralne ogrzewane z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej		0,90
	Akumulacja ciepła	System bez zasobnika		1,00
	Regulacja i wykorzystanie ciepła	Ogrzewanie wodne - regulacja automatyczna		0,82
System przygotowania ciepłej wody użytkowej[16)]	Elementy składowe systemu	Opis		Średnia sezonowa sprawność
	Wytwarzanie ciepła	-		-
	Przesył ciepła	-		-
	Akumulacja ciepła	-		-
System chłodzenia[16)]	Elementy składowe systemu	Opis		Średnia sezonowa sprawność
	Wytwarzanie chłodu	Klimatyzator typu split R407C		5,63 / 4,88
	Przesył chłodu	Klimatyzator rozdzielczy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem		1,00
	Akumulacja chłodu	System bez zasobnika		1,00
	Regulacja i wykorzystanie chłodu	Regulacja ciągła		0,94
Wentylacja	Budynek agregatu kogeneracyjnego wyposażony został w układ wentylacji mieszanej, tzn. mechanicznej oraz naturalnej. Wentylacja mechaniczna pełni jednak jedynie funkcje w procesach technologicznych tj, dostarczenia powietrza do spalania, chłodzenie układów. Nie została zatem uwzględniona w obliczeniach charakterystyki energetycznej. W pomieszczeniach, w których zaprojektowana została instalacja ogrzewania występuję natomiast jedynie wentylacja naturalna o projektowanej krotności wymian n=2,0 1/h W strefach chłodzonych zaprojektowana została wentylacja mechaniczna nawiewna. W pomieszczeniu rozdzielni potrzeb własnych o strumieniu 120 m3/h, w pomieszczeniu szaf generatorów 300m3/h.			
System wbudowanej instalacji oświetlenia11), 16)	Projekt zakłada oświetlenie pomieszczeń budynku agregatu kogeneracyjnego za pomocą opraw liniowych LED. Dodatkowo w większości pomieszczeń przewiduje się montaż dedykowanych opraw oświetlenia awaryjnego bazującego na oprawach typu LED Natężenia światła zgodnie z projektem elektrycznym: pomieszczenia rozdzielnicy RPW i szaf generatorowych - 300 lx; pomieszczenia generatorów i inne pomieszczenia technologiczne – 200lx; komunikacja (korytarz, klatka schodowa) – 100lx (na poziomie posadzki).			
Inne istotne dane dotyczące budynku	-			

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU [kWh/(m^{2}rok)]

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
kWh/(m^{2}rok)	3 619,37	0,00	598,54	0,00	4 217,91
Udział [%]	85,81%	0,00%	14,19%	0,00%	100,00%

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU **28,03 kWh/(m2rok)**

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową EK [kWh/(m^{2}rok)]

Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Paliwo - węgiel kamienny	5 162,42	0,00	0,00	0,00	5 162,42
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	121,28	20 579,19	20 700,47
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK					**22,86 kWh/(m2rok)**

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną EP [kWh/(m^{2}rok)]					
Nośnik energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
Paliwo - węgiel kamienny	6 711,15	0,00	0,00	0,00	6 711,15
Energia elektryczna - produkcja mieszana	0,00	0,00	363,85	61 737,56	62 101,42
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP					**60,81 kWh/(m2rok)**

21. ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ TECHNOLOGICZNYCH

Uwaga!

W projekcie podano niektóre urządzenia i materiały konkretnych firm w celu dokonania najbardziej realnych wycen oraz podania cech i parametrów technicznych odpowiadającym przyjętym rozwiązaniom projektowym. Nie oznacza to bezwzględnej konieczności ich stosowania. Dopuszcza się w realizacji inwestycji zastosowanie innych materiałów i urządzeń pod warunkiem zachowania wskazanych w projekcie parametrów technicznych.
Po wyborze przez Inwestora konkretnego typu agregatu kogeneracyjnego należy przeliczyć ponownie wszystkie instalacje.
Podane w projekcie budowlanym parametry techniczne, w szczególności moce cieplne, elektryczne i sprawności są przykładowe. Wartości rzeczywiste wynikały będą z postępowania przetargowego.