



		Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej		Ilość stron:20 (łącznie ze stroną tytułową)			
• NAZWA PROJEKTU : Budowa Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie • Nr DOKUMENTU : 1-630-00-EM290-00002 • TYTUŁ : Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej • INWESTOR : Krakowski Holding Komunalny S.A. w Kraków					<u>FAZA</u> <input type="checkbox"/> Do przeglądu <input type="checkbox"/> Do informacji <input checked="" type="checkbox"/> Do zatwierdzenia <input type="checkbox"/> Do realizacji <input type="checkbox"/> Do ()		
G	19 grudzień 2014	Poprawione w celu zatwierdzenia (Poprawiono zgodnie z pismem Inżyniera nr ref.: 942)	Michał Lewandowski	J. K. KIM	J. S. Kim		
F	9 październik 2014	Poprawione w celu zatwierdzenia (Zestaw pompowy, płynne sterowanie)	Michał Lewandowski	J. K. KIM	J. S. Kim		
E	11 marca 2014	Poprawione w celu zatwierdzenia (Uwagi Zamawiającego)	Michał Lewandowski	J. K. KIM	J. S. Kim		
D	27 stycznia 2014	Poprawione w celu zatwierdzenia (Min. Obciążenie: 1,75 MW)	Michał Lewandowski	J. K. KIM	J. S. Kim		
Rew. Nr	DATA	OPIS	Opracował	Sprawdził	Zatwierdził		
Zamawiający: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div> Krakowski Holding Komunalny S.A. w Krakowie </div> </div>							
Inżynier kontraktu: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div> Zakłady Pomiarowo - Badawcze Energetyki ENERGOPOMIAR Sp. z o.o. </div> </div>							
Wykonawca: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div> POSCO Engineering & Construction Co.,Ltd. </div> </div>							
Podwykonawca: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div> WOJEWODZKI INSTALACJE </div> </div>							

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	2 / 20	

SPIS TREŚCI

1. Informacje ogólne	3
2. Parametry projektowe	3
2.1 Pompa wody cieplowniczej	3
2.2 Wymiennik ciepła nr 1	4
2.3 Wymiennik ciepła nr 2	4
2.4 Wymiennik ciepła niskiego obciążenia- (dla obciążenia min. 4,4-1,75 MW)	4
2.5 Pompa kondensatu sieci cieplowniczej	4
2.6 System uzupełniania wody	4
2.7 Separator szlamu	5
3. Opis poszczególnych systemów	5
3.1 System cieplowniczy	5
3.2 System cyrkulacyjny sieci cieplowniczej	6
4. Koncepcja działania i regulacji	7
4.1 Schemat ideowy sieci cieplowniczej	7
4.2 Regulacja mocy cieplnej zasilania	8
4.3 Regulacja temperatury zasilania sieci cieplowniczej	13
4.4 Praca awaryjna	14
5. Tryby działania (analiza przypadków)	15
5.1 Sezon letni – (obszar wspólny i wydzielony)	15
5.2 Sezon zimowy – (obszar wspólny i wydzielony)	17
5.3 Minimalne obciążenie (wyłącznie obszar wspólny)	18
6. Załączniki	19
7. Rysunki	19

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	3 / 20	

1. Informacje ogólne


- 1) Energia cieplna wytwarzana przez ZTPO jest przesyłana do istniejącej miejskiej sieci ciepłowniczej, która znajduje się w odległości 3,2 km od ZTPO.
- 2) Energia cieplna wytwarzana przez ZTPO jest wykorzystywana jako podstawowe obciążenie obszaru wspólnego celem zapewnienia stabilnego działania ZTPO. **Jeżeli inny zakład nie będzie w stanie dostarczać energii cieplnej do sieci lub w przypadku modernizacji bądź napraw prowadzonych w ramach systemu MPEC S.A., ZTPO będzie doprowadzać ciepło do obszaru wydzielonego.**
- 3) Za pomocą wymienników ciepła system ciepłowniczy podgrzewa wodę ciepłowniczą która wraca z istniejącej miejskiej sieci ciepłowniczej, a następnie dostarcza podgrzaną wodę do miejskiej sieci ciepłowniczej przyłączem realizowanym w zakresie inwestycji ZTPO.
- 4) Energia cieplna, która może być dostarczana przez ZTPO do istniejącej miejskiej sieci ciepłowniczej:
 - Zakres pracy obciążenia podstawowego : 35-4.4 MW
 - Zakres pracy obciążenia niskiego : 5,0- 1,75 MW
- 5) Zakres możliwych temperatur zasilania i powrotu wody ciepłowniczej, która może być dostarczana przez ZTPO do istniejącej miejskiej sieci ciepłowniczej, prezentuje się następująco zgodnie z tabelą regulacyjną MPEC

Sezon	Temperatura maks.	Temperatura min.
- Zimowy (Zasilanie / Powrót)	135 / 70,8°C	70 / 41,8°C
- Letni (Zasilanie / Powrót)	70 / 50°C	70 / 50°C

2. Parametry projektowe

2.1 Pompy wody gorącej (NDC11AP010, NDC12AP010, NDC13AP010, NDC14AP010)

- 1) Ilość :Cztery (4) zespoły
- 2) Typ :Odśrodkowa, w wykonaniu poziomym, regulacja obrotów za pomocą przetwornika częstotliwości
- 3) Projektowe natężenie przepływu : 770 m3/h x 2 oraz 385 m3/h x2
- 4) Całkowite ciśnienie różnicowe :14,5 bar

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	4 / 20	

2.2 Wymiennik ciepło nr -1 (dla obciążenia podstawowego 35-4,4 MW, **0NDD10AC010**)

- 1) Ilość : Jeden (1) zespół x 50 %
- 2) Typ : Poziomy, cylindryczny, płaszczowo-rurowy
- 3) Obciążenie cieplne : 18 MW

2.3 Wymiennik ciepła nr -2 sieci ciepłowniczej (dla obciążenia podstawowego 35-4,4 MW, **0NDD20AC010**)

- 1) Ilość : Jeden (1) zespół x 50 %
- 2) Typ : Poziomy, cylindryczny, płaszczowo-rurowy
- 3) Obciążenie cieplne : 18,2 MW

2.4 Wymiennik ciepła niskiego obciążenia sieci ciepłowniczej (5-1,75 MW, **0NDD30AC010**)

- 1) Ilość : Jeden (1) zespół x 100 %
- 2) Typ : Poziomy, cylindryczny, płaszczowo-rurowy
- 3) Obciążenie cieplne : 5,0 MW

2.5 Pompa kondensatu sieci ciepłowniczej (**00NAB11AP010**, **00NAB12AP010**)

- 1) Ilość : Dwa (2) zespoły x 100 %
- 2) Typ : Odśrodkowa, w wykonaniu poziomym
- 3) Projektowe natężenie przepływu : 65 m³/h
- 4) Całkowite ciśnienie różnicowe : 6,5 bar

2.6 System uzupełniania wody do sieci ciepłowniczej

- 1) Wydajność : 30 m³ / h (2% maksymalnego przepływu wody ciepłowniczej)
- 2) Pompa wody uzupełniającej : 30 m³ / h, jeden (1) zespół x 100%
- 2) Pompa wody uzupełniającej awaryjna : 250 m³ / h, jeden (1) zespół x 100%
- 3) Zbiornik wody uzupełniającej : 100 m³, jeden (1) zestaw x 100%



	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	5 / 20	

2.7 Separator szlamu (00NDB11AA902, 00NDB12AA902)


- 1) Ilość : Dwa (2) zespoły x 50 %
- 2) Wydajność : 770 ton / h

3. Opis poszczególnych systemów

3.1 Zespół wyprowadzenia mocy cieplnej

- 1) Zespół został zaprojektowany w celu przekazania ciepła wytwarzanego w ZTPO do istniejącej miejskiej sieci ciepłowniczej za pomocą wymienników ciepła -1 (0NDD10AC010) oraz -2 (0NDD20AC010). W przypadku zapotrzebowania na ciepło przez sieć ciepłą z zakresu niskiego obciążenia w wysokości 4,4 – 1,75MW zespół realizuje dostawę ciepła za pomocą wymiennika ciepła niskiego obciążenia z pominięciem wymienników ciepła -1 (0NDD10AC010) i – 2 (0NDD20AC010).
- 2) Zespół składa się z następujących elementów:
 - Wymiennik ciepła -1 sieci ciepłowniczej (jeden zespół x 50%, 0NDD10AC010)
 - Wymiennik ciepła -2 sieci ciepłowniczej (jeden zespół x 50%, 0NDD20AC010).
 - Wymiennik ciepła dla niskiego obciążenia (jeden zespół x 100%, 0NDD30AC010)
 - Pompy kondensatu sieci ciepłowniczej (dwa zespoły x 100%, 00NAB11AP010, 00NAB12AP010)
- 3) Źródłem ciepła dla wymiennika ciepła nr 1 (0NDD10AC010) jest para upustowa z turbiny parowej pochodząca z upustu regulowanego oraz skropliny z wymiennika -2 (0NDD20AC010). Skropliny na wyjściu z wymiennika są kierowane do odgazowywacza przez pompy kondensatu (00NAB11AP010, 00NAB12AP010).
- 4) Źródłem ciepła dla wymiennika ciepła -2 (0NDD20AC010) jest para pochodząca z upustu turbiny (poprzez kolektor pary niskiego ciśnienia), a skropliny są kierowane do wymiennika ciepła -1 (0NDD10AC010) jako dodatkowe źródło ciepła. Wymiennik ciepła -2 (0NDD20AC010) jest zasilany z nieregulowanego upustu pary poprzez kolektor pary niskiego ciśnienia. Ciśnienie pary będzie regulowane poprzez zawór regulacyjny (00LBS10AA001) i będzie utrzymywane na stałym poziomie
- 5) Źródłem ciepła dla wymiennika ciepła niskiego obciążenia jest para upustowa z turbiny parowej (upust regulowany) a skropliny są kierowane do odgazowywacza
- 6) Ciśnienie pary upustowej z turbiny parowej jest utrzymywane zgodnie z ustawieniami sterownika, które dobierane są przez operatora ZTPO celem pokrycia zapotrzebowania na parę upustową.



	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	6 / 20	

3.2 System cyrkulacyjny sieci ciepłowniczej

- 1) System cyrkulacyjny sieci ciepłowniczej dostarcza wodę ciepłowniczą podgrzaną przez wymienniki ciepła do miejskiej sieci ciepłowniczej, oraz dostarcza wodę ciepłowniczą wracającą z miejskiej sieci ciepłowniczej do wymienników ciepła.
- 2) W celu zoptymalizowania doboru układu pompującego w celu osiągnięcia wysokiej wydajności zestawu, oszacowano przepływy wody które występują najczęściej w czasie pracy zakładu (w ciągu jednego roku). W tym celu zostały wykorzystane dane metrologiczne dla miasta Krakowa udostępnionych przez Ministerstwo Infrastruktury do wykonywania obliczeń energetycznych (Typowe dane metrologiczne do obliczenia charakterystyki energetycznej <http://www.mir.gov.pl/>). Analiza danych wskazuje, że w mieście Krakowie statystycznie najczęściej występującymi (największa liczbą godzin w roku) zakresami temperatur są zakresy -2°C do 0°C i $+10^{\circ}\text{C}$ do $+12^{\circ}\text{C}$, odpowiednio 747 i 738 godzin w roku. Aby obliczyć najczęstsze przepływy dla powyższych temperatury zewnętrznych, temperatury ciepłej wody zostały określone przy użyciu tabeli wg warunków technicznych MPEC SA (pismo nr. RMW / 746/2686 / PW / 13 z dnia 15.05.2014). Wyniki obliczeń przedstawiono poniżej:

Najczęstsze przepływy dla obszaru wspólnego (stała moc 35 MW w ciągu całego roku)

- W zakresie od -2°C do 0°C , o wartości w $87,1^{\circ}\text{C}$ / $53,0^{\circ}\text{C}$ - 868 m³ / h

- W zakresie od 10°C do 12°C , wartość $70,0^{\circ}\text{C}$ / $42,1^{\circ}\text{C}$ - 1072 m³ / h

Najczęstsze przepływy dla obszaru wydzielonego (zmienną moc silnika w zależności od temperatury zewnętrznej)


- W zakresie od -2°C do 0°C (18,55 MW), wartość na $87,1^{\circ}\text{C}$ / $53,0^{\circ}\text{C}$ - 465 m³ / h

- W zakresie od 10°C do 12°C (7,7 MW), wartość na $70,0^{\circ}\text{C}$ / $42,1^{\circ}\text{C}$ - 235 m³ / h

W celu zapewnienia wymaganego zakresu ciśnienia w komorze zasilania (zgodnie z warunkami technicznymi MPEC SA w piśmie nr. RMW / 746/2686 / PW / 13 z dnia 15.05.2014), zostały obliczone i pokazane na schematach rozkładu ciśnienia, spadki ciśnienia pomiędzy komorą a ZTPO oraz ciśnienie dyspozycyjne zestawu.



Ogólna charakterystyka wybranego zestawu pompowego została pokazana na wykresie (Charakterystyki pracy w zakresie wymaganego ciśnienia)

- 3) System cyrkulacyjny składa się z następujących elementów głównych:

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	7 / 20	

- Pompy wody ciepłowniczej (pompy wody gorącej 50%x2, pompy wody gorącej niskiego obciążenia 25%x2, NDC11AP010, NDC12AP010, NDC13AP010, NDC14AP010)
 - Separatory szlamu (dwie jednostki x 50%, (00NDB11AA902, 00NDB12AA902))
 - Komory ciepłownicze wyposażone w systemy pomiarowe oraz armaturę odcinającą, (K1, K-6)
 - Rurociągi zasilania i powrotu wody ciepłowniczej
- 4) Ilość pracujących pomp oraz natężenie przepływu wody ciepłowniczej jest dobierana stosownie do oczekiwanej temperatury zasilania oraz zapotrzebowania na ciepło, Natężenie przepływu kontrolowane jest poprzez regulację obrotów pomp wody ciepłowniczej za pomocą przetwornika częstotliwości w celu zminimalizowania zużycia energii. Ilości pracujących pomp wody gorącej oraz przepływ wody gorącej jest regulowany automatycznie przez DCS.
- 5) Na wylocie pompy wody ciepłowniczej zamontowany jest zawór zwrotny (00NDB51AA701, 00NDB52AA701, 00NDB53AA701, 00NDB54AA701) wolnego zamykania w celu zapobiegania zjawisku uderzenia hydraulicznego w rurach sieci ciepłowniczej.
- 6) Powracająca woda ciepłownicza jest filtrowana przez separator szlamu (00NDB11AA902, 00NDB12AA902) zamontowany przed pompami wody ciepłowniczej w celu ochrony pomp oraz wymienników ciepła przed dostaniem się do nich zanieczyszczeń zawartych w wodzie ciepłowniczej.
- 7) Dwie komory ciepłownicze zamontowane na granicy infrastruktury ZTPO (K-1) oraz w punkcie przyłączenia sieci MPEC (K-6). Komory będą wyposażone w układy pomiarowe, oraz armaturę odcinającą
- 8) Parametry pracy systemu, jak ciśnienie, temperatura, natężenie przepływu, stan przepustnic oraz ilość dostarczonej energii cieplnej do sieci ciepłowniczej mierzone są w komorze przyłączeniowej (K-6) oraz przekazywane do sieci MPEC poprzez łącze internetowe zgodne z normą OPC.
- 9) Rury dla wody ciepłowniczej wskazane w PFU o średnicy DN600, w przypadku przepływu obliczeniowego w ilość 1509 t/h. Spadek ciśnienia na tym rurociągu pomiędzy ZTPO a komorą przyłączeniową będzie wynosił około 37,2 Pa/m a prędkość przepływu będzie wynosić około 1,5 m/s. . Gdy zapotrzebowanie na ciepło będzie w zakresie niskiego obciążenia, by pass zainstalowany w komorze przyłączeniowej będzie uruchamiany w celu utrzymania prędkości przepływu na poziomie który umożliwi stabilną pracę systemu sterowania i zapobiegania nadmiernej wychłodzeniu rur przyłącza. By pass pozwoli na zwiększenie przepływu wody pomiędzy komorą przyłączeniową a ZTPO. By pass zacznie działać, gdy przepływ (obliczony wg wymaganej mocy cieplnej i temperatur zasilania i powrotu) będzie poniżej ok. 200 m³ / h. Maksymalna temperatura pracy pomp wody ciepłowniczej nie powinna być wyższa niż 80 °C.



	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	8 / 20	

10) Pierwsze napełnienie będzie zrealizowane wodą ciepłowniczą poprzez sieć ciepłowniczą MPEC.

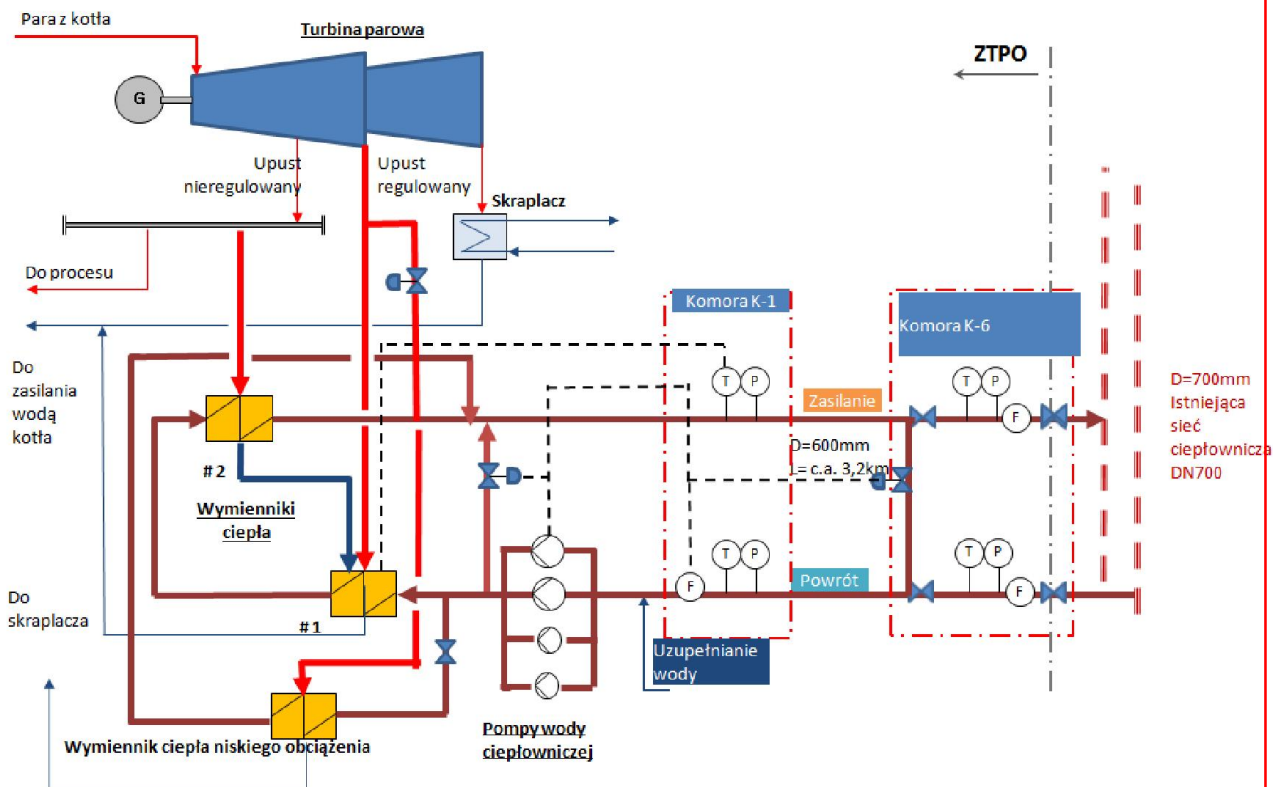
11) Stacja uzupełniania wody ciepłowniczej będzie dostarczać wodę do sieci w celu:



- Podaż wody w ilości 250 m³/h w sytuacjach awaryjnych (np. rozszczelnienie rurociągu). Sygnał uruchamiający awaryjną pompę wody uzupełniającej będzie realizowany przez operatora DCS`u (włącz/wyłącz) gdy MPEC powiadomi o takiej potrzebie. Pompa uruchomi się również w przypadku gdy minimalne ciśnienie na wlocie pomp wody gorącej spadnie poniżej NPSHr.
- Stabilizacja ciśnienia w przypadku pracy na obszar wydzielony. Sygnał uruchamiający pompę wody uzupełniającej będzie wysłany z komory przyłączeniowej (sygnał ciśnienia powrotu). Pompa wody uzupełniającej uruchomi się w przypadku gdy ciśnienie spadnie poniżej wymaganego w warunkach technicznych MPEC – 0,25 MPa
- Stacja uzupełniania wody, będzie zasilana ze zbiornika wody uzdatnionej o pojemności 100m³

4. Koncepcja działania i regulacji

4.1 Schemat ideowy systemu ciepłowniczego.

☐ Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie (14,1 Mg/h x2)
[Schemat technologiczny procesu]



	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	9 / 20	

4.2 Regulacja mocy cieplnej wymienników -1, -2 oraz niskiego obciążenia.

1) Opis ogólny

Regulacja mocy cieplnej jest kontrolowana przez przepływ pary wodnej oraz zmianę powierzchni wymiany ciepła w wymienniku. Podstawowa regulacja mocy cieplnej będzie oparta o kontrolę ciśnienia upustowego pary z turbiny zasilającej wymiennik -1. Ze względu na wielkość turbiny parowej kontrola ciśnienia pary upustowej jest możliwa tylko w zakresie około 1,3 – 2,00 bar.a. Wtórna regulacja mocy cieplnej (wydajności układu) będzie odbywać się poprzez zmianę powierzchni wymiany ciepła (para-woda) w wymiennikach ciepła. Regulacja ta rozpocznie się w momencie gdy ciśnienie pary z upustu regulowanego osiąga wartości graniczną .

Regulacja mocy cieplnej układu będzie realizowana w następujący sposób:

2) Maksymalna moc cieplna

Maksymalne zapotrzebowanie na moc cieplną przez sieć – **Ciśnienie pary z upustu turbiny** ma wartość minimalną (tj zawór upustu **(00MAC10AA110)** na turbinie jest całkowicie otwarty), poziom kondensatu w wymiennikach ciepła -1 i -2 jest również na minimalnym poziomie (tj powierzchnia wymiany ciepła jest największa) , a ich moc maksymalna. Układ taki odpowiada wyprowadzeniu z ZTPO maksymalnej mocy 35 MW do sieci ciepłowniczej. Cała ilość pary doprowadzana do wymienników ulega kondensacji a kondensat jest odprowadzany ciągle do odgazowywacza przez pompy kondensatu.





3) Zmniejszenie zapotrzebowania na moc cieplną

Krok 1

Wraz z malejącym zapotrzebowaniem na moc cieplną, ciśnienie upustowe pary z turbiny jest zwiększane wg zapotrzebowania na ciepło do górnego limitu. Przepływ pary do wymiennika -1 maleje poprzez zwiększanie się poziomu kondensatu w wymienniku -1. W przypadku zmniejszania ilości pary z upustu regulowanego, zmienia się również ilość pary z upustu nieregulowanego stąd jednocześnie będzie zmieniana wydajność wymiennika -2. Cała ilość pary doprowadzana do wymienników ulega kondensacji a kondensat jest odprowadzany ciągle do odgazowywacza przez pompy kondensatu.

Krok 2

W przypadku wymaganej dalszej redukcji mocy cieplnej (dla podstawowego zakresu wydajności 35-4,4 MW), przy minimalnych wydatkach pary z turbiny z upustów regulowanego i nieregulowanego, zostaje uruchomiony układ sterowania poziomem kondensatu w wymiennikach. Zamyka się zawór regulacyjny oznaczony 00NAB10 AA001 (pomiędzy wymiennikami -1 oraz -2). Poziom kondensatu w wymienniku ciepła -2 rośnie do poziomu maksymalnego (w wymienniku redukuje się powierzchnia wymiany ciepła przez co zostaje osiągnięta minimalna wydajność), po osiągnięciu którego wymiennik -2 nie przekazuje ciepła. W takim układzie, ciepło do sieci ciepłowniczej będzie przekazywane przez wymiennik -1

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	10 / 20	

Krok 3

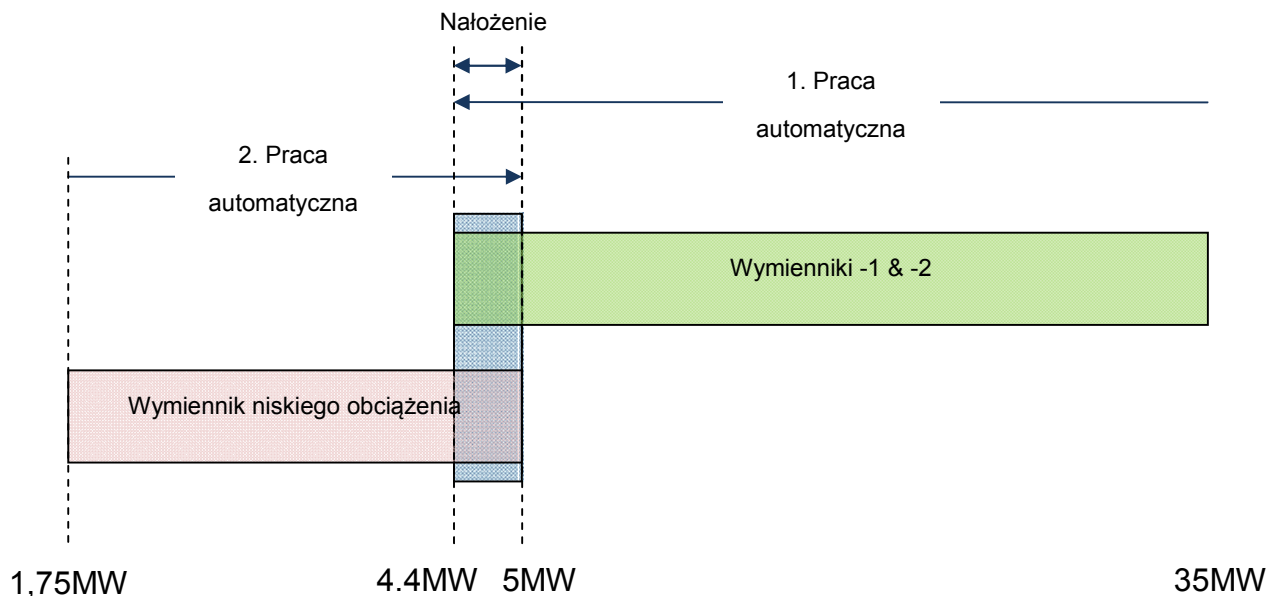
Gdy wymiennik -2 nie przekazuje ciepła, poziom kondensatu w wymienniku ciepła -1 rośnie do poziomu maksymalnego (w wymienniku redukuje się powierzchnia wymiany ciepła przez co zostaje osiągnięta minimalna wydajność). Cały układ osiąga moc minimalną. Poziom kondensatu będzie realizowany przez zawór regulacyjny (oznaczony OONAB30 AA001)

Zakres przepływu pary jaki możliwy jest do uzyskania z upustu regulowanego turbiny wynosi 27t/h – 0. t/h. Pomimo tego wymiennika -1 (układu ciepłowniczego dla podstawowego zakresu mocy cieplnej) będzie wykorzystywany tylko do mocy 4,4MW. Wartość ta związana jest z wydajnością wymienników przy wymaganych parametrach wody ciepłowniczej w brzegowych warunkach pracy wymiennika-1 tj minimalny przepływ pary i maksymalne zalenie wymiennika kondensatem (minimalna powierzchnia wymiany ciepła). Proces wymiany ciepła w takim układzie staje się bardzo złożony a wyniki obliczeń takiego układu obarczone są dużymi błędami. Dlatego dla pokrycia niskiego zakresu obciążenia cieplnego 5,0-1,75 MW będzie używany układ wymiennika niskiego obciążenia. Ze względu na ograniczenia w działaniu zaworów zwrotnych (minimalny wymagany przepływ dla zamknięcia zaworu) na linii parowej zasilającej wymiennik -1 , wymiennik niskiego obciążenia będzie zasilany osobną linią parową. W celu zapewnienia płynnego działania systemu (unikanie częstej zmiany trybu) maksymalna wydajność wymiennika niskiego obciążenia wynosi 5,0 MW. Takie rozwiązanie tj występowanie wspólnego zakresu mocy dla wymiennika niskiego i podstawowego obciążania -1, umożliwi płynną pracę tych wymienników. W celu zapewnienia płynnej pracy oraz uniknięcia zakłóceń związanych z częstymi zmianami trbów, sposób automatycznego działania jest następujący:

1. Kiedy będzie wymagane przez MPEC stopniowe redukovanie mocy, tryb pracy zmienia się automatycznie na niskie obciążenie w punkcie 4.4MW.
2. W przypadku konieczności stopniowego zwiększania mocy przez MPEC, tryb pracy zmienia się automatycznie w punkcie 5,0 MW.
3. Automatyczny system kontroli wydajności węzła wyprowadzenia energii cieplnej może działać automatycznie poprzez porównanie wartości nastawy (SV) z wartością procesową (PV) skąd będzie wynikać wartość operacyjna (MV), w związku z tym system jest sterowalny automatycznie w pełnym zakresie.

System ciepłowniczy może działać automatycznie i płynnie ze względu na nakładanie się zakresów mocy wymiennika podstawowego i wymiennika niskich obciążeń

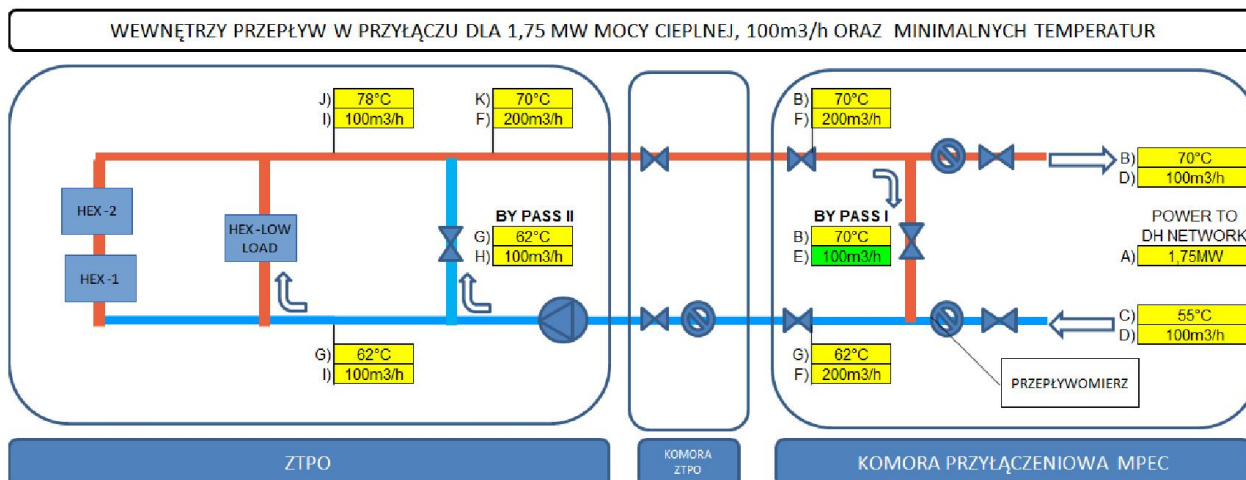
	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	11 / 20	



4) Zapotrzebowanie na moc cieplną poniżej poziomu 4,4MW

W przypadku wystąpienia zapotrzebowania z zakresu 5,0-1,75 MW woda grzewcza omija wymienniki -1 i -2 i jest doprowadzana do wymiennika niskiego obciążenia poprzez pompy wody ciepłowniczej niskiego obciążenia. Przepływ pary z upustu regulowanego będzie kontrolowany w zakresie około 8-3 t/h. Jeśli zapotrzebowanie mocy spadnie poniżej zakresu regulacji pary upustowej, wydajność wymiennika będzie kontrolowana przez układ sterowania poziomem kondensatu. Skropliny będą odprowadzane w sposób ciągły do płaszcza skraplacza dzięki grawitacji. W przypadku niskiego zapotrzebowania (rzędu 1,75MW) minimalny przepływ w rurociągu zasilającym będzie poniżej 76 m³/h. Dla średnicy rurociągu przyłączeniowego DN600 prędkość przepływu będzie wynosić około 0,07 m/s. By zapobiec takiej sytuacji, w komorze przyłączeniowej będzie użyty by pass w celu zwiększenia przepływu związku (pomiędzy ZTPO i komorą zasilania). By pass rozpocznie działanie, gdy przepływ spadnie poniżej 200 m³ / h. Przykładowe obliczenia dla mocy 1,75 MW i dla temperatur 70 ° C/55 ° C, pokazano na schemacie

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	12 / 20	



By pass II będzie wykorzystywany w celu zapobieżenia zbyt wysokiemu przepływowi wody gorącej przez wymienniki ciepła.

4.2.1 Algorytm pracy na obszar wspólny

1) Informacje ogólne



Moc cieplna wymagana przez sieć MPEC utrzymywana jest na stałym poziomie, niezależnie od temperatury zewnętrznej. Ilość ciepła dostarczanego z turbiny do wymiennika ciepła jest stała.

2) Algorytm operacyjny (Rysunek nr: 1-636-00-ER107-00007)

Punkt A) MPEC wyśle informacje do ZTPO o rodzaju pracy (wspólny obszar lub oddzielny obszar). Opierając się na niej, zostanie wybrany algorytm pracy. Następnie sygnał z informacją o temperaturze zasilania, temperaturze powrotu (zgodnie tabelą regulacyjną MPEC) i wymaganej do dostarczenia do sieci ciepłowniczej mocy cieplnej (maksymalna wydajność z ZTPO: 35 MW) zostanie wysłany do ZTPO.

Punkt B) Następnie uruchamia się algorytm pracy. Wprowadzone są wartości początkowe: przepływ wody gorącej, przepływ pary, i przepływ by passu w komorze K-6. Na podstawie zmierzonych parametrów temperatury zasilania, temperatury powrotu oraz przepływu wody gorącej, obliczana jest aktualna moc cieplna dostarczana do sieci.

Punkt C) Temperatura powrotu jest porównywana z wartością wstępną (według tabeli regulacyjnej MPEC). Jeśli te wartości są równe, system porównuje obliczoną moc ciepła z wymaganą przez MPEC mocą cieplną. Jeśli te moce są równe, system porównuje temperaturę zasilania z wartości

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	13 / 20	

wstępną (według tabeli regulacyjnej MPEC). Jeśli to porównanie jest prawdziwe to system działa poprawnie.

Punkt D) Jeżeli porównanie w punkcie C jest pozytywne (temp powrotu.) a porównanie mocy jest negatywne, system sprawdzi, czy moc jest zbyt wysoka lub zbyt niska od wymaganej przez MPEC. W tym przypadku, system wysyła do MPEC sygnał o akceptację wzrostu lub spadek mocy przez MPEC. Po uzyskiwaniu akceptacji, algorytm wraca do punktu C, bez sprawdzenia warunku temperatury powrotu. W przypadku gdy MPEC nie akceptuje zmiany, system zmienia przepływ pary w celu zmiany mocy cieplnej dostarczanej do sieci ciepłowniczej. Jeżeli bieżąca moc jest większa niż wymagana mocy, przepływ pary powinien zostać zmniejszony. Jeżeli bieżąca moc jest niższa niż wymagana, przepływ pary powinna być zwiększony. Algorytm wraca do punktu C.

Punkt E) Jeżeli porównania zawarte w punkcie C są pozytywne (temperatura powrotu oraz moc cieplna) a porównanie temperatury zasilania jest negatywne oznacza to, że należy skorygować przepływ wody gorącej. Jeśli temperatura zasilania jest zbyt wysoka lub zbyt niska, przepływ musi być obliczony (według żądanej mocy cieplnej, temperatury zasilania i powrotu) i zmieniony. Jeżeli temperatura zasilania jest za wysoka, przepływ powinna zostać zwiększony. Jeżeli temperatura zasilania jest zbyt niska, przepływ powinien być zmniejszony.

Punkt F) Jeżeli porównanie w punkcie C jest negatywne (temp powrotu.), tzn temperatura powrotu jest inna niż wartość według tabeli regulacyjnej MPEC, oznacza to, że powstał problem na stronie miejskiej sieci ciepłowniczej MPEC. W tym przypadku, system wysyła do MPEC sygnału informacyjny i powiadamia o tym fakcie. Na podstawie temperatury powrotu, zostanie obliczony nowy przepływ i przepływ wody gorącej zostanie zmieniony w celu utrzymania temperatury zasilania zgodnie z MPEC tabeli regulacji.

Punkt G) Jeżeli przepływ wody gorącej będzie mniejszy niż 200m³ / h, rozpocznie się otwieranie zaworu sterującego na by-passie w komorze zasilania (K-6), w celu uniknięcia zbyt małej prędkości przepływu w rurociągu. Przepływ będzie utrzymywany powyżej 200 m³ / h. W przeciwnym razie zawór pozostanie zamknięty

Po zakończeniu operacji, proces rozpoczyna się na nowa w punkcie C.

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	14 / 20	

4.2.2 Algorytm pracy na obszar wydzielony

1) Informacje ogólne

- Moc cieplna zasilania sieci ciepłowniczej wymagana przez sieć MPEC jest kalkulowana jako iloczyn różnic temperatur (zasilania i powrotu) oraz natężenia przepływu, stosownie do warunków eksploatacji.
- Ilość ciepła dostarczanego z turbiny do wymienników ciepła regulowana jest poprzez regulację ciśnienia upustu z turbiny oraz poziomem zalania wymiennika ciepła kondensatem, jako że moc cieplna jest zmienna w zależności od temperatury panującej na zewnątrz.
- Regulowana para upustowa z turbiny jest dostarczana do wymienników ciepła – 1 (00NDD10AC010) oraz wymiennika niskiego obciążenia (00NDD30AC010). W celu regulowania mocy cieplnej poziom zalania wymienników ciepła będzie kontrolowany przez zawór sterujący poziomem. W przypadku zapotrzebowania na ciepło przez sieć ciepłą w wysokości 1,75 - 4,4MW system ciepłowniczy realizuje dostawę ciepła za pomocą wymiennika ciepła niskiego obciążenia z pominięciem wymienników ciepła nr 1 i 2.




2) Algorytm operacyjny (Rysunek: 1-636-00-ER107-00008)

Punkt A) Do ZTPO z MPEC przesyłane są informacje dotyczące sposobu pracy (obszar wydzielony-obszar wspólny) na tej podstawie wybierany zostaje algorytm pracy układu. Następnie przesyłane są informacje dotyczące temperatur zasilania i powrotu (tabela regulacyjna) oraz wymagana moc cieplna do zasilania sieci ciepłowniczej (w założeniu maksymalna wydajność ZTPO tj 35 MW).

Punkt B) Następnie uruchamia się algorytm pracy. Wprowadzone są wartości początkowe: przepływ wody gorącej, przepływ pary, i przepływ by passu w komorze K-6. Na podstawie zmierzonych parametrów temperatury zasilania, temperatury powrotu oraz przepływu wody gorącej, obliczana jest aktualna moc cieplna dostarczana do sieci.

Punkt C) Temperatura powrotu jest porównywana z wartością wstępną (według tabeli regulacyjnej MPEC). Jeśli te wartości są równe, system porównuje obliczoną moc ciepła z wymaganą przez MPEC mocą cieplną. Jeśli te moce są równe, system porównuje temperaturę zasilania z wartością wstępną (według tabeli regulacyjnej MPEC). Jeśli to porównanie jest prawdziwe to system działa poprawnie.

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	15 / 20	

Punkt D) Jeśli porównanie w punkcie C jest pozytywne (temp powrotu.) a porównanie moc jest negatywne, system sprawdzi, czy moc jest zbyt wysoka lub zbyt niska od wymaganej przez MPEC. System zmieni przepływu pary w celu zminay mocy cieplnej dostarczonej do sieci ciepłowniczej. Jeżeli bieżąca moc jest większa niż wymagana, przepływ pary zostanie zmniejszony. Jeżeli bieżąca moc jest niższa niż wymagana mocy, przepływ pary zostanie zwiększony. Algorytm jest wrócić do punktu C.

Punkt E) Jeżeli porównania zawarte w punkcie C są pozytywne (temperatura powrotu oraz moc) a porównanie temperatury zasilania jest negatywne, oznacza to, że należy skorygować przepływ wody gorącej. Jeśli temperatura zasilania jest zbyt wysoka lub z zbyt niska przepływ musi zostać obliczony (według żądanej mocy cieplnej, temperatury zasilania i powrotu) i zmieniony. Jeżeli temperatura zasilania jest zbyt wysoka, przepływ powinien zostać zwiększony. Jeżeli temperatura zasilania jest zbyt niska, przepływ powinien zostać zmniejszony.


Punkt F) Jeżeli porównanie w punkcie C jest negatywne (temp powrotu.), tzn temperatura powrotu jest inna niż wartość według tabeli regulacyjnej MPEC, oznacza to, że powstał problem na stronie miejskiej sieci ciepłowniczej MPEC. W tym przypadku, system wysła do MPEC sygnału informacyjny i powiadamia o tym fakcie. Na podstawie temperatury powrotu, zostanie obliczonay nowy przepływu i przepływ wody gorącej zostanie zmieniony w celu utrzymania temperatury zasilania zgodnie z MPEC tabeli regulacji.

Punkt G) Jeżeli przepływ wody gorącej będzie mniejszy niż 200m³ / h, rozpocznie się otwieranie zaworu sterującego na by-passie w komorze zasilania (K-6), w celu uniknięcia zbyt małej prędkości przepływu w rurociągu. Przepływ będzie utrzymywany powyżej 200 m³ / h. W przeciwnym razie zawór pozostanie zamknięty

Po zakończeniu operacji, proces rozpoczyna się na nowa w punkcie C.

4.3 Regulacja temperatury czynnika grzewczego sieci ciepłowniczej

1) Przepływ czynnika grzewczego regulowany jest w pierwszej kolejności poprzez liczbę pracujących pomp wody ciepłowniczej, a następnie przez regulację obrotów pomp wody ciepłowniczej za pomocą przetwornika częstotliwości (pompy wody gorącej) stosownie do wymaganej temperatury zasilania.

	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	16 / 20	

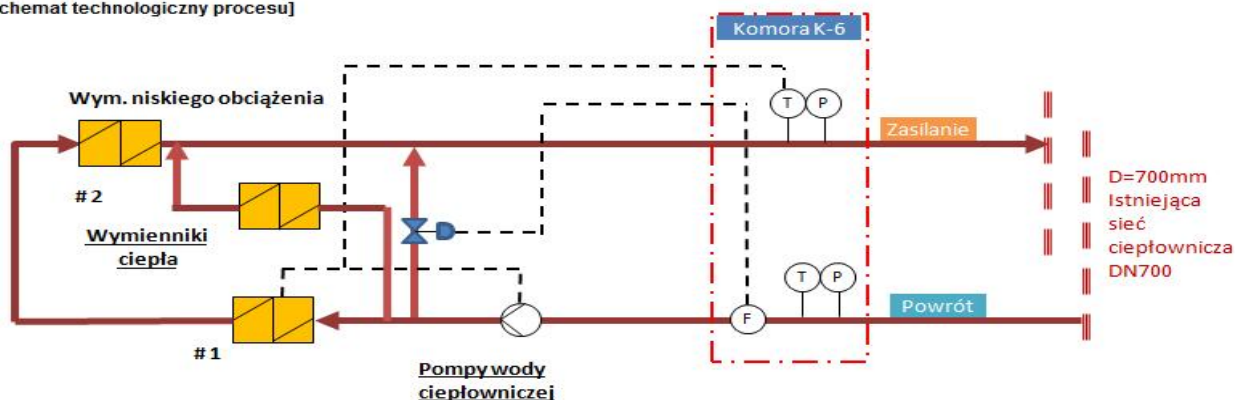
2) Zastosowany by-pass (00NDB61BR010) za pompami obiegowymi będzie służył do ograniczania przepływu wody przez wymienniki -1 i -2 w przypadku przepływu większego niż dla warunków 35MW 135/70 °C (c.a 465.7 m³/h) .



3) By-pass (00NDB61BR010) będzie również służył jako dodatkowy układ regulacji temperatury zasilania poprzez mieszanie na wylocie wymiennika ciepła -2 w przypadku gdyby zawiódł podstawowy układ regulacji temperatury.




▣ Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie (14,1 Mg/h x2)
 [Schemat technologiczny procesu]



4.4 Praca awaryjna

- 1) W sytuacjach awaryjnych, takich jak przestój zakładu, awaryjne zatrzymanie oraz ponowne uruchomienie, sygnał wyłączenia sieci ciepłowniczej jest natychmiast przekazywany do sieci MPEC.
- 2) W przypadku wyłączenia turbiny, cała para główna jest kierowana do skraplacza przez układ zaworów obejściowych turbiny. System ciepłowniczy jest zatrzymywany do czasu ponownego uruchomienia turbiny parowej, a układ wody ciepłowniczej zostaje zamknięty przy użyciu zaworów odcinających.
- 3) Woda uzupełniająca jest dostarczana w objętości równej 2% (30m³/h) maksymalnego natężenia przepływu. W przypadku wycieku z rury sieciowej do sieci ciepłowniczej zapewniany jest dopływ wody uzupełniającej w objętości 250 m³/h w przypadku powiadomienia ZTPO przez MPEC o tym wymogu. Woda uzupełniająca będzie dostarczana ze Zbiornika magazynowego wody uzupełniającej (00GCB20 BB001).
- 4) Ciepło wytwarzane przez ZTPO zasili obszar wydzielony w przypadku awarii sieci cieplnej MPEC, zgodnie z ustaleniami z MPEC

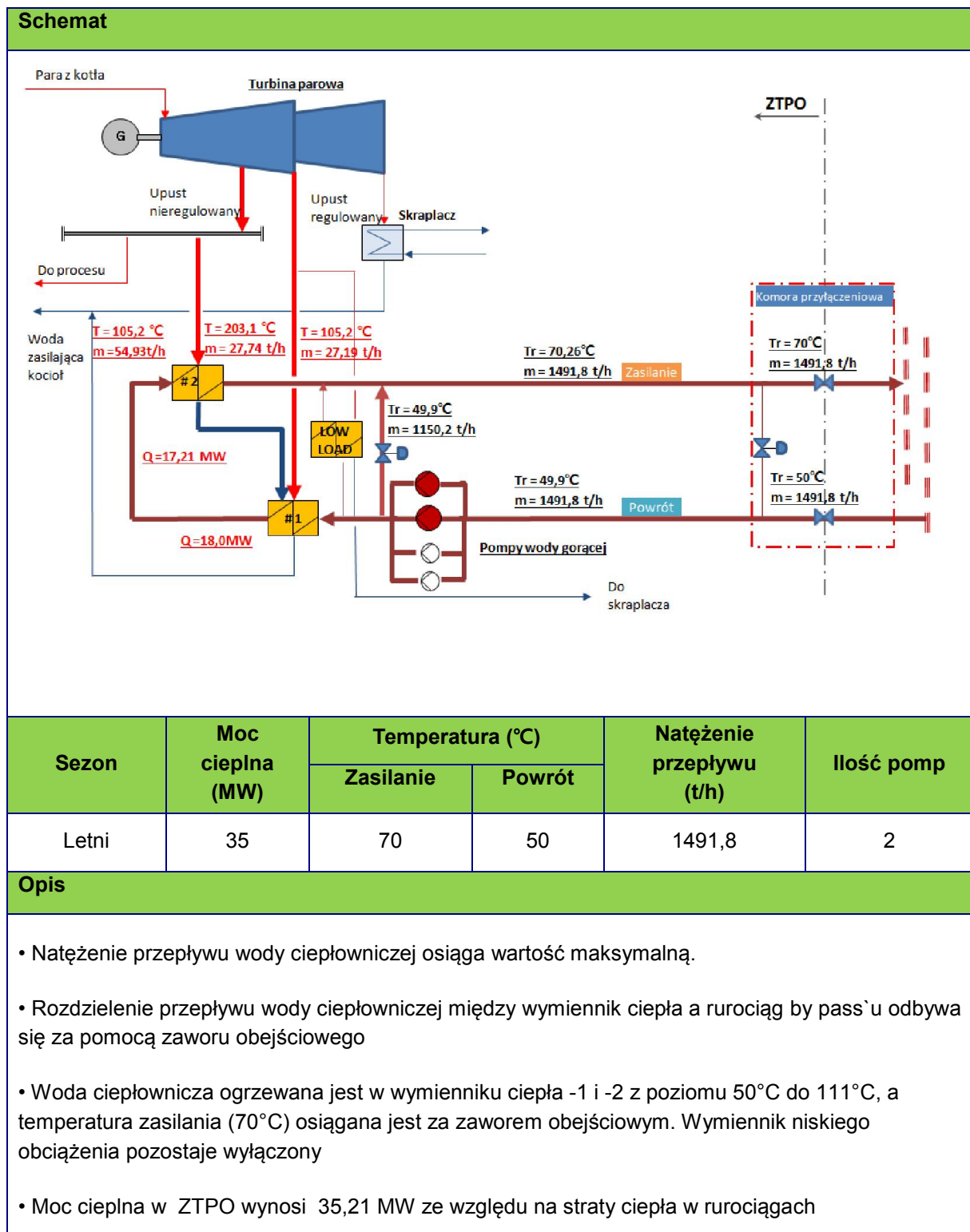




	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	17 / 20	

5. Tryby działania (analiza przypadków)

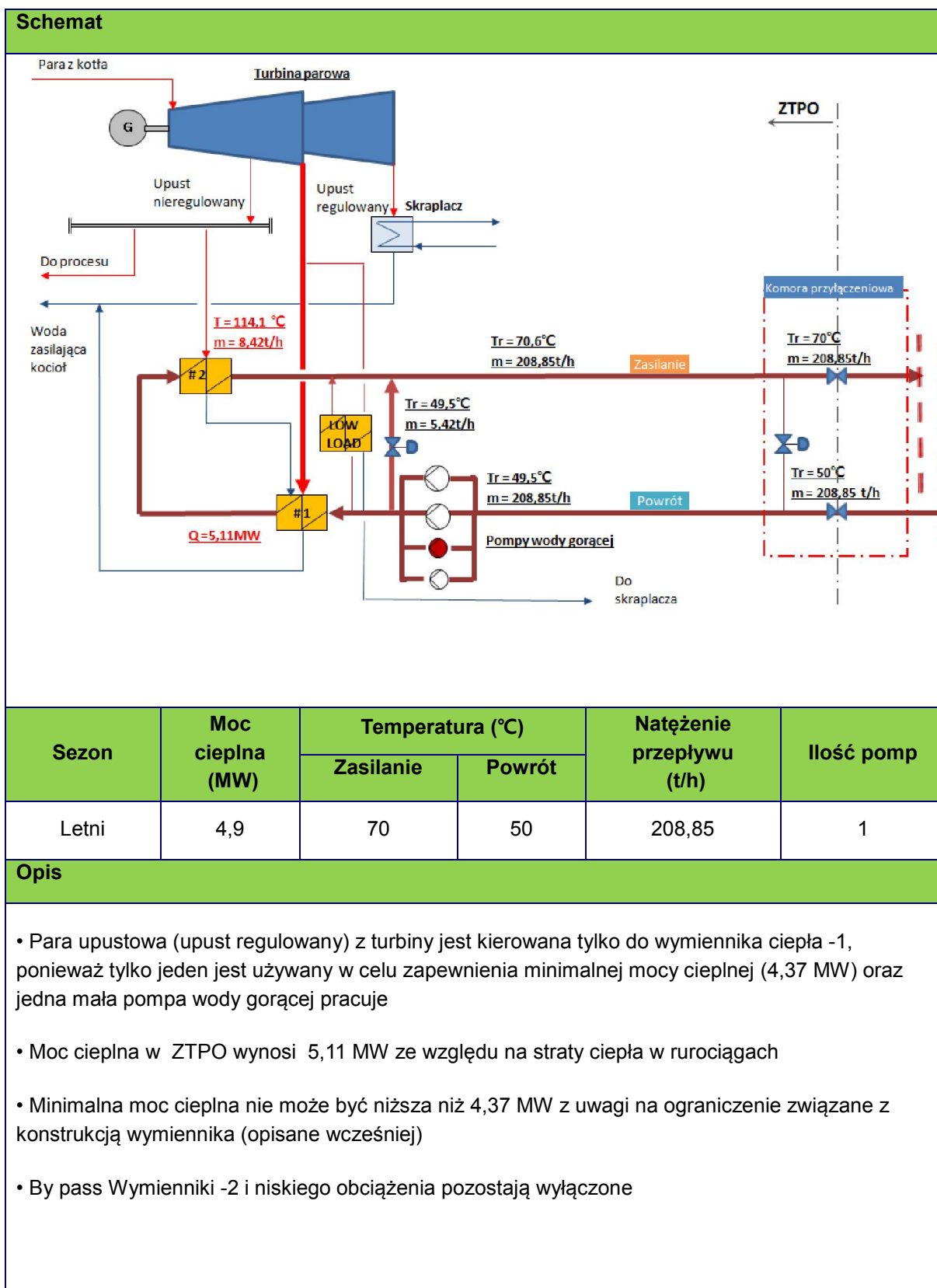
5.1 Sezon letni (obszar wspólny i wydzielony)


5.1.1 Maksymalne obciążenie



	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	 Krakowski Holding Komunalny SA
		1-630-00-EM290-00002	18 / 20	

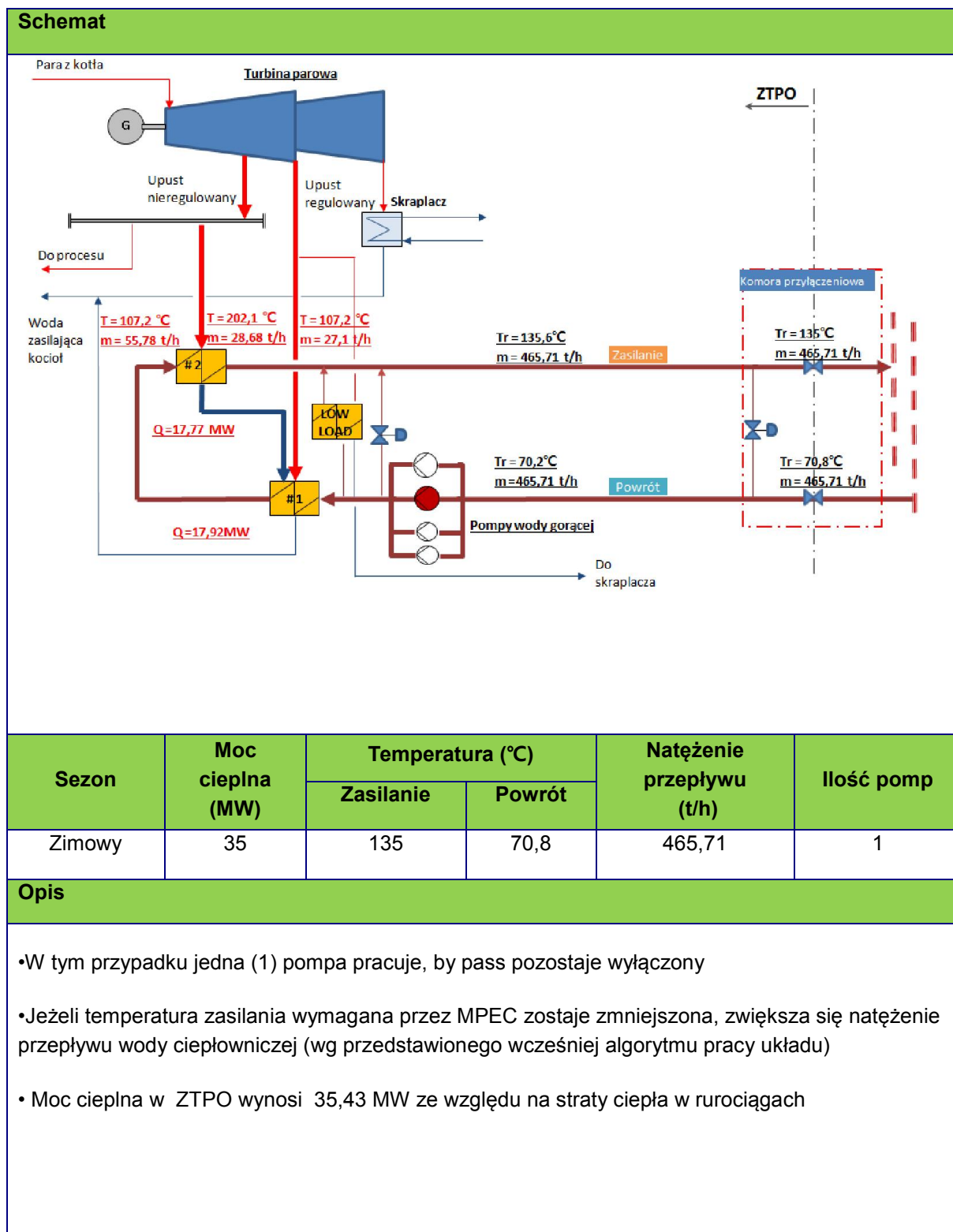
5.1.2 Częściowe obciążenie





	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	
		1-630-00-EM290-00002	19 / 20	

5.2 Sezon zimowy (obszar wspólny i wydzielony)

5.2.1 Maksymalne obciążenie



	Węzeł Przetwarzania I Wyprowadzania Energii – Zespół wyprowadzania mocy cieplnej	DOCUMENT No.	Page	 Krakowski Holding Komunalny SA
		1-630-00-EM290-00002	20 / 20	

5.3 Minimalne obciążenie 1,75MW

