

# PROGRAM PRACY ŹRÓDŁA CIEPŁA

## PRZEBUDOWA KOTŁOWNI REJONOWEJ „POD GRAPĄ”

### DLA POTRZEB WYSOKOSPRAWNEJ KOGENERACJI

### I NOWYCH JEDNOSTEK WYTWÓRCZYCH ZASILANYCH

## GAZEM

**Inwestor:** Miejski Zakład Energetyki Ciepłej „EKOTERM” Sp. z o.o.  
ul. Folwark 14  
34-300 Żywiec

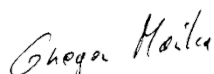
**Umowa:** 1/2021/MZEC/UW

**Opracował:** mgr inż. Zbigniew Korek

Przedsiębiorstwo Usług Technicznych  
Projektowych i Edukacyjnych  
„KORTERM”  
Zbigniew Korek  
40-087 Katowice, ul. Sokolska 74/7  
Regon 277549174 NIP 648-133-35-91

**mgr inż. Grzegorz Mańka**

Biuro Doradztwa i Ekspertyz  
Grzegorz Mańka  
44-274 Rybnik, ul. Staffa 20F  
NIP 631-000-62-24 REGON 273611960



**Katowice, styczeń 2022**

## SPIS TREŚCI

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Wstęp .....   | 3  |
| 2   | Cel i zakres opracowania .....  | 3  |
| 3   | Podstawa opracowania .....  | 4  |
| 4   | Opis i ocena stanu istniejącego .....   | 4  |
| 4.1 | Produkcja i sprzedaż energii cieplnej oraz zużycie energii elektrycznej .....           | 8  |
| 4.2 | Projektowany układ pracy .....  | 13 |
| 4.3 | Określenie procentowego udziału produkcji ciepła w oparciu o nośniki energii pierwotnej | 16 |
| 4.4 | Weryfikacja spełnienia kryterium efektywnego systemu ciepłowniczego .....               | 16 |
| 4.5 | Schemat technologiczny układu .....   | 17 |
| 5   | Wnioski i rekomendacje .....  | 18 |

## SPIS TABEL

|  |   |
|--|---|
| Tabela 1 Parametry techniczne kotłów i parametry paliwa - Kotłownia Rejonowa "Pod Grapą" MZEC "EKOTERM" Sp. z o.o. w Żywcu ..... | 7 |
|--|---|

## SPIS WYKRESÓW

|  |    |
|--|----|
| Wykres 1 Wykres uporządkowany mocy cieplnej w źródle, Kotłowni Rejonowej „Pod Grapą”, w 2021 r. ....                                 | 9  |
| Wykres 2 Wykres mocy cieplnej oddawanej do sieci przez źródło, Kotłownię Rejonową "Pod Grapą" w Żywcu, rok 2021.....                 | 10 |
| Wykres 3 Wykres mocy elektrycznej zużywanej na potrzeby własne, Kotłownię Rejonową "Pod Grapą" w Żywcu, rok 2021.....                | 11 |
| Wykres 3 Wykres uporządkowany mocy elektrycznej zużywanej na potrzeby własne, Kotłownię Rejonową "Pod Grapą" w Żywcu, rok 2021 ..... | 12 |
| Wykres 3 Plan pracy urządzeń – wykres nieuporządkowany sporządzony w oparciu o dane rzeczywiste z roku 2021.....                     | 14 |
| Wykres 4 Plan pracy urządzeń – wykres uporządkowany sporządzony w oparciu o dane rzeczywiste z roku 2021.....                        | 15 |

## SPIS RYSUNKÓW

|   |    |
|---|----|
| Rysunek 1 Schemat technologiczny układu ..... | 17 |
|---|----|

## 1 Wstęp

W odniesieniu do zapisów umowy nr 1/2021/MZEC/UW z dnia 25.03.2021 r. oraz w celu kontynuacji prac rozpoczętych opracowaniem z 2019 r. pod nazwą *Modernizacji źródła wytwarzania ciepła, Kotłowni Rejonowej „Pod Grapą”*, z uwzględnieniem nowych rodzajów paliw i spełnienia kryterium efektywnego systemu ciepłowniczego, w niniejszym opracowaniu dokonano doboru urządzeń i zaproponowano program pracy w oparciu o dane dotyczące rzeczywistego zużycia ciepła w roku 2021.

Zgodnie z założeniami zawartymi w dokumentacji przetargowej projektowany układ pracy opiera się na następujących źródłach ciepła:

1. Układzie kogeneracyjnym o łącznej mocy około 7 MWt pracującym na potrzeby m.s.c. (magistrala 1)
2. Układzie kogeneracyjnym o łącznej mocy około 1,198 MWt zlokalizowanym w lokalizacji Śrubena (magistrala 2)
3. Kotłowni biomasowej o mocy około 1,5 MWt zlokalizowanej na obecnym placu węglowym, pracującej na potrzeby m.s.c. (magistrala 1)
4. Układzie źródła szczytowego o mocy 0,65 MWt zlokalizowanym w lokalizacji Śrubena (magistrala 2).
5. Układzie źródła węglowego (istniejącego) (magistrala 1).

## 2 Cel i zakres opracowania

Opracowanie zostało wykonane w celu przedstawienia propozycji programu pracy dla określenia możliwości technicznych rozbudowy i przebudowy istniejącego źródła wytwarzania ciepła, Kotłowni Rejonowej „Pod Grapą” zlokalizowanej przy ul. Folwark 14 w Żywcu, z uwzględnieniem nowych rodzajów paliw (biomasy i gazu) oraz zastosowania kogeneracji, mając dodatkowo na uwadze spełnienie kryterium efektywnego energetycznie systemu ciepłowniczego.

Zakres opracowania obejmuje:

1. Przedstawienie programu pracy na wykresie bieżącym i wykresie uporządkowanym.
2. Określenie procentowego udziału produkcji ciepła w oparciu o sposób wytwarzania.
3. Weryfikację spełnienia kryterium efektywnego systemu ciepłowniczego.

### 3 Podstawa opracowania

Podstawą opracowania były:

1. Umowa 1/2021/MZEC/UW z dnia 25.03.2021 r.
2. Dane systemu ciepłowniczego MZEC „EKOTERM” Sp. z o.o. w Żywcu za rok 2021.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektywy 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektywy 2004/8/WE i 2006/32/WE.

### 4 Opis i ocena stanu istniejącego

System ciepłowniczy miasta Żywca zaliczyć można do średniej wielkości systemów (zapotrzebowanie mocy na poziomie 38 MWt). Zapewnia on dostawę ciepła głównie dla celów bytowych (46,5% mocy zamówionej) oraz budynków użyteczności publicznej (23,8% mocy zamówionej). Zasilanie w ciepło poszczególnych odbiorców odbywa się poprzez sieć ciepłą o łącznej długości 27,7 km dostarczającą czynnik grzewczy do 305 stacji wymienników ciepła.

W chwili obecnej system ciepłowniczy miasta Żywca zasilany jest z Kotłowni Rejonowej „Pod Grapą” zlokalizowanej przy ul. Folwark 14 w Żywcu.

W kotłowni zainstalowane są:

1. Kocioł wodny WR10 z 1983 r. o wydajności cieplnej trwałej 11,630 MWt, mocy cieplnej zainstalowanej w paliwie 14,910 MWt i sprawności przy nominalnym obciążeniu 78%.
2. Kocioł wodny WR25/20-M z 1985 r., zmodernizowany 2009 r. o wydajności cieplnej trwałej 22,000 MWt, mocy cieplnej zainstalowanej w paliwie 25,581 MWt i sprawności przy nominalnym obciążeniu 86%.
3. Kocioł wodny WR25 z 1987 r. o wydajności cieplnej trwałej 19,800 MWt, mocy cieplnej zainstalowanej w paliwie 23,855 MWt i sprawności przy nominalnym obciążeniu 83%.

Kotły WR25/20-M i WR25 pracują w sezonie grzewczym zamiennie i stanowią wzajemną rezerwę mocy podstawowej. Kocioł WR10 jest kotłem, który pracuje na początku sezonu oraz w szczycie jako uzupełnienie mocy do kotłów podstawowych. Kocioł 2 - WR25/20-M przeszedł gruntowną modernizację w 2009 roku i wykonany jest w technologii ścian szczelnych. Jego sprawność w zakresie obciążeń 60-100% dochodzi do 86%. Kocioł WR25 jest po remoncie podgrzewaczy w 2015 i 2016 roku. Kocioł WR10 z uwagi na krótkie cykle pracy jest w dobrym

stanie w zakresie części ciśnieniowej, jednak sprawność spalania z uwagi na konstrukcję na poziomie 78% odbiega od pozostałych kotłów przeznaczonych do pracy w sezonie grzewczym. Wszystkie kotły posiadają dwustopniowe układy z odpylania (multicyklony i cyklony) oraz dodatkowo spaliny oczyszczane są przez filtr workowy. Źródło spełnia normy emisji pyłu w zakresie poniżej 100 mg/Nm<sup>3</sup> w przeliczeniu na 6% tlenu w spalinach. W sezonie grzewczym źródło w podaje do sieci temperatury 65-130°C wg. tabeli zatwierdzonej w koncesji na wytwarzanie. Z uwagi na przewymiarowanie zapotrzebowania obiektów max. temperatura podawana do sieci w szczycie wynosi 118°C

4. Kocioł wodny WCO80 z 1980 r. o wydajności cieplnej trwałej 1,105 MWt, mocy cieplnej zainstalowanej w paliwie 1,625 MWt i sprawności przy nominalnym obciążeniu 68%.
5. Kocioł wodny KRm1,0 z 2009 r. o wydajności cieplnej trwałej 1,100 MWt, mocy cieplnej zainstalowanej w paliwie 1,410 MWt i sprawności przy nominalnym obciążeniu 78%.

Kotły 4 i 5 pracują poza sezonem grzewczym. Kocioł KRm1,0 jest kotłem podstawowym i pracuje z przerwami na czyszczenie (1 raz w miesiącu 2 dni) zamiennie z kotłem WCO80. Powyższe podyktowane jest wyższą sprawnością spalania (78%) KRm1,0 w porównaniu do WCO80 (68%). Z uwagi na pojemność sieci cieplnej przesyłowej stanowiącej akumulator ciepła kotły pracują ze stałą mocą oddawaną do sieci w zakresie 0,7-1,0 MW (najbardziej optymalne parametry pracy). Kotły posiadają wspólną workową instalację odpylania zapewniającą emisję pyłu również poniżej 100 mg/Nm<sup>3</sup> w przeliczeniu na 6% tlenu w spalinach. W okresie międzygrzewczym do sieci podawana jest temperatura 63-68°C (w ciągu dnia z uwagi na mniejszy rozbiór c.w.u. podawana jest niższa temperatura).

Zgodnie z powyższymi danymi łączna zainstalowana moc nominalna wynosi 55,635 MWt (dla sezonu grzewczego 53,430 MW i 2,205 poza sezonem grzewczym) a moc zainstalowana w paliwie 67,381 MWt.

W 2009 roku wykonano modernizację układu hydraulicznego źródła. W wyniku modernizacji rozdzielono obiegi wody kotłowej i sieciowej oraz na zimę i lato. Zimą źródło pracuje na ciśnieniu dyspozycyjnym 30 mSW, a latem 20 mSW. Powyższe wynika z obliczeń hydraulicznych sieci. Wszystkie pompy zostały dobrane na maksymalną sprawność pracy i zasilane są z falowników gwarantujących zużycie energii elektrycznej na najniższym poziomie.

Wskaźnik zużycia energii elektrycznej do produkcji energii cieplnej dla źródła wynosi obecnie ok. 3 kWh/GJ.

Ciągi technologiczne (nawęglanie i odżużlanie) są na bieżąco remontowane i modernizowane. Ich stan techniczny jest dobry. Paliwo do kotłów stanowi węgiel miał energetyczny M II A 31,2 o kaloryczności 20-25 MJ/kg. W okresie 5 letnim średnia kaloryczność paliwa wynosiła 23,1 MJ/kg. Węgiel składowany jest na placu węglowym niezadaszonym. Okresowo wilgotność paliwa jest większa (długotrwałe deszcze) przez co sprawność spalania jest niższa. Skład mieszanki paliwowej (węgiel z kopalń Piast i Jankowice) jest optymalizowany pod względem kaloryczności (ok. 23MJ/kg) i zawartości siarki (<0,7%) w procesie nawęglania (mieszanie na kracie zasypowej przy użyciu ładowarki).

Źródło posiada stację uzdatnienia wody opartą na wymiennikach jonitowych. W wyniku sukcesywnej modernizacji sieci ciepłowniczych ubytki wody sieciowej wynoszą ok. 3-4m<sup>3</sup>/dobę. Woda w systemie ma twardość na poziomie 0°N. Woda uzupełniająca poddawana jest również termicznemu odgazowaniu przez co zawartość tlenu jest na poziomie <0,05mg/l.

Źródło zasilane jest z dwóch podstawowych i dwóch rezerwowych zasilaczy 15kV. Rozdzielnie 15kV i NN znajdują się na terenie zakładu i obsługiwane są przez pracowników Spółki. Czynności manewrowe zasilania obsługiwane są zdalnie przez dostawcę energii TAURON S.A. Dodatkowo źródłem energii elektrycznej jest instalacja fotowoltaiczna o mocy nominalnej 60 kWp wykonana w 2017 roku.

W poniższej tabeli zestawiono dane techniczne poszczególnych kotłów:

Tabela 1 Parametry techniczne kotłów i parametry paliwa - Kotłownia Rejonowa "Pod Grapą" MZEC "EKOTERM" Sp. z o.o. w Żywcu

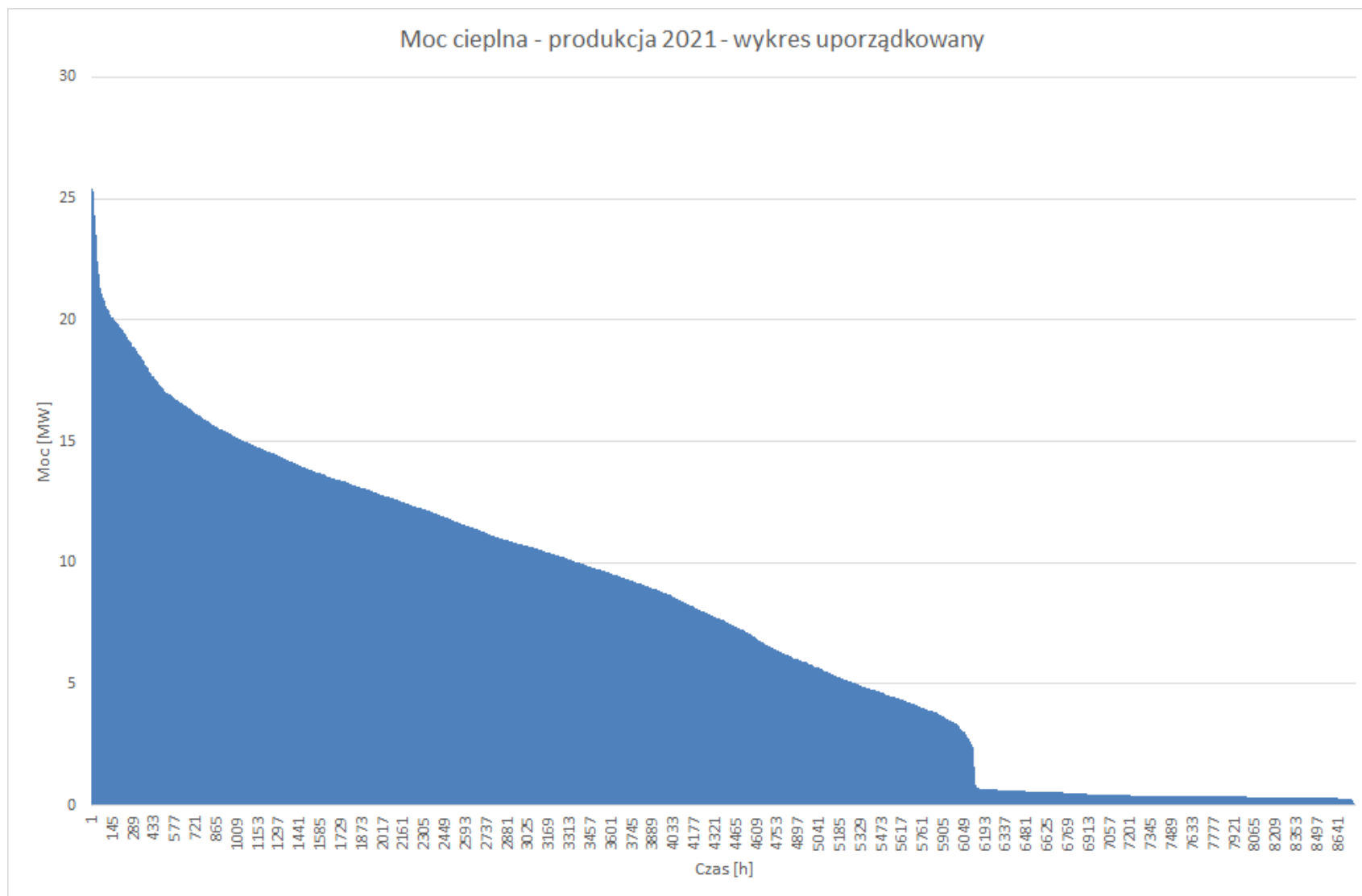
| Lp.                  | Dane techniczne                            | Jednostka         | Kotły                               |             |  |                          |            |
|----------------------|--|-------------------|-------------------------------------|-------------|--|--------------------------|------------|
|                      |  |                   | KRm 1,0                             | WCO80       | WR 10                                  | WR 25/20-M               | WR 25      |
| 1.                   | Rok budowy                                 | rok               | 2009                                | 1980        | 1983                                   | 1985 - modernizacja 2009 | 1987       |
| 2.                   | Nr fabryczny                               |                   | 1267 001                            | 224790      | 1031380                                | 1051094                  | 1050148    |
| 3.                   | Nr ewidencyjny                             |                   | 2202002262                          | 2202001859  | 2202002026                             | 2202002016               | 2202002045 |
| 4.                   | Producent                                  |                   | Fabryka Kotłów "SEFAKO"             | FMB - Toruń | Fabryka Kotłów "SEFAKO" S.A. Sędziszów |                          |            |
| <b>Parametry</b>     |  |                   |                                     |             |  |                          |            |
| 1.                   | Sezon grzewczy                             |                   | Lato                                |             | Zima                                   |                          |            |
| 2.                   | Czynnik roboczy                            |                   | woda                                |             |  |                          |            |
| 3.                   | Wydajność cieplna trawala                  | MW <sub>t</sub>   | 1,100                               | 1,105       | 11,630                                 | 22,000                   | 19,800     |
| 4.                   | Moc cieplna zainstalowana w paliwie        | MW <sub>t</sub>   | 1,410                               | 1,625       | 14,910                                 | 25,581                   | 23,855     |
| 5.                   | Natężenie przepływu                        | m <sup>3</sup> /h | 4,5-13,5                            | 9 -17       | 124                                    | 225-291                  | 300 - 310  |
|                      |  |                   |                                     | -10% +10%   | -15% +15%                              |                          |            |
| 6.                   | Sprawność kotła przy nominalnym obciążeniu | %                 | 78                                  | 68          | 78                                     | 86                       | 83         |
| 7.                   | Ciśnienie ruchowe                          | bar               | 5,0                                 | 5           | 16                                     | 10                       | 16         |
| 8.                   | Temp. wody zasilającej                     | °C                | 60                                  | 70          | 70                                     | 70                       | 70         |
| 9.                   | Temp. wody wylotowej                       | °C                | 135                                 | do 130      | do 140                                 | do 135                   | do 140     |
| 10.                  | Powierzchnia ogrzewalna                    | m <sup>2</sup>    | 59                                  | 80          | 736                                    | 882                      | 1280       |
| 11.                  | Pojemność wodna kotła                      | m <sup>3</sup>    | 6,0                                 | 5,2         | 5,14                                   | 8,9                      | 12         |
| <b>Rodzaj paliwa</b> |  |                   | węgiel kamienny energetyczny - miał |             |  |                          |            |
| 1.                   | Sortyment                                  |                   | M II A                              |             |  |                          |            |
| 2.                   | Typ węgla                                  |                   | 31,2                                |             |  |                          |            |
| 3.                   | Dolna wartość opałowa                      | MJ/kg             | 20,0-25,0                           |             |  |                          |            |
| 4.                   | Zawartość popiołu                          | %                 | 18 - 18,5                           |             |  |                          |            |
| 5.                   | Zawartość siarki ( max )                   | %                 | 0,7                                 |             |  |                          |            |

## **4.1 Produkcja i sprzedaż energii cieplnej oraz zużycie energii elektrycznej**

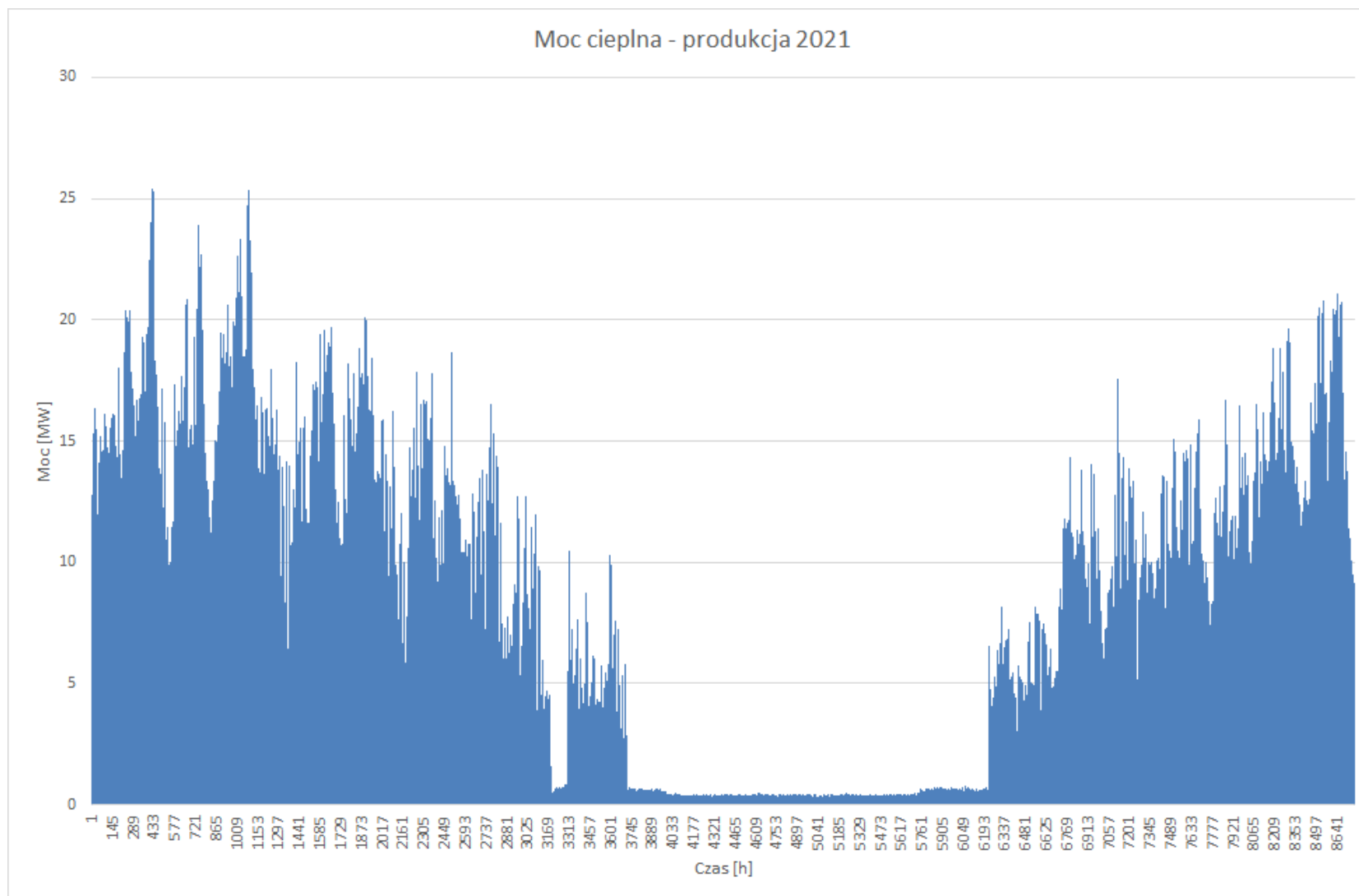
Zgodnie z danymi inwestora produkcja ciepła w roku 2021 wyniosła 238 520 GJ, a zużycie własne energii elektrycznej 1 232 MWh, co zobrazowano na poniższych wykresach.



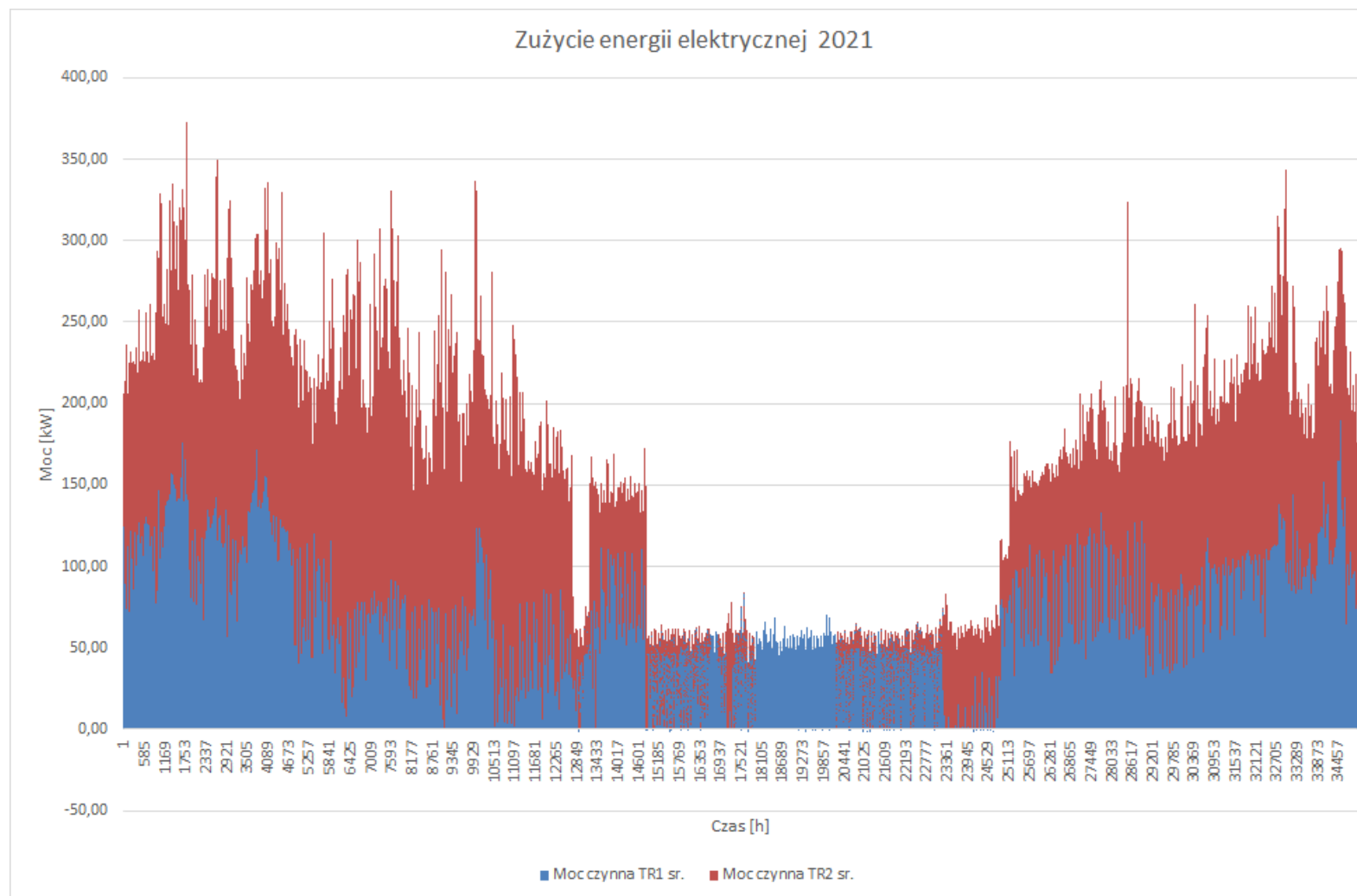
Wykres 1 Wykres uporządkowany mocy cieplnej w źródle, Kotłowni Rejonowej „Pod Grapą”, w 2021 r.



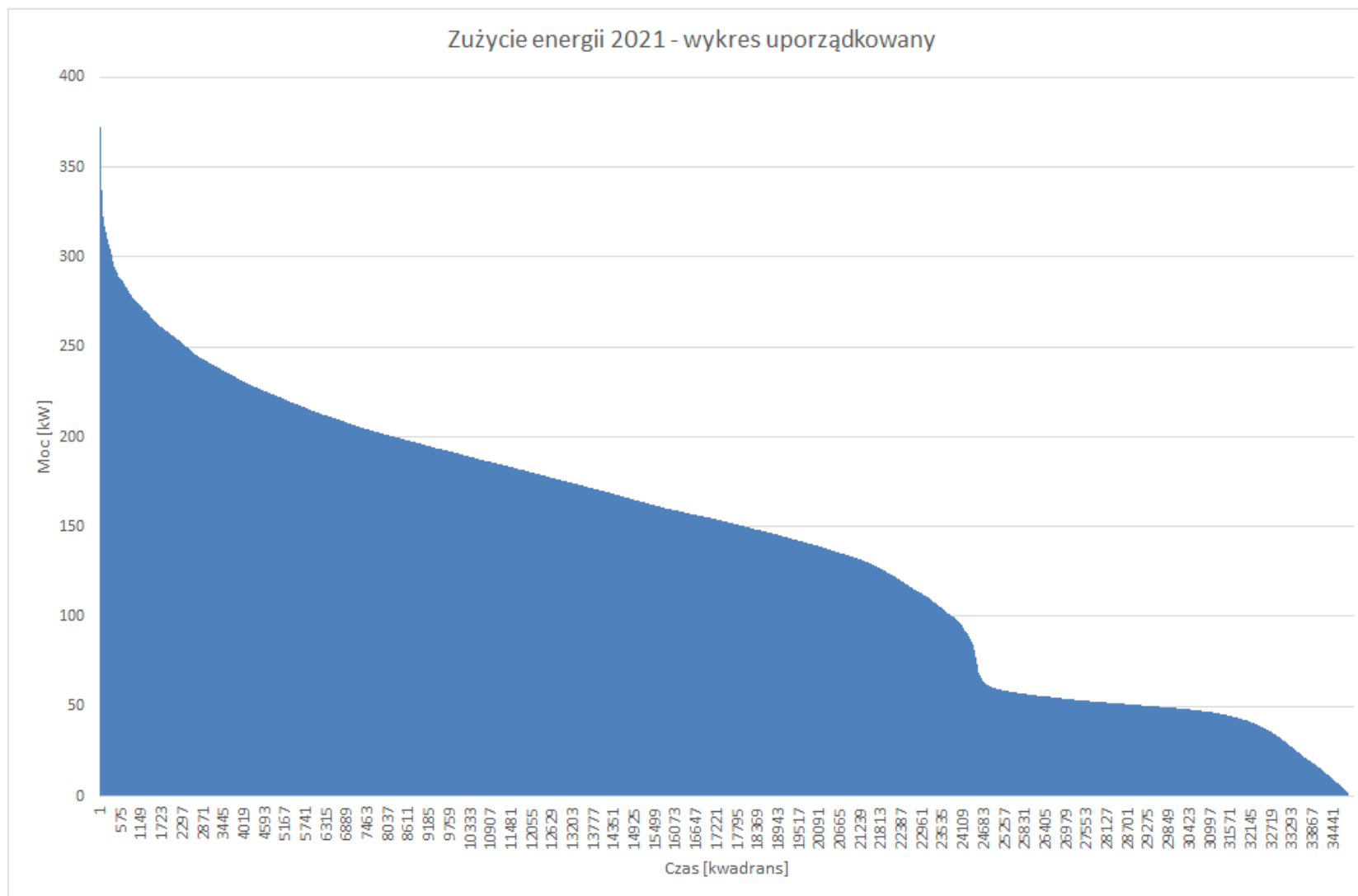
Wykres 2 Wykres mocy ciepłej oddawanej do sieci przez źródło, Kotłownię Rejonową "Pod Grapą" w Żywcu, rok 2021



Wykres 3 Wykres mocy elektrycznej zużywanej na potrzeby własne, Kotłownię Rejonową "Pod Grapą" w Żywcu, rok 2021



Wykres 4 Wykres uporządkowany mocy elektrycznej zużywanej na potrzeby własne, Kotłownię Rejonową "Pod Grapą" w Żywcu, rok 2021



## 4.2 Projektowany układ pracy

Zgodnie z definicją zawartą w pkt. 41 art. 2 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. efektywny system ciepłowniczy oznacza system, w którym do produkcji ciepła wykorzystuje się:

1. W co najmniej 75 % ciepło pochodzące z kogeneracji, lub
2. W co najmniej 50% ciepło pochodzące z kogeneracji i OZE, lub
3. W co najmniej 50% ciepło pochodzące z OZE.

W związku z powyższym, mając na uwadze zakres opracowania (wskazanie rozwiązań mających na celu spełnienia kryterium efektywnego energetycznie systemu ciepłowniczego oraz dywersyfikację paliw) jak i dane odniesienia dokonano wstępnego doboru mocy nowych jednostek tak, aby zapewnić uzyskanie odpowiedniego udziału produkcji ciepła. Na tym etapie nie precyzowano typu jednostek i technologii a jedynie określono wymaganą moc dla zapewnienia odpowiedniej produkcji ciepła.

Zgodnie z wcześniejszymi informacjami jako wartość odniesienia przyjęto produkcję ciepła w roku 2021 w ilości 238 520 GJ/a. Przyjęto następujące założenia programu pracy:

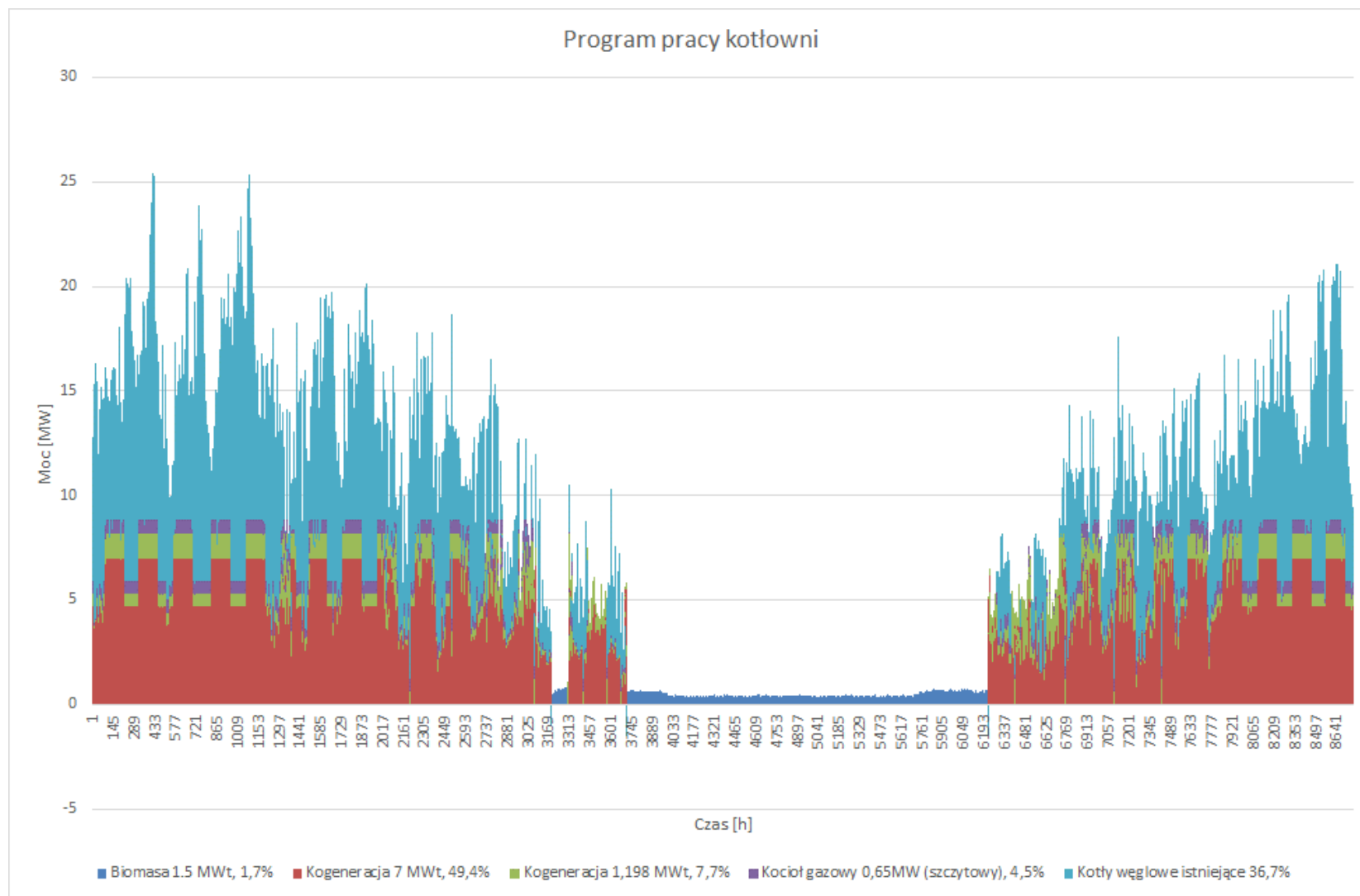
1. Źródło biomasowe pracuje wyłącznie poza sezonem grzewczym.
2. Źródło kogeneracyjne pracuje wyłącznie w sezonie grzewczym:
3. Kocioł gazowy 0,65 MW jest kotłem dogrzewającym dla układu Śrubena.
4. Kotły węglowe będą źródłem szczytowym dla układu

Z uwagi na uwarunkowania techniczne dobrano wstępnie:

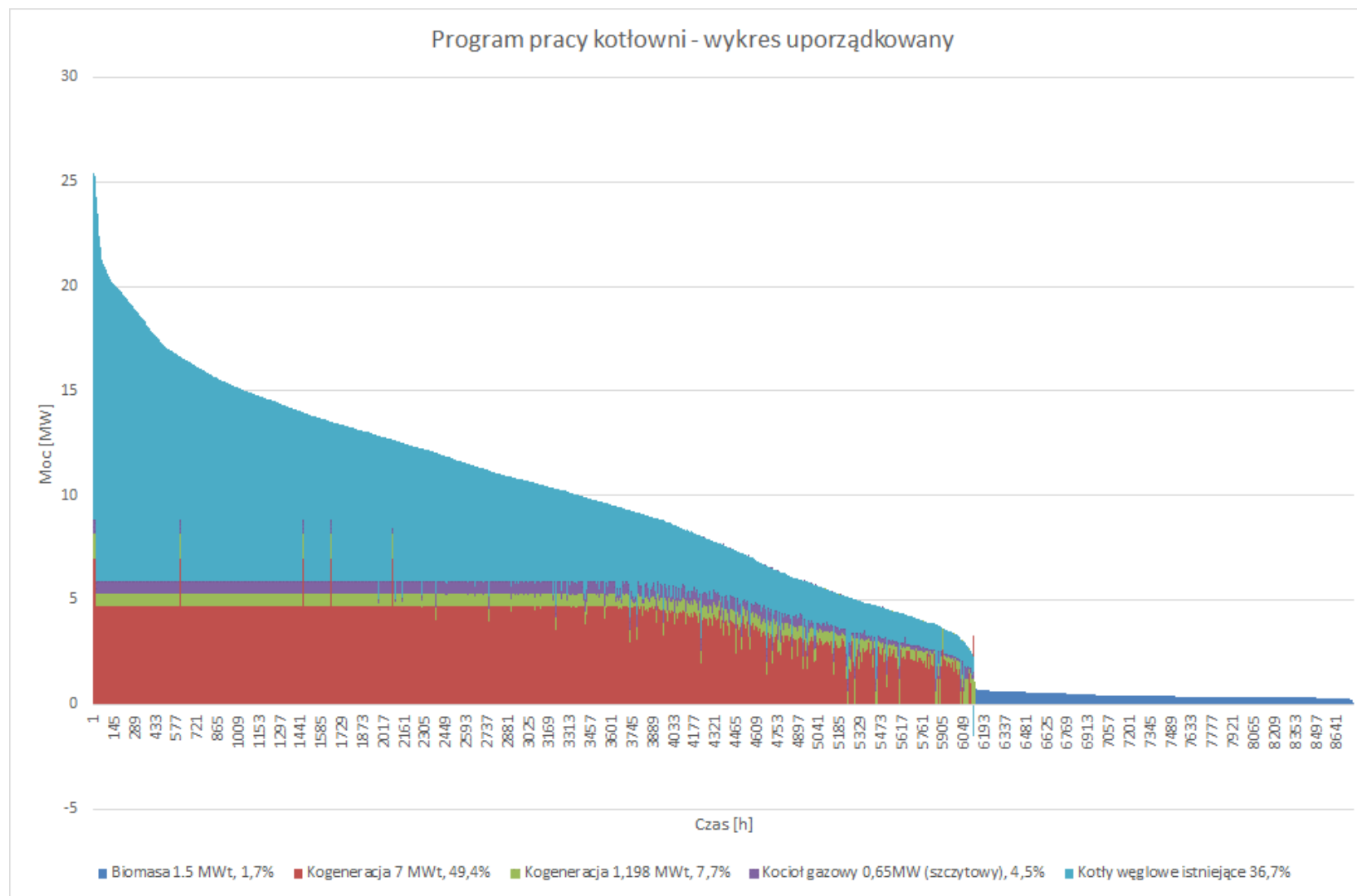
1. Instalację kogeneracji w oparciu o 3 kogeneratory o łącznej mocy cieplnej 7 MWt oraz kotłownię biomasową o mocy 1,5 MW. Instalacje zabudowane będą w nowych budynkach zlokalizowanych na terenie istniejącego składu opału kotłowni rejonowej „Pod Grapą”.
2. Instalację kogeneracji o mocy cieplnej 1,198 MWt wraz z kotłem dogrzewającym / szczytowym o mocy 0,65 MW dla układu Śrubena.

Poniżej zestawiono projektowany układ pracy urządzeń dla wykresu nieuporządkowanego i uporządkowanego.

Wykres 5 Plan pracy urządzeń – wykres nieuporządkowany sporządzony w oparciu o dane rzeczywiste z roku 2021



Wykres 6 Plan pracy urządzeń – wykres uporządkowany sporządzony w oparciu o dane rzeczywiste z roku 2021



### **4.3 Określenie procentowego udziału produkcji ciepła w oparciu o nośniki energii pierwotnej**

Dla projektowanego programu pracy urządzeń uzyskujemy następującą produkcję energii cieplnej:

1. Energia z OZE (biomasa) – 4 072 GJ/a
2. Energia z wysokosprawnej kogeneracji – 136 132 GJ/a
3. Energia źródeł szczytowych gazowych – 10 784 GJ/a
4. Energia ze źródeł węglowych (istniejących) – 87 532 GJ/a
5. Łączna produkcja energii cieplnej – 238 520 GJ

### **4.4 Weryfikacja spełnienia kryterium efektywnego systemu ciepłowniczego**

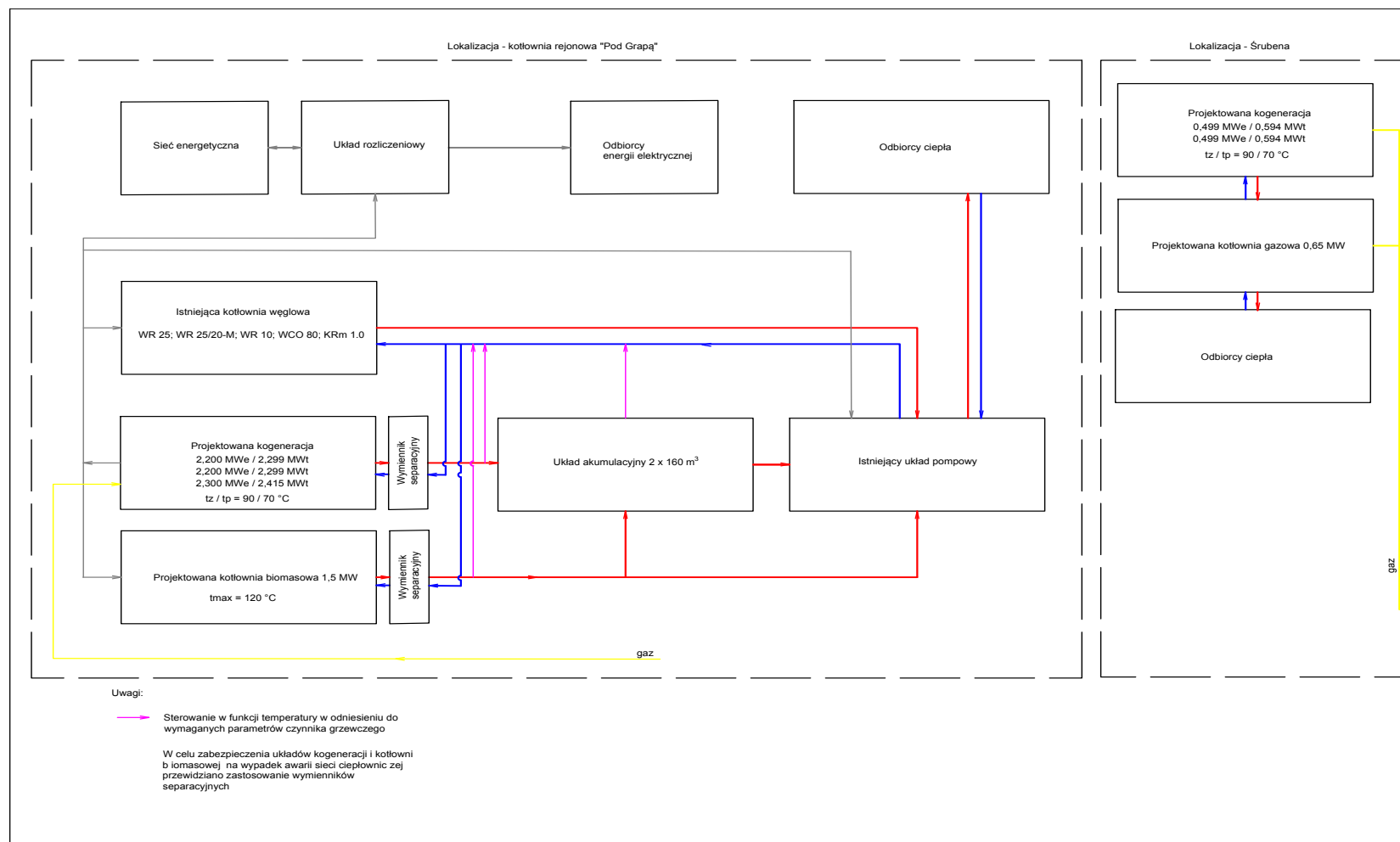
Dla obliczonych wartości produkcji energii określono udział procentowy:

1. Energia z biomasy wynosi 1,7%, czyli przekracza 1% produkcji energii cieplnej, co daje możliwość kwalifikacji układu jako efektywny system ciepłowniczy przy produkcji energii z kogeneracji i OZE powyżej 50%.
2. Energia z kogeneracji i OZE wynosi 58,78%, czyli przewyższa 50%, co potwierdza uzyskanie efektywnego systemu ciepłowniczego.
3. Potencjalny wzrost produkcji energii w przyszłości do poziomu 280 000 GJ nie spowoduje utraty statusu efektywnego systemu energetycznego bez konieczności dokonywania modernizacji instalacji.
4. Planowany czas pracy układu biomasowego wynosi 2638 h/a. Potencjalna przerwa w pracy układu OZE (biomasowego) wskutek awarii przez okres nie przekraczający 65% planowanego czasu pracy nie powoduje utraty statusu efektywnego systemu energetycznego.
5. Planowany czas pracy układu kogeneracji wynosi 6098 h/a. Potencjalna przerwa w pracy układu kogeneracji wskutek awarii przez okres nie przekraczający 12% planowanego czasu pracy nie powoduje utraty statusu efektywnego systemu energetycznego. W pracy układu kogeneracji założono przerwy planowe na przeglądy techniczne.



## 4.5 Schemat technologiczny układu

Rysunek 1 Schemat technologiczny układu



## 5 Wnioski i rekomendacje

Zaprojektowany program pracy daje gwarancję spełnienia wymogu udziału produkcji energii dla uzyskania statusu efektywnego systemu ciepłowniczego.

Produkcja energii cieplnej z poszczególnych układów wynosi:

1. Energia z OZE (biomasa) – 4 072 GJ/a
2. Energia z wysokosprawnej kogeneracji – 136 132 GJ/a  
Razem energia z biomasy i kogeneracji – 140 204 GJ/a (ok. 59% całkowitej produkcji energii).
3. Energia źródeł szczytowych gazowych – 10 784 GJ/a
4. Energia ze źródeł węglowych (istniejących) – 87 532 GJ/a  
łącznie produkcja energii cieplnej – 238 520 GJ

Energia z biomasy wynosi 1,7%, czyli przekracza 1% produkcji energii cieplnej, co daje możliwość kwalifikacji układu jako efektywny system ciepłowniczy przy produkcji energii z kogeneracji i OZE powyżej 50%.

Energia z kogeneracji i OZE wynosi łącznie 58,78% całkowitej produkcji ciepła, co potwierdza uzyskanie efektywnego systemu ciepłowniczego.

Potencjalny wzrost produkcji energii w przyszłości do poziomu 280 000 GJ nie spowoduje utraty statusu efektywnego systemu energetycznego bez konieczności dokonywania modernizacji instalacji.