



**Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o.**

Projekt „Power to Heat” w Hajnówce

Studium przypadku modernizacji systemu ciepłowniczego z zastosowaniem pomp ciepła, magazynów ciepła i instalacji fotowoltaicznych

**Konferencja 16.11.2023**



## Miasto Hajnówka

Długość sieci:

20,6 km

Ilość odbiorców:

455

Moc zamówiona:

17,47 MW

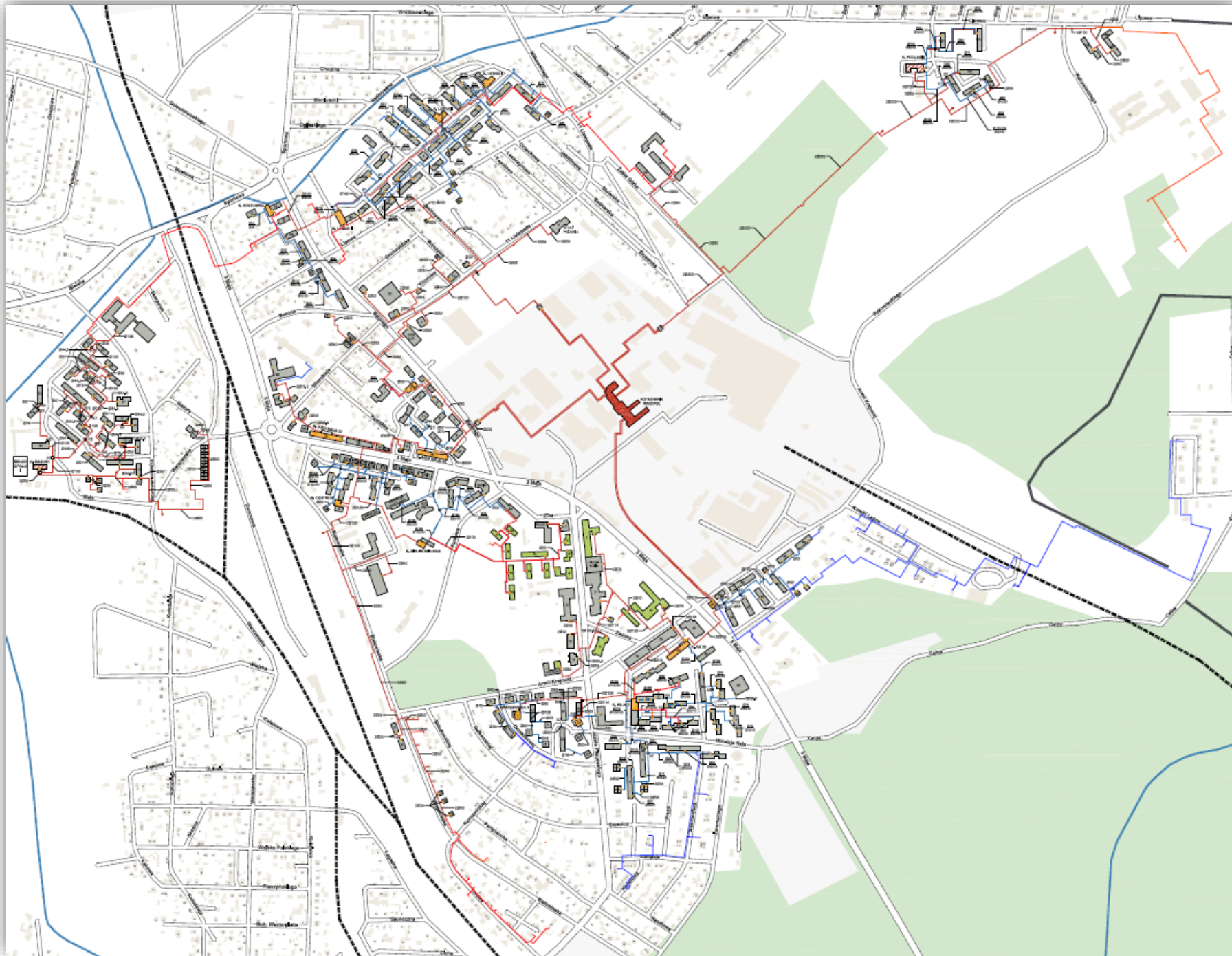
Produkcja/zakup energii w 2022:

206 068 GJ

Straty przesyłowe w 2022:

26 212 GJ

12,7 %





## Kotłownia Mazury

Moc zamówiona:

5,57 MW

Produkcja energii w 2022:

54 644 GJ

Straty przesyłowe w 2022:

8 215 GJ

13,3 %

### ***Kocioł KRm 100 x 2szt.***

moc znamionowa 2,0 MW,  
moc nominalna 2,857 MW,  
sprawność 70%,  
temperatura spalin za kotłem 493 K,  
czynnik: woda,  
paliwo: miął węglowy;  
rok instalacji 1988,  
potrzeby na c.o.-zima i c.w.u.-cały rok  
ruszt mechaniczny  
maksymalne zużycie paliwa 468 kg/h

### ***Kocioł KRm 40 x 1szt.***

moc znamionowa 0,8 MW,  
moc nominalna 1,143 MW,  
sprawność 70%,  
temperatura spalin za kotłem 493 K,  
czynnik: woda,  
paliwo: miął węglowy;  
rok instalacji 1988,  
potrzeby na c.o.-zima i c.w.u.-cały rok  
ruszt mechaniczny  
maksymalne zużycie paliwa 375 kg/h



Kotłownia Mazury



## Kotłownia SOLOR

Moc zamówiona:

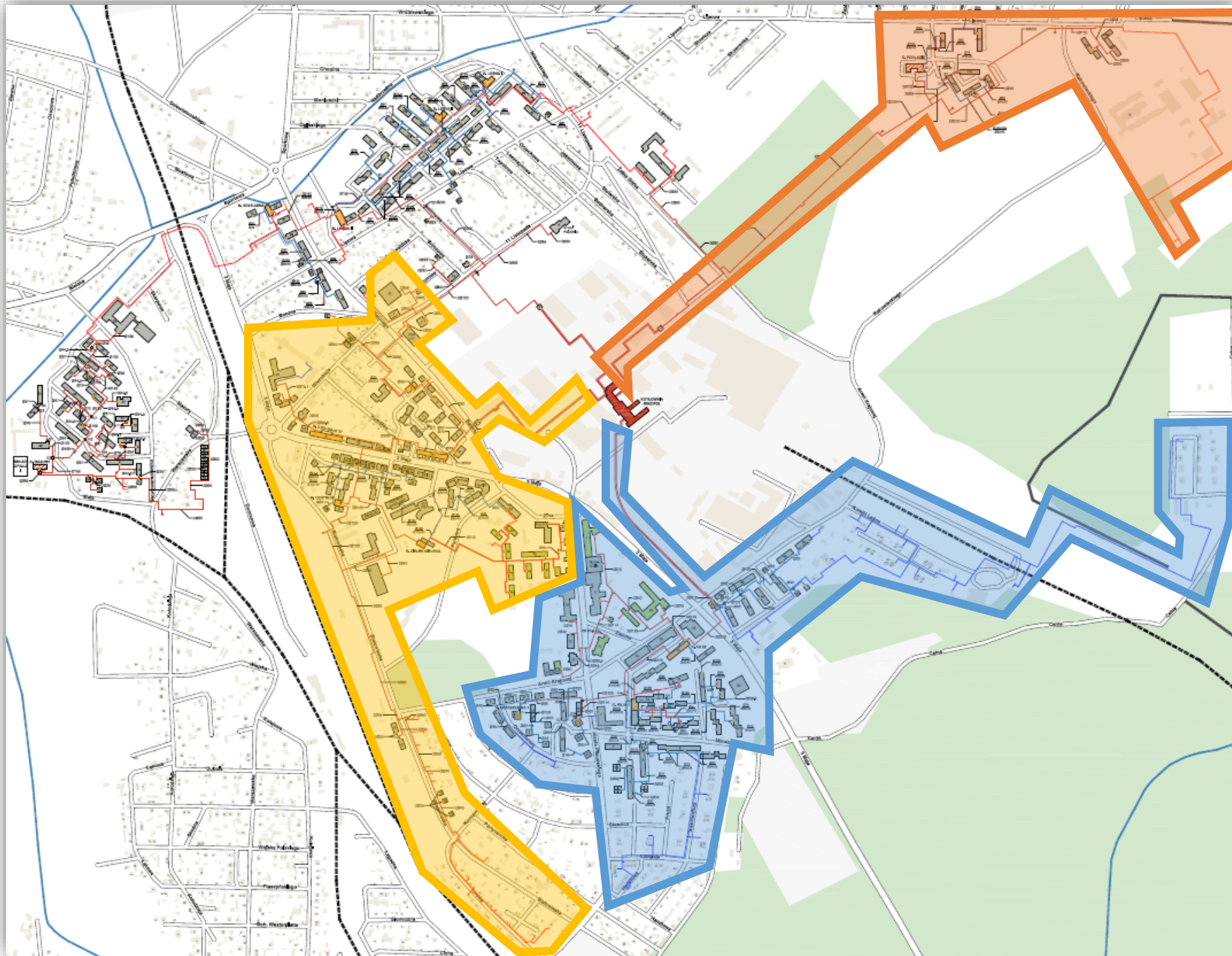
11,9 MW

Zakup energii w 2022:

144 455 GJ

Straty przesyłowe w 2022:

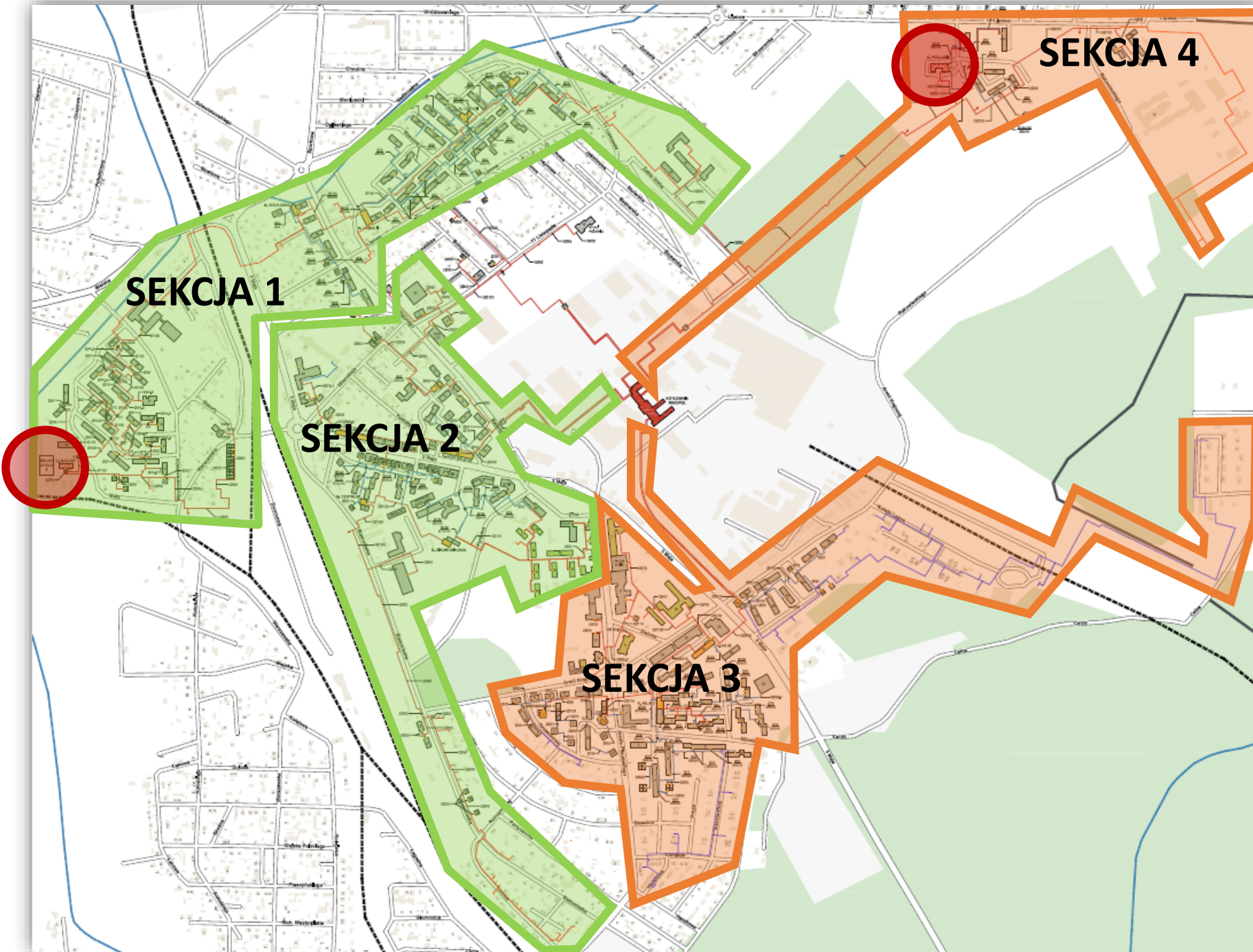
17 997 GJ  
13 %





## Projekt „Power to Heat” w Hajnówce

Studium przypadku modernizacji systemu ciepłowniczego z zastosowaniem pomp ciepła, magazynów ciepła i instalacji fotowoltaicznych



2 kotłownie /stacje pomp ciepła -  
koncepcja:

- Mała Mazury = 10,66 MW

Sekcja 1 = 5,76 MW

Sekcja 2 = 4,9 MW

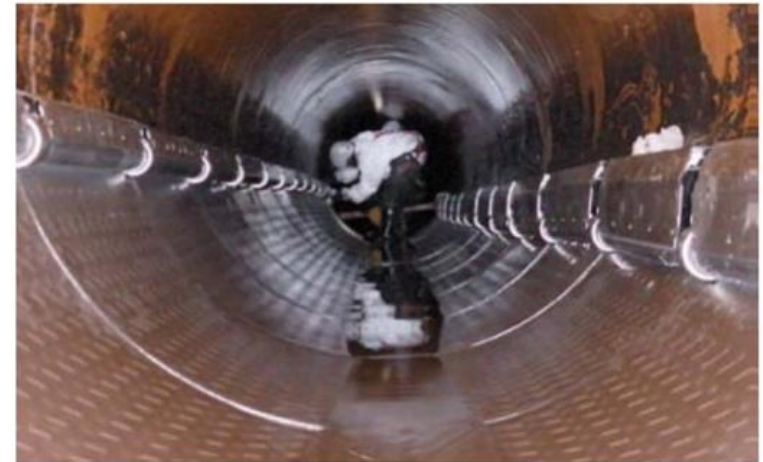
- Podlasie = 7,0 MW

Sekcja 3 = 5,2 MW

Sekcja 4 = 1,8 MW

# Ścieki jako źródło ciepła

- Nieoczyszczone ścieki z kolektora głównego zaplanowano jako źródło ciepła dla pompy ciepła 1.1
- Główna przepompownia ścieków jest oddalona o ok. 300 m.
- Główny kolektor ma średnicę DN 1000. W celu pozyskania ciepła w kanale ściekowym zostaną wbudowane odpowiednie wymienniki ciepła, które pobiorą ze ścieków energię cieplną.
- Minimalny średni przepływ dzienny wynosi 3.000 m<sup>3</sup>, co daje 125 m<sup>3</sup>/h. Przy ochłodzeniu o 3,4 °C otrzymuje się moc 500 kW, która będzie dostępna jako minimalna stała energia źródłowa.
- Na podstawie doświadczeń można założyć, że temperatura w kanale wynosi między 13°C a 15°C
- Wymagana długość: 143 m
- Rodzaj rury kanalizacyjnej: zwierciadło swobodne
- Szerokość/wysokość profilu: 1.000 mm
- Ilość przepływu ścieków – wartość zakładana: 35 l/se
- Zakładana temperatura ścieków: 13,6°C do 9,6°C
- Temperatura czynnika do pomp ciepła 4°C do 8°C
- Medium czynnika główny woda, domieszka glikol: 20%
- Termiczna moc docelowa: 500 kW



Przykłady wbudowanych kanałowych wymienników ciepła (Źródło: Stadtwerke Amstetten UHRIG Energie GmbH)



# Stacja 1 - Mała

- Sektor 1 i 2: Zapotrzebowanie na moc 10,66WM
- Założenie: 8 sztuk pomp ciepła Ochsner IWWHS 740 ER7c2, połączonych każdorazowo po 2 szt. równolegle w kaskady (po stronie spadku = sieć ciepłownicza).
- Źródłem energii dla pomp ciepła 1.2 do 4.2 jest woda gruntowa.
- Warstwowe zbiorniki buforowe dla kaskad pomp ciepła powinny wynosić co najmniej 110 m<sup>3</sup>. Jako magazyny ciepła w sieci zaleca się 2 x każdy po 150 m<sup>3</sup> w celu przechowywania odpowiednich ilości ciepła w przypadku nadmiaru prądu uzyskanego z wiatru lub fotowoltaiki.
- Wymagana ilość wody gruntowej dla stacji pomp ciepła 1.2 do 4.2 przy pełnym obciążeniu wynosi ok. 705 m<sup>3</sup>/h. Pompa ciepła 1.1, której zasilanie planowane jest z energii ścieków, potrzebuje ok. 104 m<sup>3</sup>/h z wymiennika ciepła kanału.
- Zgodnie z obecnym stanem wiedzy zasoby wód podziemnych mogą być wystarczające. Zaleca się jednak wykonanie próbných odwiertów w celu uzyskania pewności o obecności wód podziemnych. Przy planowaniu realizacji przedsięwzięcia należy uwzględnić niezbędne studnie zrzutowe.
- Podczas planowania realizacji należy sprawdzić zarówno dostępność wód podziemnych, jak i uzyskać wymagane prawem wodnym pozwolenia.

R513AWskażnik 7 GWP = 631													
IWWHS 740 E													
R7c2	Nr.1.1	Nr. 1.2	Nr. 2.1	Nr.2.2	Nr.3.1	Nr. 3.2	Nr.4.1	Nr.4.2	Suma	wymagane: 10.644 KW			
Założenie	S8-4 / W50-57	W10-6 / W50-57	10/6>57/64	10/6>57/64	10/6>64/72	10/6>64/72	10/6>72/80	10/6>72/80			Moc kotła	Razem	Kontrola
<b>Moc grzewcza w kW</b>	671	707	703	703	700	700	690	690	5564		5.087,20	10.651,20	10.680,20
<b>Pobór mocy elektrycznej w kW</b>	188	192	213	213	213	237	261	261	1778		0		
<b>Wydajność chłodzenia w kW</b>	483	515	490	490	490	463	429	429	3789				
<b>COP Hzg</b>	3,57	3,68	3,3	3,3	2,95	2,95	2,64	2,64	3,09				
<b>Parownik</b>	Sole	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser					
<b>Wejście</b>	8 °C	10°C	10°C	10°C	10°C	10°C	10°C	10°C	10°C	połączone równolegle			
<b>Wyjście</b>	4°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C				
<b>Objętość</b>	103 m³/h	110,7 m³/h	105,4 m³/h	105,4 m³/h	99,5 m³/h	99,5 m³/h	92,2 m³/h	92,2 m³/h	705 m³/h				
<b>Kondensator</b>													
<b>Zasilanie</b>	50°C	50°C	57°C	57°C	64°C	64°C	72°C	72°C	50°C	kaskada	80	50	50
<b>Powrót</b>	57°C	57°C	64°C	64°C	72°C	72°C	80°C	80°C	80°C	Seryjnie			
<b>Objętość</b>										po 2 pompy	105	105	105
	82,4 m³/h	86,9 m³/h	86,4 m³/h	86,4 m³/h	75,3 m³/h	75,3 m³/h	74,2 m³/h	74,2 m³/h	159,5 m³/h	równolegle	175	166,5	Netz 167

Stacja pomp ciepła 1 Mała Mazury, realizacja poziom 1, moc wymagana 10,66 MW, dla sieci w sekcji 1 (5,76 MW) i sieci w sekcji 2 (4,9 MW)

# Stacja 2 - Podlasie

- Sektor 3 i 4: Zapotrzebowanie na moc: 7,0 MW
- 5 sztuk pomp ciepła Ochsner IWWHS 740 ER7c2, połączonych w kaskady (po stronie spadku = sieć ciepłownicza). Źródło energii: wody gruntowe.
- Warstwowe zbiorniki buforowe dla kaskad pomp ciepła powinny wynosić co najmniej 70 m<sup>3</sup>.
- Jako magazyn ciepła w sieci zaleca się 1 x 150 m<sup>3</sup> w celu przechowywania odpowiednich ilości ciepła w przypadku nadmiaru prądu uzyskanego z wiatru lub fotowoltaiki.
- Wymagana ilość wody gruntowej przy pełnym obciążeniu wynosi ok. 510 m<sup>3</sup>h.

R513A Wskaźnik 7 GWP = 631						r			
IWWHS 740	Nr.1	Nr. 2	Nr. 3	Nr.5	Suma				
ER7c2						wymagane: 7000 KW			
Założenie	W10-6 / W50-56	10/6>56/62	10/6>62/68	10/6>74/80			Moc kotła	Razem	Kontrola
Moc grzewcza w kW	707	705	702	691	3.503		3.488,40	6.991,40	6.994,20
Pobór mocy elektrycznej w kW	192	204	226	260	1.131		0		
Wydajność chłodzenia w kW	515	501	476	431	2.372				
COP Hzg	3,68	3,46	3,11	2,66	3,1				
Parownik	czynnik	woda	woda	woda	woda				
Wejście	10 °C	10°C	10°C	10°C	10°C	połączone równolegle			
Wyjście	6°C	6°C	6°C	6°C	6°C				
Objętość	110,7 m³/h	107,7 m³/h	102,3 m³/h	92,7 m³/h	510 m³/h				
Kondensator									
Zasilanie	50°C	56°C	62°C	74°C	50°C	kaskada	80 °C	55°C	55°C
Powrót	56°C	62°C	68°C	80°C	80°C	seryjnie	105 °C	105°C	105°C
Objętość	101,3 m³/h	101,1 m³/h	100,6 m³/h	99m³/h	104 m³/h		120 m³/h	123 m³/h	123 m³/h

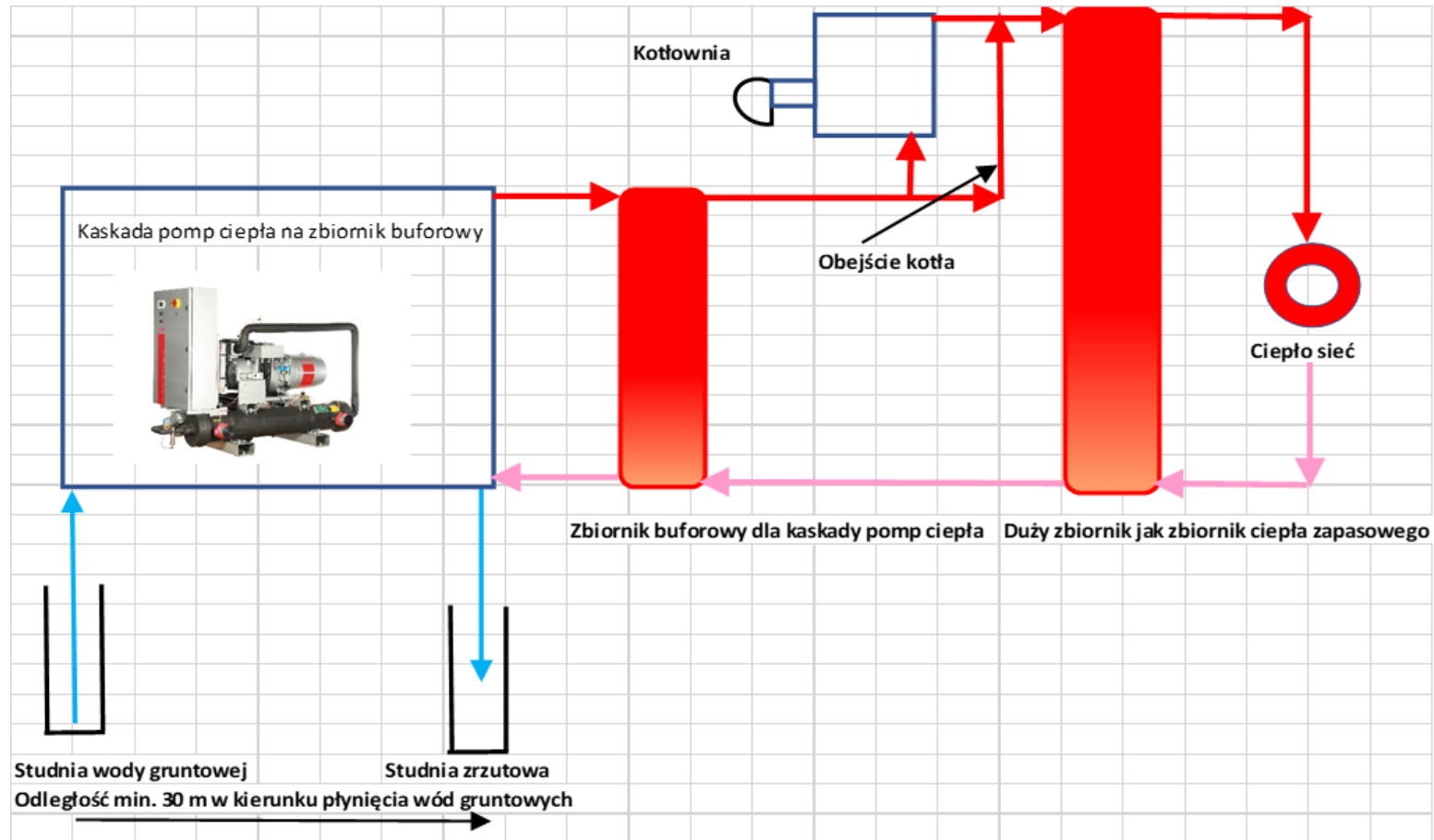
Stacja pomp ciepła 2 Lipowa / Podlasie, realizacja poziom 2 , moc wymagana 7 MW, sekcja 3 (5,2 MW) i sekcja 4 (1,8 MW)

# Podsumowanie

	Stacja pomp ciepła 1			Stacja pomp ciepła 2			Suma Stacja 1 +2 + kocioł	
	Moc kotła	Razem 1	Moc kotła	Razem 2				
<b>Moc grzewcza w kW</b>	5564	10651,2	5087	3.503	3.488,40	6.991,40	9067	17.642
<b>Pobór mocy elektrycznej w kW</b>	1802			1.131			2933	
<b>Wydajność chłodzenia w kW</b>	3762			2.372			6134	
<b>COP H<sub>zg</sub></b>	3,1			3,1			3,1	
<b>Parownik</b>	0			0				
<b>Wejście</b>	10 °C			10 °C			10 °C	
<b>Wyjście</b>	6°C			6°C			6°C	
<b>Objętość</b>	808 m <sup>3</sup> /h			510 m <sup>3</sup> /h			1318,8 m <sup>3</sup> /H	
<b>Kondensator</b>	0			0				
<b>Zasilanie</b>	50°C	80°C	80°C	50°C	80°C	55°C	50°C	
<b>Powrót</b>	80°C	105 °C	105 °C	80°C	105°C	105°C	80°C	
<b>Objętość</b>	159,5 m <sup>3</sup> /h	175 m <sup>3</sup> /h	166 m <sup>3</sup> /h	100,4 m <sup>3</sup> /h	120°C	120,3°C	159,5 m <sup>3</sup> /h/	100,4 m <sup>3</sup> /h

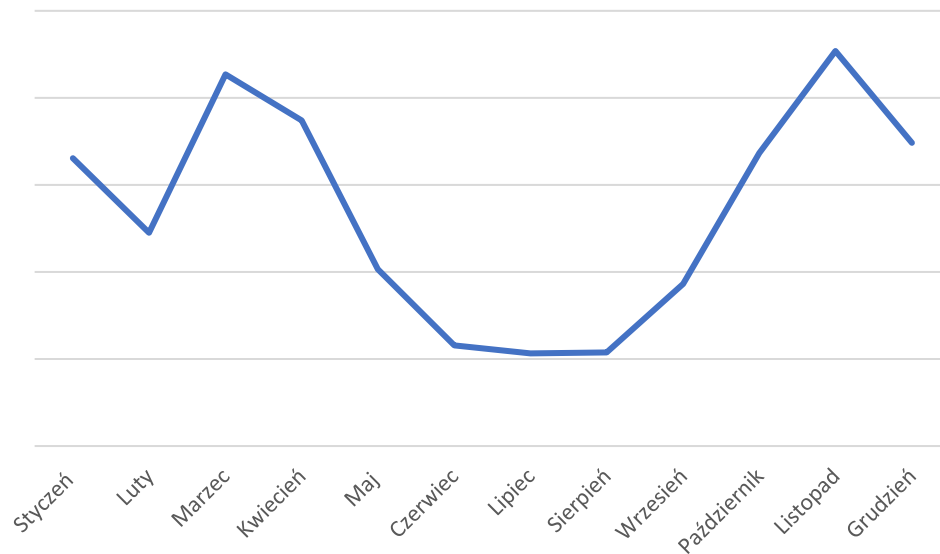
- Stacje pomp ciepła pokryją ponad ok. 50 % wymaganej mocy grzewczej sieci ciepłowniczej.
- Moc elektryczna w punkcie pracy wynosi prawie 3.000 kW
- Dla agregatów pomocniczych, pomp wspomagających studnie, pomp obiegowych dla kaskad pomp ciepła potrzeba ok. 15% zapotrzebowania, tak więc wymagana moc elektryczna wyniesie ok. 3.500 kW.
- Podczas planowania realizacji należy sprawdzić zarówno dostępność wód podziemnych, jak i uzyskać wymagane prawem wodnym pozwolenia.
- Należy sprawdzić również dostępność prądu oraz jaką ilość wymaganej energii elektrycznej da się pokryć z fotowoltaiki lub energii wiatrowej.

# Schemat blokowy



Schemat blokowy, zarówno dla stacji pomp ciepła 1 jak i stacji pomp ciepła 2. Schemat ten przedstawia tylko komponenty stacji pomp ciepła i nie jest schematem zasadniczym połączenia hydraulicznego.

# Profil zapotrzebowania na energię do zasilenia pomp ciepła



Miesiąc	Zapotrzebowanie na energię [kWh]
Styczeń	1 653 056,40
Luty	1 224 579,83
Marzec	2 134 142,70
Kwiecień	1 871 078,78
Maj	1 015 459,02
Czerwiec	578 858,35
Lipiec	533 166,24
Sierpień	538 746,65
Wrzesień	931 984,94
Październik	1 683 463,96
Listopad	2 269 700,99
Grudzień	1 741 124,10
TOTAL	16 175 361,94

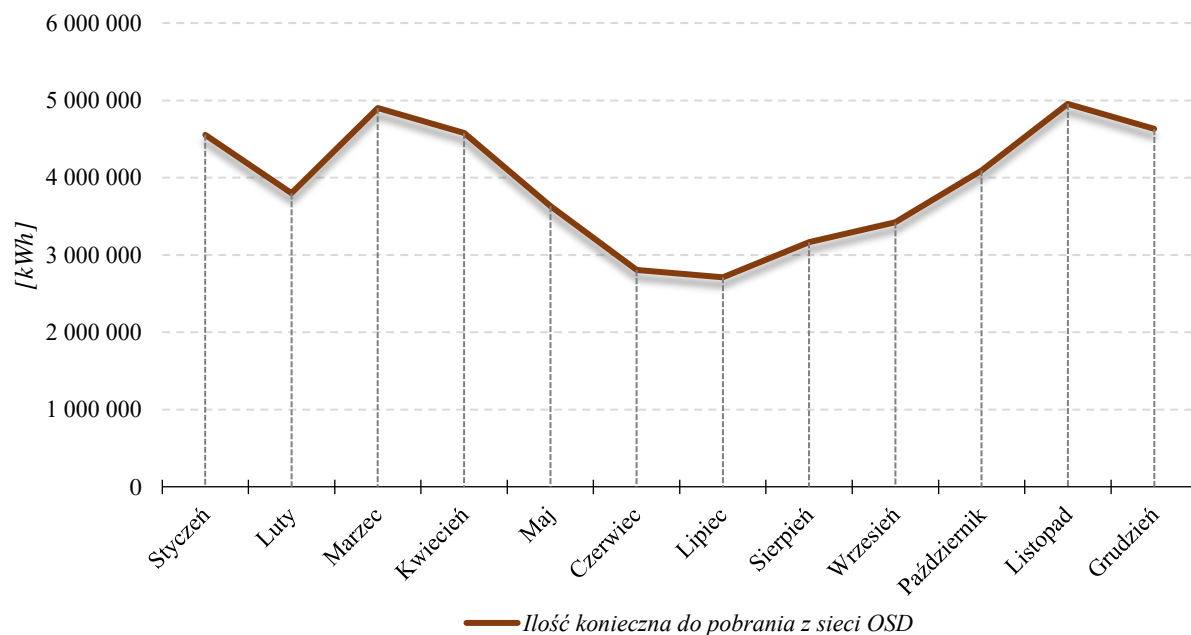
## Profil roczny

COP = 3,1 dla sekcji 1,2 oraz COP = 3,09 dla sekcji 3,4.

# Profil zapotrzebowania na energię do zasilenia obiektów Hajnówka

Odbiorcy	Zapotrzebowanie na energię [kWh]
Taryfa G	-
Taryfa C	1 577 303
Taryfa B	3 579 921
Oświetlenie	376 265
Pompy Ciepła	16 175 362
<b>TOTAL</b>	<b>21 708 850,74</b>

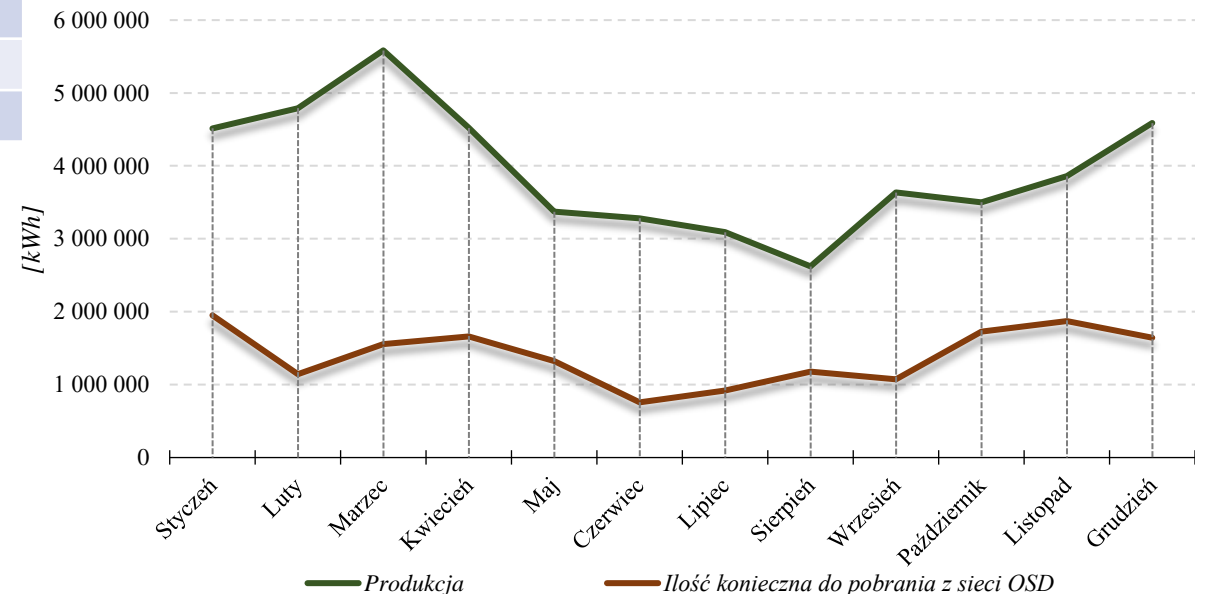
Miesiąc	Zapotrzebowanie na energię [kWh]
Styczeń	2 179 093
Luty	1 687 591
Marzec	2 627 507
Kwiecień	2 348 189
Maj	1 473 756
Czerwiec	967 012
Lipiec	915 109
Sierpień	998 732
Wrzesień	1 375 358
Październik	2 119 985
Listopad	2 751 656
Grudzień	2 264 862
<b>TOTAL</b>	<b>21 708 851</b>





# Propozycja pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną z OZE

Moc elektrowni gruntowych PV	3 900,00	kW
Moc Kogeneracji KOG	0,00	kW
Moc elektrowni wiatrowej WIND	8 200,00	kW
Uzysk instalacji PV	1 025,00	kWh/kWp/rok
Uzysk KOG	0,89	kWh/kWp/rok
Uzysk WIND	2 160,00	kWh/kWp/rok
Produkcja energii	21 709 500,00	kWh/rok
Zużycie energii elektrycznej	21 708 850,00	kWh/rok
Autokonsumpcja	60,84%	%
Wskaźnik samowystarczalności	100,00%	%



## Koszt inwestycyjny

1 MWe PV – 3 500 000,00 netto

1 MWe W – 5 700 000,00 netto

## Koszt eksploatacyjny

### PV

Pozycja	Koszt [pln netto/ rocznie]	Koszt [pln netto/ 25 lat]
Ubezpieczenie*	21 000,00	525 000,00
Przeglądy	10 000,00	250 000,00
Koszenie trawy	5 000,00	125 000,00
Mycie modułów	4 000,00	100 000,00
Koszty odtworzeniowe	41 280,00	1 032 000,00
Energia na potrzeby własne**	2 050,00	51 250,00
<b>TOTAL</b>	<b>83 330,00</b>	<b>1 876 850,00</b>

### Wind

Pozycja	Koszt [pln netto/ rocznie]	Koszt [pln netto/ 25 lat]
Ubezpieczenie*	34 200,00	855 000,00
Przeglądy	30 000,00	750 000,00
Koszty odtworzeniowe	54 720,00	1 094 400,00
Energia na potrzeby własne**	4 320,00	108 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>123 240,00</b>	<b>2 807 400,00</b>

\* ubezpieczenie 0,6% wartości inwestycji

\*\* zużycie energii na potrzeby własne 0,2% rocznie x 1000 zł/MWh

## Koszt produkcji energii

### PV

Pozycja	
Inwestycja pln netto	3 500 000,00
Koszty operacyjne /25 lat/	1 876 850,00
Wyprodukowana energia /25 lat/	24 036 MWh
<b>Koszt wytworzenia 1 MWh</b>	<b>223,70</b>

### Wind

Pozycja	
Inwestycja pln netto	5 700 000,00
Koszty operacyjne /25 lat/	2 807 400,00
Wyprodukowana energia /25 lat/	50 625 MWh
<b>Koszt wytworzenia 1 MWh</b>	<b>167,96</b>

## Koszt wytworzenia GJ z pomp ciepła

Pozycja	
Inwestycja pln netto	34 790 656,00
Koszty operacyjne /25 lat/	48 172 569,50
Sprzedaż energii cieplnej do sieci	570 407 600,38
Sprzedaż energii elektrycznej do sieci	145 225 866,74
Zakup energii elektrycznej z sieci	192 339 406,26
Wyprodukowana energia /25 lat/	4 504 640,42 GJ
<b>Koszt wytworzenia 1 GJ</b>	<b>97,75 PLN/GJ</b>

# Podsumowanie

Rekomendowany wariant I / pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną z OZE dla pomp ciepła i obiektów gminy Hajnówka

Pozycja	Miano	Profil I
Moc elektrowni gruntowych PV	kW	3 900,00
Moc Kogeneracji KOG	kW	0,00
Moc elektrowni wiatrowej WIND	kW	8 200,00
Produkcja instalacji PV	kWh/rok	3 997 500,00
Produkcja KOG	kWh/rok	0,00
Produkcja WIND	kWh/rok	17 712 000,00
Produkcja energii	kWh/rok	21 709 500,00
Zużycie energii elektrycznej	kWh/rok	21 708 850,74
Autokonsumpcja	%	60,84%
Wskaźnik samowystarczalności	%	100,00%

Koszt inwestycji	95 180 656	PLN
Koszt PV	13 650 000	PLN
Koszt WIND	46 740 000	PLN
Koszt Pompy ciepła	34 790 656	PLN
Udział kosztów eksploatacyjnych	12	%
Koszty eksploatacyjne	15	lat
Fundusz odtworzeniowy Falowniki	1,94	%
Koszty eksploatacyjne PV	83 330	PLN/rok
Koszty eksploatacyjne WIND	123 240	PLN/rok
Koszty eksploatacyjne PC	42 050	PLN/rok
Udział kosztów eksploatacyjnych	68 520	PLN/rok

# Uwagi końcowe

Ta koncepcja nie zastępuje planu wykonawczego ani planu szczegółowego, tylko pokazuje możliwości przestawienia sieci ciepłowniczej w Hajnówce na odnawialne źródła energii.

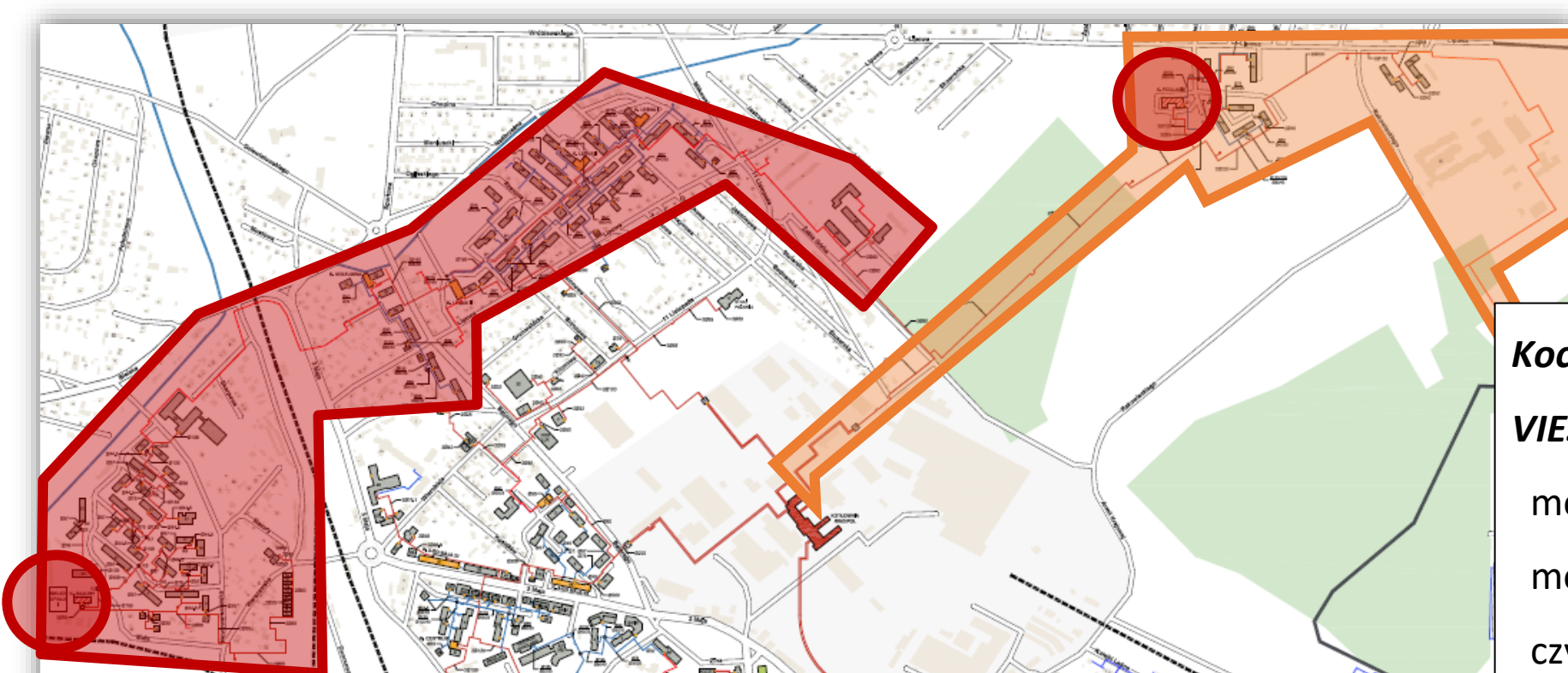
W trakcie planowania realizacji należy sprawdzić dokładnie kilka parametrów, jak np.:

- Dostępność wód gruntowych i uzyskać pozwolenia na wykorzystanie wód gruntowych
- Wykorzystanie ścieków w kolektorze głównym do odzysku ciepła i uzyskać niezbędne pozwolenia na ich wykorzystanie
- Dostępność energii elektrycznej z energii wiatrowej i/lub fotowoltaiki
- Dostępność energii elektrycznej z sieci
- Dostępność miejsca dla przewidywanych pomp ciepła i innych urządzeń
- Zwymiarowanie i zaprojektowanie instalacji kotłowych do pokrycia pozostałego zapotrzebowania na ciepło
- Podczas szczegółowego planowania należy również sporządzić koncepcję funkcjonowania i połączenia w centralną technikę sterowania

**Pozostaje jedynie podkreślić, że technicznie możliwe jest zagwarantowanie ogrzewania w sieci ciepłowniczej w Hajnówce za pomocą pomp ciepła, a nie miatu węglowego!**



Obecna sytuacja – plany inwestycyjne



### ***Kocioł***

***VISSMANN Paromat-Triplex x 2szt.***

moc znamionowa: 2x 0,575 MW

moc łączna: 1,15 MW

czynnik: woda

paliwo: gaz (od 11.2023), olej

rok instalacji kotłów: 1998

potrzeby założeniowe na c.o i c.w.u.

cały rok rezerwowo

lub szczytowe pokrycie

palnik projektowany: dwupaliwowy,

o mocy 280-760kW

### ***Kocioł INTERMET***

moc znamionowa: 3,0 MW

czynnik: woda

paliwo: biomasa

(zrębka leśna, tartaczna)

Uruchomienie: 2024

### ***Kocioł KRm100 x 2szt.+ KRm40 x1szt.***

moc znamionowa 4,8 MW,

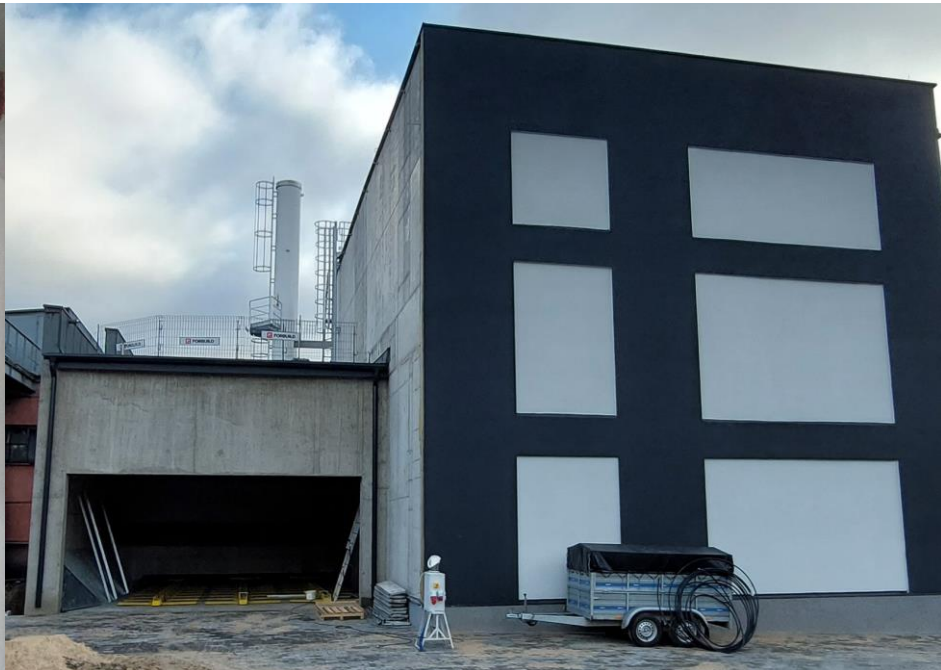
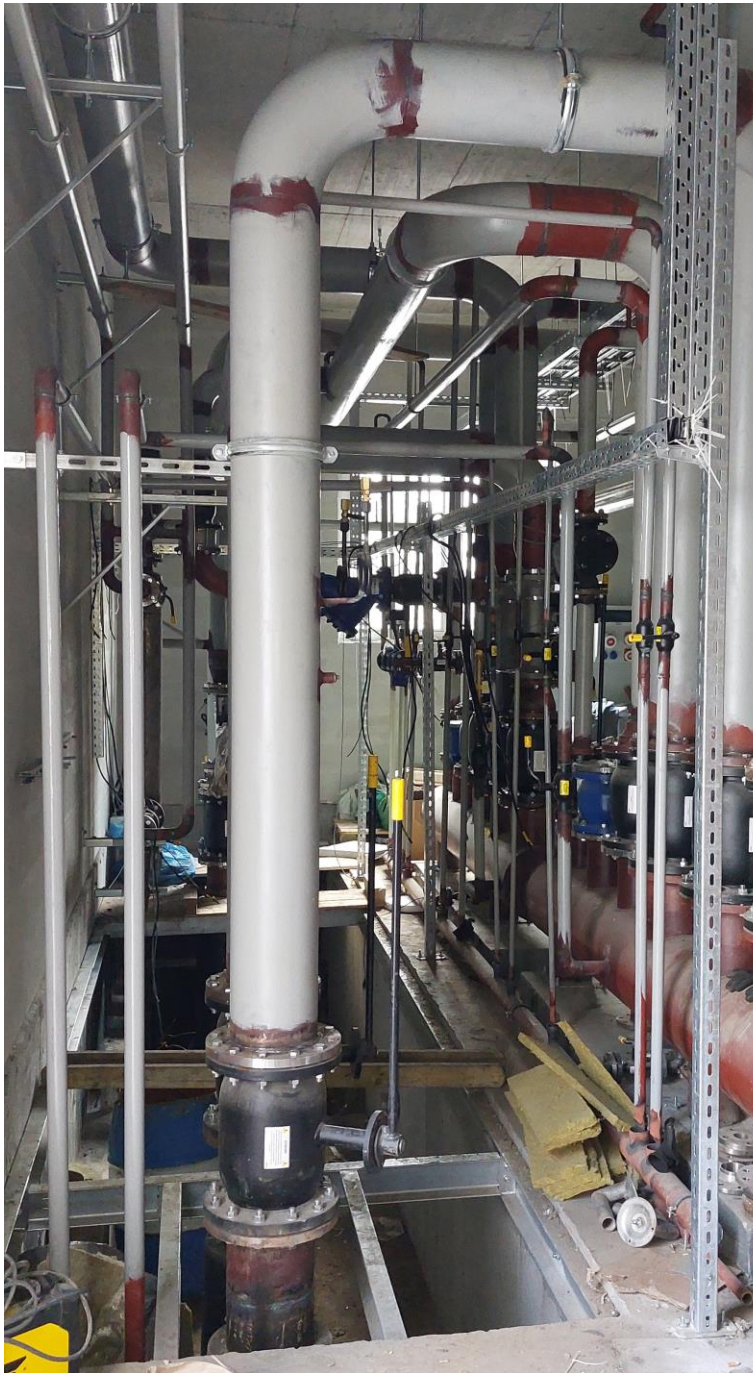
moc nominalna 6,857 MW,

sprawność 70%,

temperatura spalin za kotłem 493 K,

czynnik: woda,

paliwo: miał węglowy









**Dziękuję za uwagę**