

DORAGO ENERGETYKA

DOŚWIADCZENIA Z WDRAŻANIA I EKSPLOATACJI UKŁADÓW KOGENERACYJNYCH

Opracował
Andrzej Grzesiek

Pakiet 3x20

(marzec 2007r)

Kompleksowe rozwiązania energetyczno klimatyczne – kierunki dla ciepłownictwa:

- promowanie stosowania energii ze źródeł odnawialnych**

 - wspólnotowy system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych**

 - redukcja emisji gazów cieplarnianych**

 - poprawa efektywności energetycznej**
-

Dlaczego mamy kłopot w 2013 r?

Za dużo emitujemy CO₂

- średni wskaźnik emisyjności produkcji ciepła w Polsce w instalacjach klasycznych – węglowych wynosi około 115 kg CO₂/GJ wyprodukowanego ciepła
 - w przypadku gazu ziemnego jest to tylko około 63 kg CO₂/GJ
 - paliwa odnawialne dla celów pakietowych mają emisyjność = 0!
 - dla przykładu w duńskich systemów ciepłowniczych średni wskaźnik emisyjności produkcji ciepła, dla małych instalacji kształtuje się na poziomie około 30 kg CO₂/GJ !!!, a dla dużych około 55 kg CO₂/GJ
 - W 2013 r zabraknie średnio 50% uprawnień, trzeba będzie je kupić i staną się kolejnym elementem kosztu wytwarzania ciepła (dyrektywa ETS)
-

PROBLEM ROKU 2016 EID

Dyrektywa EID określa nowe, rygorystyczne standardy emisji

Dla źródeł do 50MW oznacza to:

- SO₂ : z 1500 → 400**
 - NO_x : z 600 → 300**
 - pyłów: z 100 → 30** (mg/m³ w przel. na war. normalne)
 - Zmienia definicję dużego źródła spalania – 50 MW w kominie,**
 - Obniża próg uzyskania pozwolenia zintegrowanego do 20 MW,**
 - Ma wejść w życie od 2016 roku**
-

Rozwiązania techniczne układów kogeneracyjnych

- ❑ **Blok kogeneracyjny z turbiną parową i kotłem opalany biomasą**
 - ❑ **Blok kogeneracyjny z turbogeneratorem ORC i kotłem opalany biomasą**
 - ❑ **Blok kogeneracyjny z silnikami gazowymi opalany gazem ziemnym**
 - ❑ **Blok kogeneracyjny z silnikami gazowymi opalany biogazem**
 - ❑ **Blok kogeneracyjny z turbiną gazową opalany gazem ziemnym**
-

Przesłanki decyzyjne

- **Otwartość zarządu i właścicieli na innowacje**
 - **Równomierne i stabilne zapotrzebowanie na energię ciepłą dla celów technologicznych**
 - **Gwarancja dostaw paliwa: możliwość wykorzystania biomasy jako pozostałości z procesu produkcyjnego,**
 - **umowy z dostawcami**
-

Etapy przygotowania projektu

1. Studia wstępne:

- analiza rynku, ocena możliwości zaspokojenia potrzeb
- identyfikacja ograniczeń prawnych, finansowych, technicznych, organizacyjnych
- założenia i warunki ogólne przedsięwzięcia

2. Opracowanie koncepcji projektu

- opis funkcjonalny układu
- specyfikację urządzeń
- ocenę wartości parametrów produkcyjnych
- ocenę nakładów inwestycyjnych
- propozycje struktury finansowania
- ocenę dostępności paliwa

3. Studium wykonalności

4. Decyzje administracyjne

- o środowiskowych uwarunkowaniach, (raport oddziaływania na środowisko)
- o warunkach przyłączenia do sieci operatora OSD
- pozwolenie wodno prawne, pozwolenie zintegrowane,
- o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
- pozwolenie na budowę (projekt budowlany)

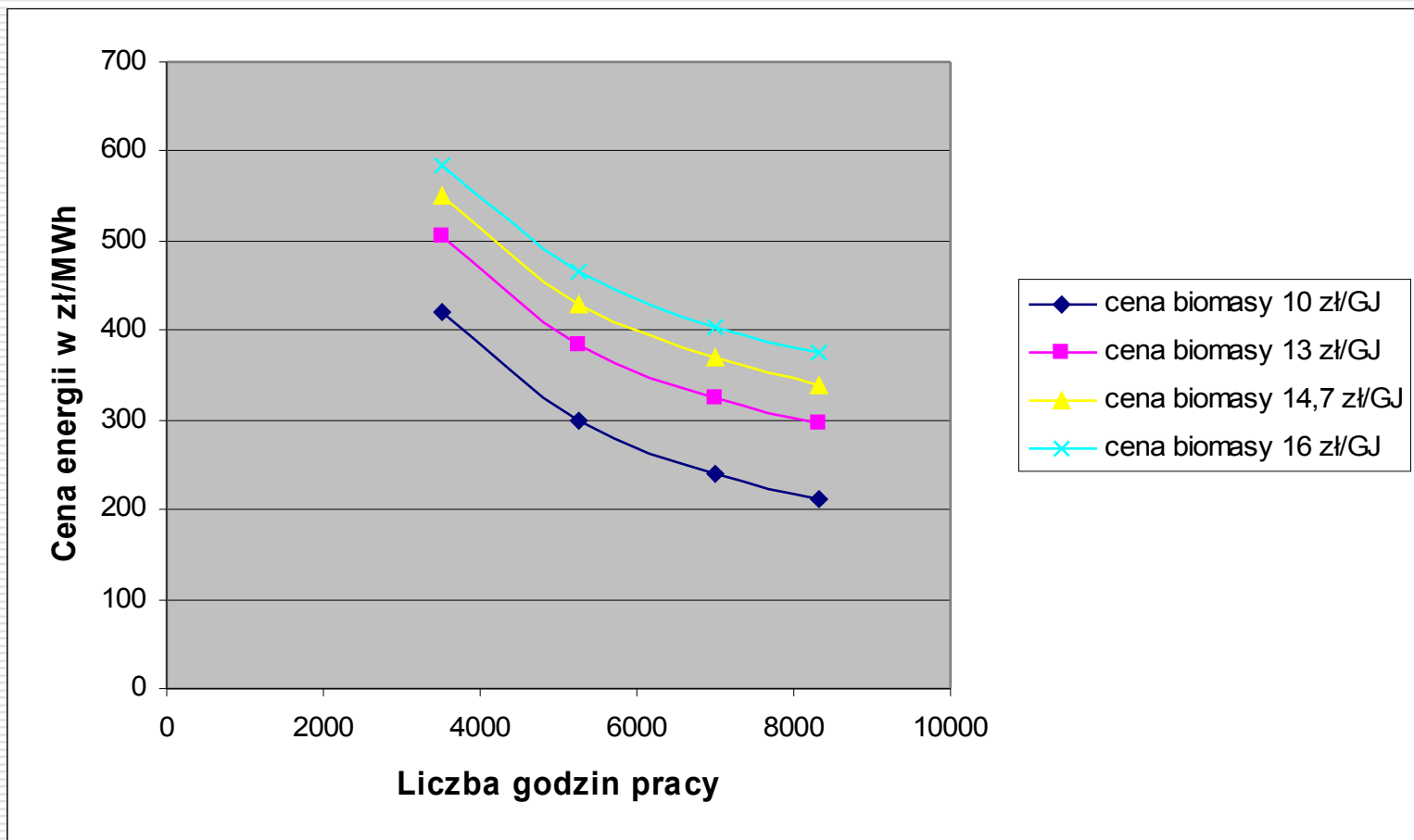
5. Wniosek o finansowanie projektu.

6. Opracowanie dokumentacji przetargowej

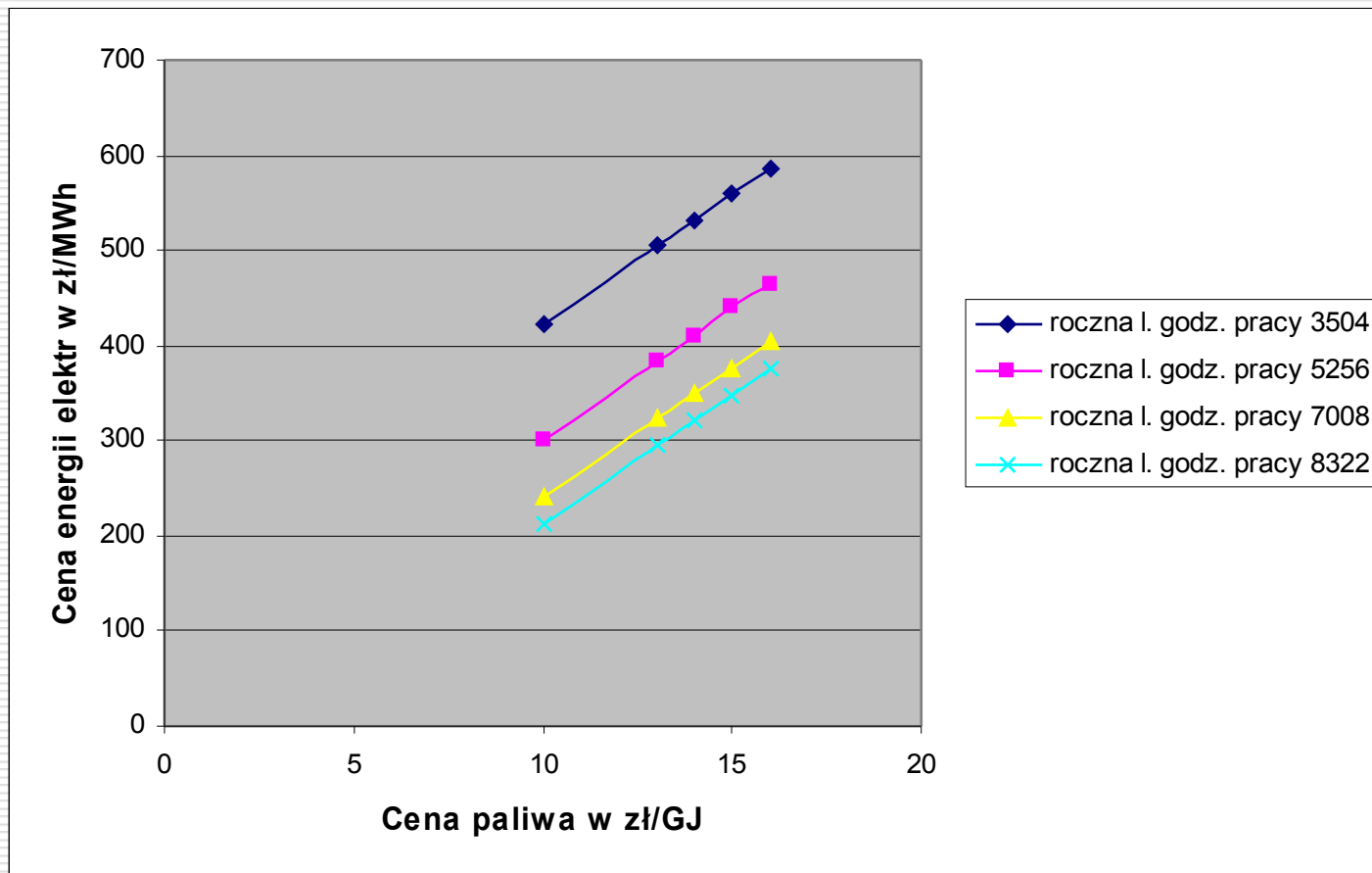
Porównanie parametrów bloków kogeneracyjnych

Parametr	Układ parowy na biomasę	Turbozespół ORC z kotłem na biomasę	Agregat prądowórczy na gaz ziemny
Moc cieplna (MW)	8,9	7,95	8,03
Moc elektryczna (MW)	1,43	1,675	7,68
Produkcja energii cieplnej (GJ/rok)	201 504	185 416	186 805
Produkcja energii elektrycznej (MWh/rok)	8 993	10 852	49 590
Zużycie paliwa (Mg/rok) (gaz w tys. m³)	27 164	26 072	12 222
Sprawność elektryczna (%)	15	18	40,7
Stopień skojarzenia	0,18	0,22	0,90
Dyspozycyjność (%)	95	95	95

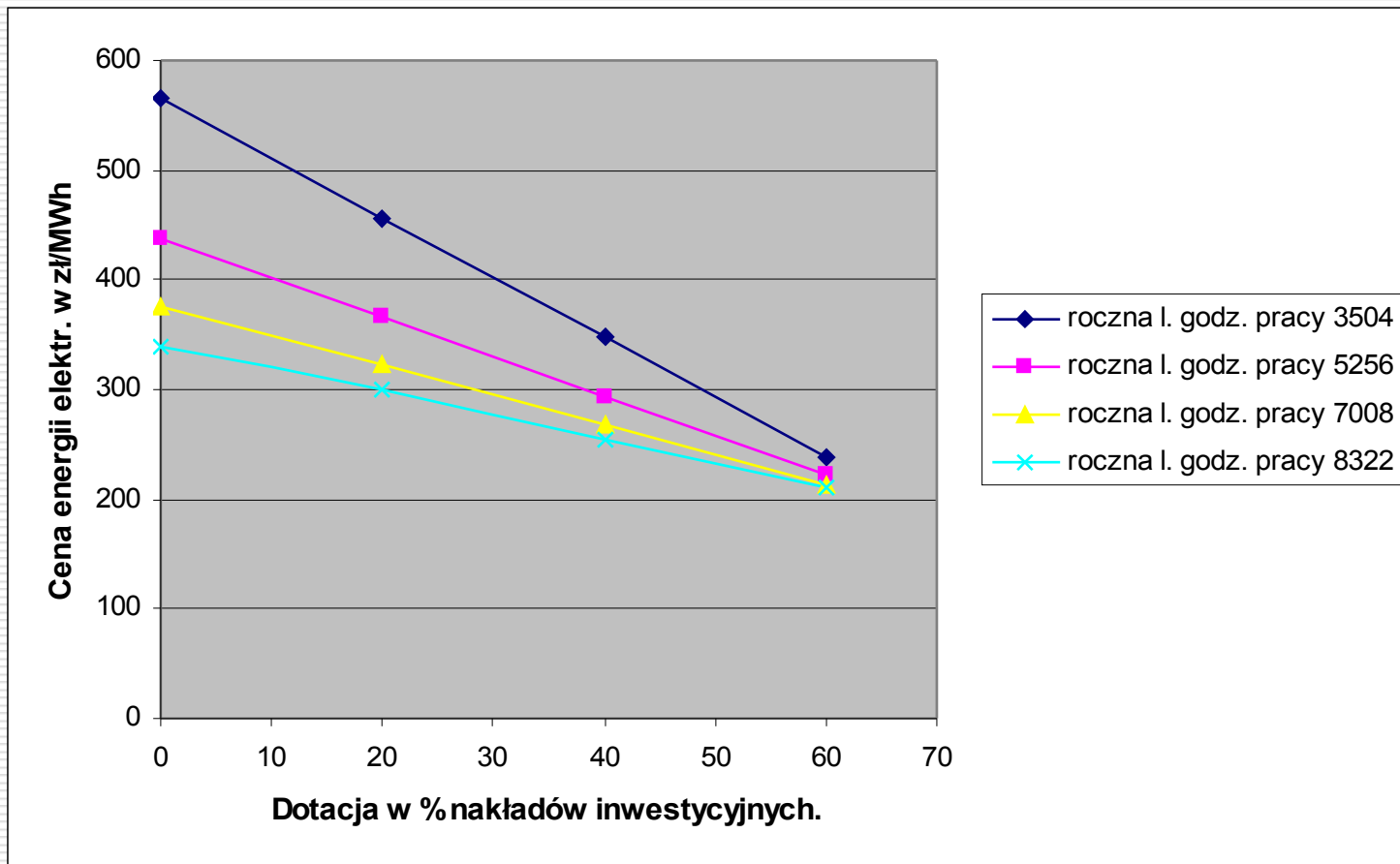
Efektywność ekonomiczna



Efektywność ekonomiczna



Efektywność ekonomiczna



Źródła finansowania projektów

- **NFOŚiGW – krajowy program priorytetowy:**
Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii (OZE) i obiektów wysokosprawnej kogeneracji (OWK) (konkurs II i III)
 - **Ministerstwo Gospodarki:**
PO Infrastruktura i Środowisko działanie 9.4.
- dotacja zgodnie z mapą pomocy regionalnej
 - **NFOŚiGW program priorytetowy:**
System Zielonych Inwestycji:
biogazownie rolnicze
-

Doświadczenia z wdrażania i eksploatacji układów kogeneracyjnych

□ Turbiny gazowej

- 5,2 Mwe

- 9,2 MWt

□ Układu ORC z kotłem do spalania biomasy

- 1,5 MWe

- 9 MWt oraz,

- 1,862 MWe

- 10 MWt

TURBINA GAZOWA



□ Turbina

- Producent: Centrax (U.K.)
- Model: Centrax-Allison (Rolls-Royce Group) CX 501 KB7
- moc 5,2 MWe, przy 15°C
- zużycie gazu GZ 50 przy nominalnej mocy – około 1.700 Nm³/h
- napięcie 6/15 kV
- liczba obrotów 14 794 ob.r/min (redukcja do 1500 obr/min).
- sprawność $\eta_e = 30,5\%$
- graniczna temperatura w komorze spalania – 1.057 °C
- temperatura spalin wylotowych waha się od (495 do 525) °C

Turbina jest wyposażona w instalację wtrysku wody do komory spalania dla redukcji NOx -dopuszczalna emisja NOx wynosi 162 g/GJ.

Zamontowany jest także układ antyoblodzeniowy powietrza, załączany przy temperaturach poniżej 5°C.

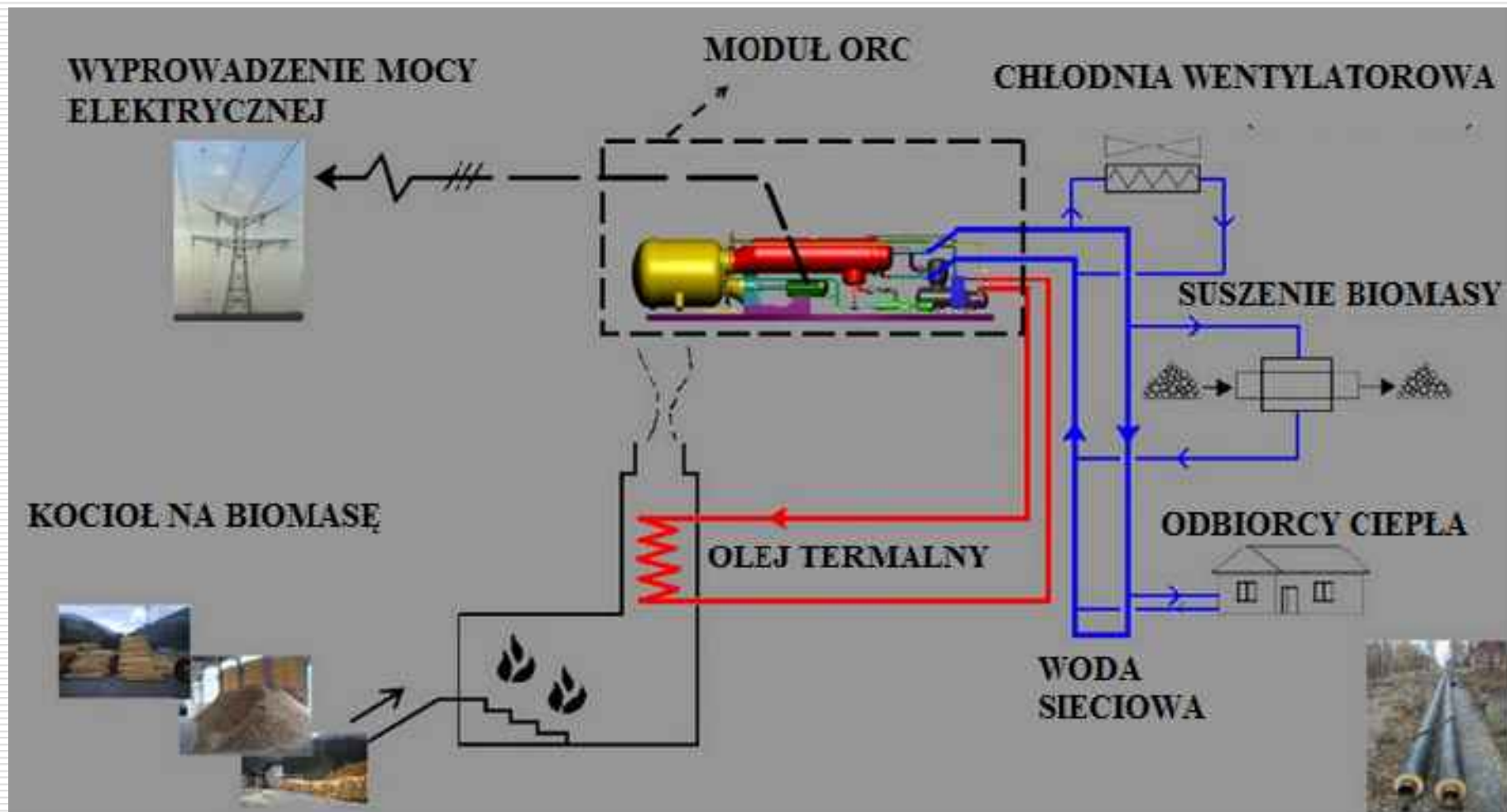
Kocioł wodny

- **Producent: HKB (Holandia)**
 - **moc 6 – 11,6 MW_t; typ: wodny, ciepłowniczy**
 - **parametry wody 0,9 MPa/150 °C/70 °C**
 - **sprawność z palnikiem dopalającym 81 %**
 - **wydajność kotła bez dopalania wynosi 9,2 MW_t**
 - **temperatura spalin za kotłem i ekonomizerem wynosi 85-95°C**
 - **Paliwo podstawowe: gaz ziemny GZ 50 o następujących parametrach:**
 - wartość opałowa 33. 700 kJ/m³**
 - ciepło spalania 37.400 kJ/m³**
 - ciśnienie 2000 kPa.**
 - zawartość siarki całkowitej poniżej 40 mg/m³**
 - **Paliwo rezerwowe: olej opałowy lekki EKOTERM**
 - wartość opałowa 42.000 kJ/m³**
 - gęstość 850 kg/m³**
 - zawartość siarki 0,2 % (wagowo)**
 - popiół 0,01 % (wagowo)**
-

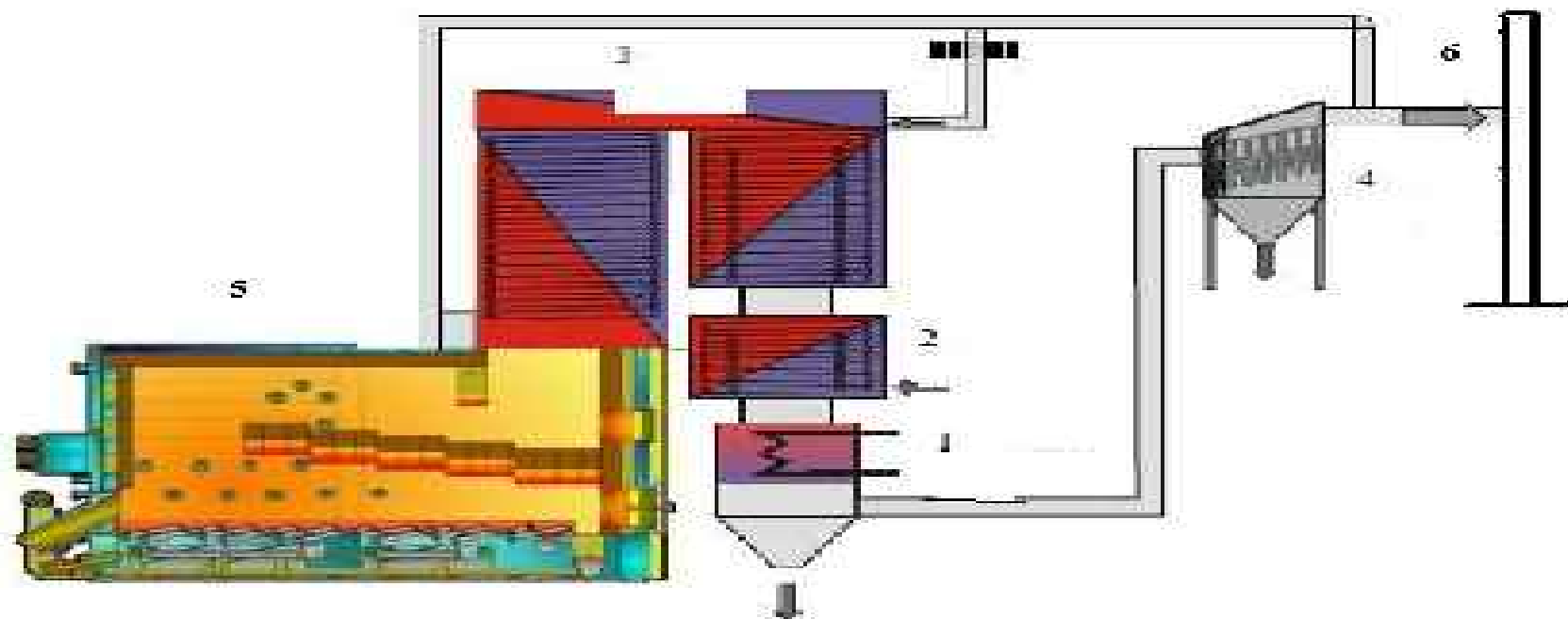
Turbiny gazowe -ważne układy eksploatacyjne

- **układ przygotowania powietrza**
 - maty wstępne na wlocie do czerpni powietrza
 - I stopień filtry patronowe
 - II stopień filtry kasetonowe
 - **układ smarowania**
 - kontrola stanu i własności oleju silikonowego podczas pracy turbiny
 - **układ podgrzewu i filtracji gazu**
 - filtry workowe, kontrola raz w roku spadku ciśnienia
 - Podgrzew gazu z sieci ciepłowniczej lub w kotle gazowym
 - **układ antyoblodzeniowy**
 - Zapobiega przedostawaniu się kryształkom lodu do sprężarki i komory spalania
 - Wykorzystanie gorącego powietrza z chłodzenia kontenera turbiny
 - **układ mycia turbiny**
 - mycie turbiny na ruchu 1 lub 2 razy w tygodniu
 - mycie turbiny na obracarce jeden raz na dwa tygodnie
-

Schemat instalacji ORC z kotłem na olej termalny



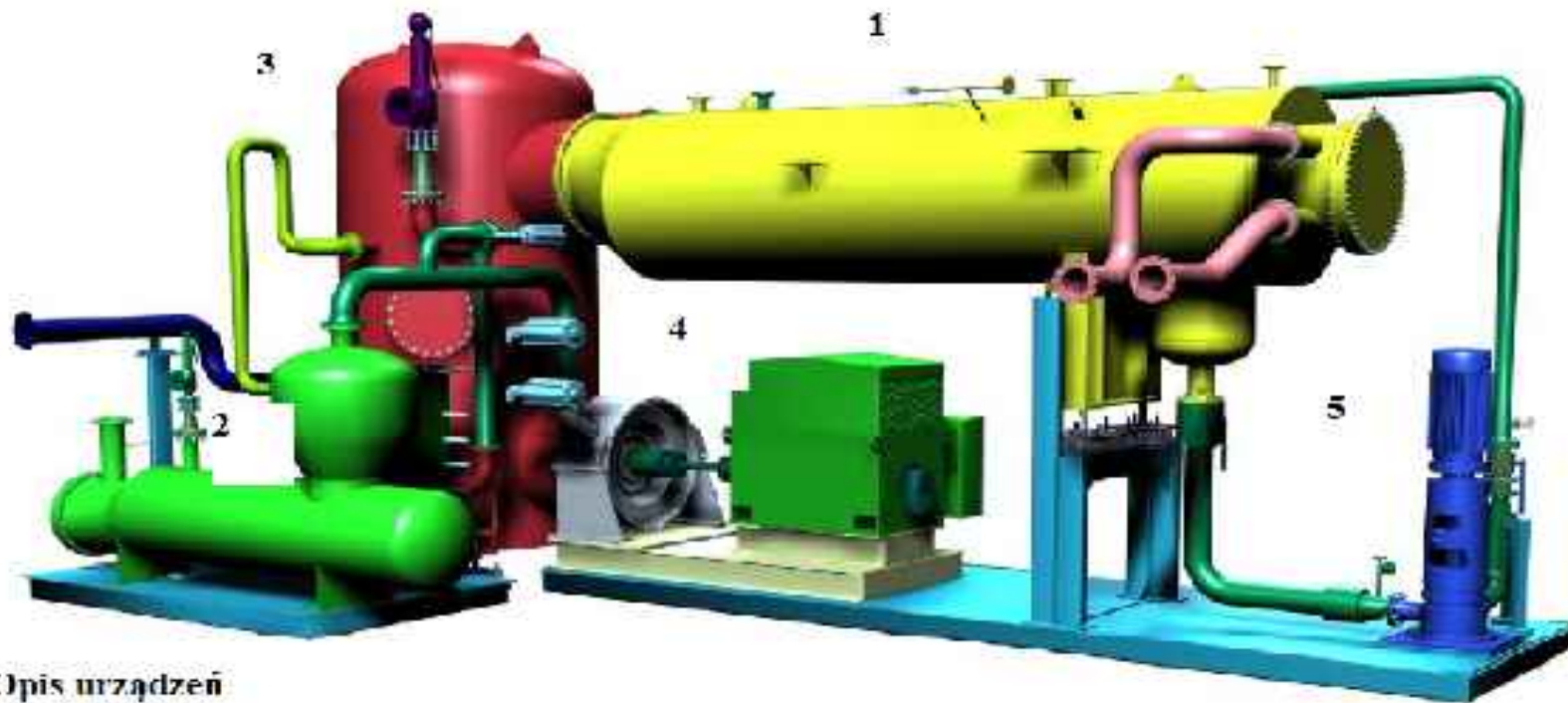
Palenisko do spalania biomasy z kotłem na olej termalny



Opis elementów

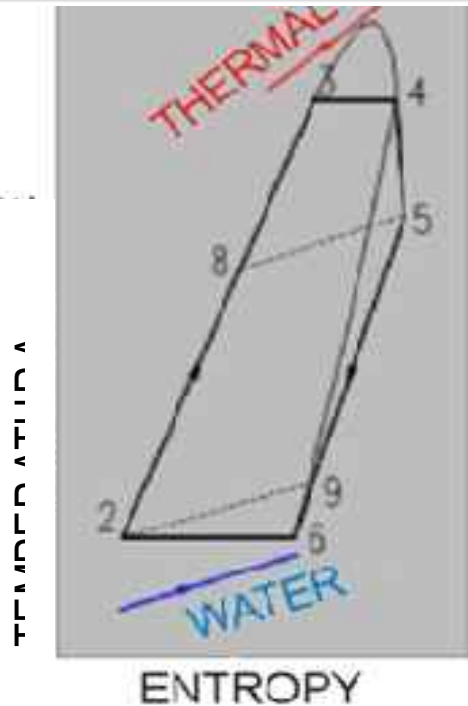
1. Ekonomizer powietrze- spaliny
2. Ekonomizer spaliny olej termalny
3. Kocioł na olej termalny
4. Odpylacz multicyklon
5. Palenisko z rusztem schodkowym
6. Komin

Układ ORC - budowa

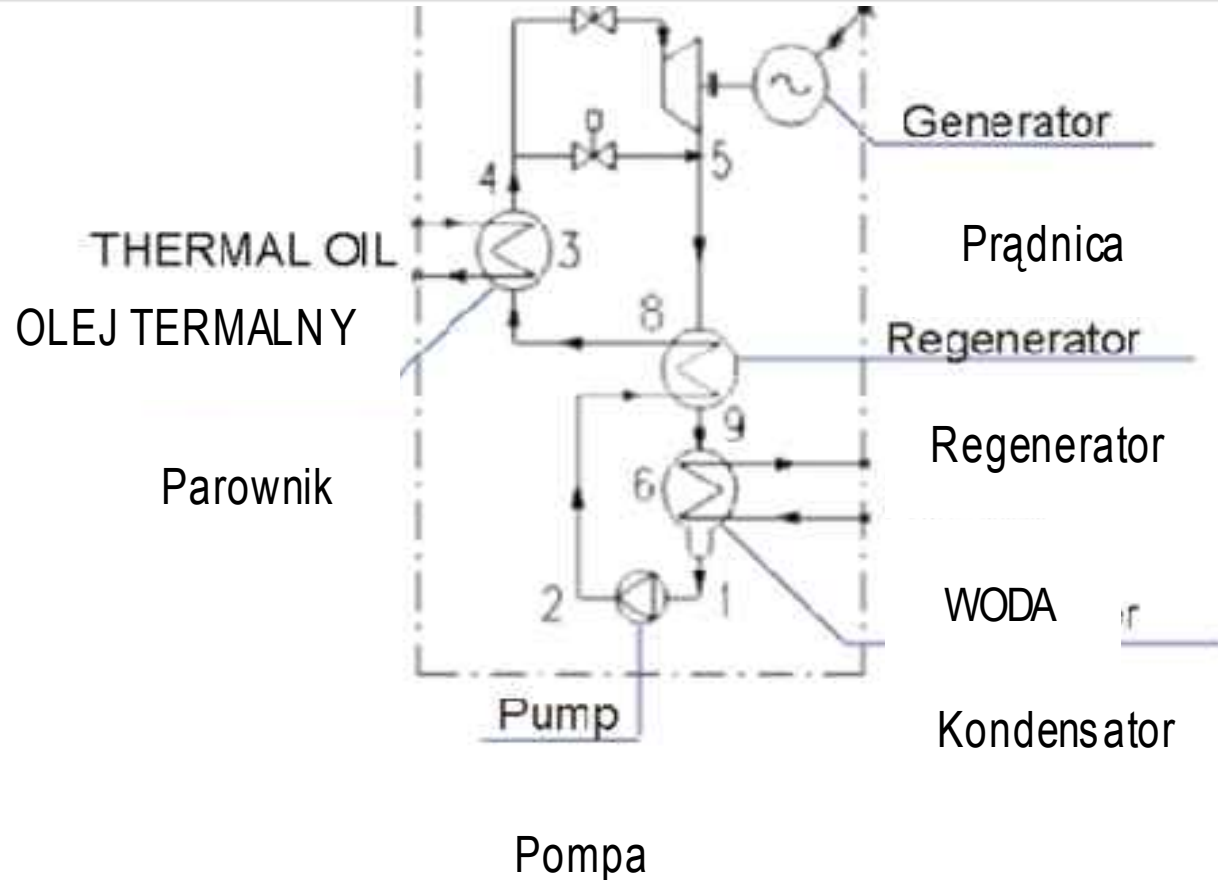


- Opis urządzeń
- 1.Kondesator
 - 2.Parownik
 - 3.Regenerator
 - 4.Generator
 - 5.Pompa

Wykres przemiany termodynamicznej



ENTROPIA



Thermodynamic cycle and main components of a Turboden ORC units

Typoszereg parametrów układów ORC

Doc.: 08A05269_e Combined Heat & Power (CHP) with split - Standard Sizes and typical performances

		Combined Heat & Power (CHP) with split - Standard Sizes and typical performances *						
		TURBODEN 4 CHP	TURBODEN 6 CHP	TURBODEN 7 CHP	TURBODEN 10 CHP	TURBODEN 14 CHP	TURBODEN 18 CHP	TURBODEN 22 CHP
		"split"	"split"	"split"	"split"	"split"	"split"	"split"
INPUT - Thermal oil								
Nominal temperature "HT" loop (in/out)	°C	310/250	310/250	310/250	310/250	310/250	312/252	312/252
Thermal power input "HT" loop	kW	2100	2965	3465	4630	6130	8935	10975
Nominal temperature "LT" loop (in/out)	°C	250/130	250/130	250/130	250/130	250/130	252/132	252/132
Thermal power input "LT" loop	kW	200	275	340	450	585	845	1045
Overall thermal input	kW	2300	3240	3805	5140	6715	9780	12020
OUTPUT - Hot water								
Hot water temperature (in/out)	°C	60/50	60/50	60/50	60/50	60/50	60/50	60/50
Thermal power to the cooling water circuit	kW	1944	2600	3060	4100	5450	7850	9630
PERFORMANCES								
Gross active electric power	kW	494	617	727	1001	1317	1860	2292
Gross electric efficiency		0,184	0,19	0,191	0,194	0,198	0,19	0,198
Captive power consumption	kW	24	30	38	51	62	87	107
Net active electric power	kW	460	587	689	950	1255	1773	2185
Net electric efficiency		0,174	0,180	0,181	0,184	0,188	0,187	0,181
Electrical generator		asynchronous triphase, L.V. 400V	asynchronous triphase, L.V. 400V	asynchronous triphase, L.V. 400V	asynchronous triphase, L.V. 400V	asynchronous triphase, L.V. 400V	asynchronous triphase, L.V. 660V	asynchronous triphase, L.V. 660V
Plant size		Single Skid	Single Skid	Single Skid	Single Skid	Multiple Skid	Multiple Skid	Multiple Skid
Biomass consumption**	kg/h	1005	1416	1667	2247	2935	4279	5254
* The Turboden split system allows maximizing electric power production for a given biomass consumption								
** Assuming a low heat value of biomass = 2,5 kWh/kg and boiler efficiency = 0,88. The thermal oil boiler is not included in the Turboden scope of supply								

Realizacja projektu (1)



Realizacja projektu (2)



Realizacja projektu (3)



Dziękuję za uwagę

Więcej informacji: www.dorago.eu



**Biuro Doradztwa Gospodarczego DORAGO
Limanowskiego 119
63-400 Ostrów Wielkopolski
Jerzy Guzikowski tel. 502 460 420**



**Dorago Energetyka Andrzej Grzesiek
ul. Łączna 1,
63-520 Grabów nad Prosną
Andrzej Grzesiek tel. 604 456 275**
