



Kilka faktów – ciepłownictwo-węgiel:

- Cena ciepła – 41 zł/GJ (URE 2019 - 20)
- Koszt paliwa – 14,5 zł/GJ
(węgiel kamienny – średnia cena 300÷320 zł/Mg,
 $W_d = 22 \div 24$ GJ/Mg, śr. sprawność kotła 87- 92 %)
- Różnica – 41 - 14,5 = 26,5 zł/GJ
- Emisja CO₂ - $E_{CO_2} = 0,095$ Mg CO₂/GJ (KOBIZE)
- Koszt emisji CO₂ $K_{CO_2} = 25,5$ zł/GJ !
($E_{CO_2} * 58$ euro/Mg CO₂ * 4,6 zł/euro)
- Różnica – (41 – 14,5 - 29,7) = 1 zł/GJ !!!
- Różnica wynosi 0 już przy 26,5 zł/GJ



Kilka faktów – ciepłownictwo - biomasa:

- **Cena ciepła – 41 zł/GJ**
- **Koszt paliwa – 22 ÷ 32 zł/GJ**
(biomasa – średnia cena 400-800 zł/Mg, ($W_d = 16 \div 18$ GJ/Mg)
śr. sprawność kotła 85 ÷ 90 % a nawet mniej)
- **Różnica – 41 – 22 = 19 zł/GJ !**
- **Różnica – 41 – 32 = 9 zł/GJ !**

**Jeśli biomasa to tylko kogeneracja gdyż potrzebna
jest kosztowna inwestycja w kocioł!**
(lecz co z ciepłowniami w terenie?)



Spalanie biomasy na ruszcie wędrownym





Spalanie drewna – peletów (film)



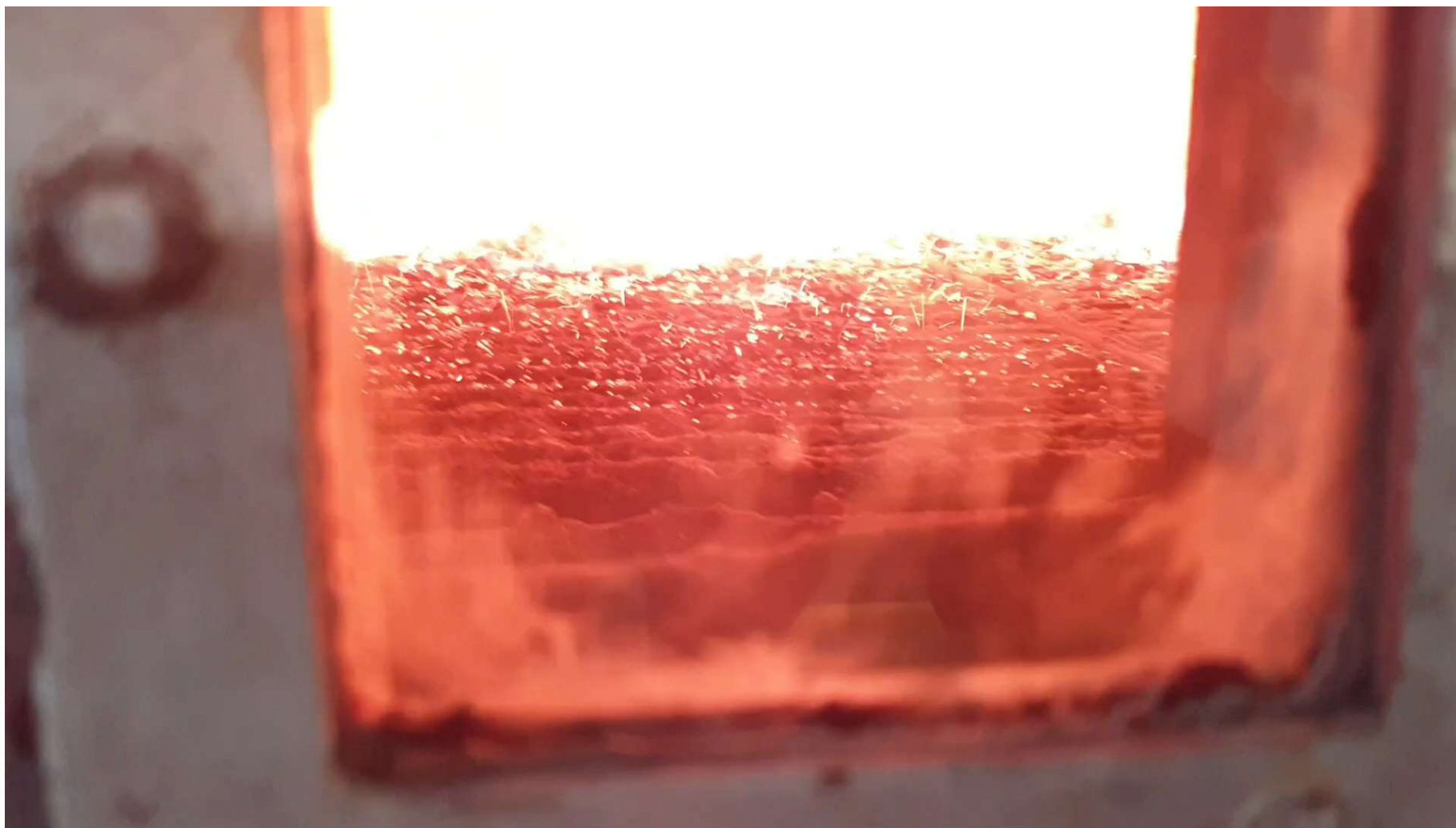




*Popiół denny ze
„spalania” biomasy w
jednym z kotłów
energetycznych*



Spalanie zrębki – (film)





*Popiół lotny ze
„spalania” biomasy
w innym
kotle energetycznym*



***Uwagę zwraca rozmiar i stopień wypalenia ziaren
tworzących popiół lotny***



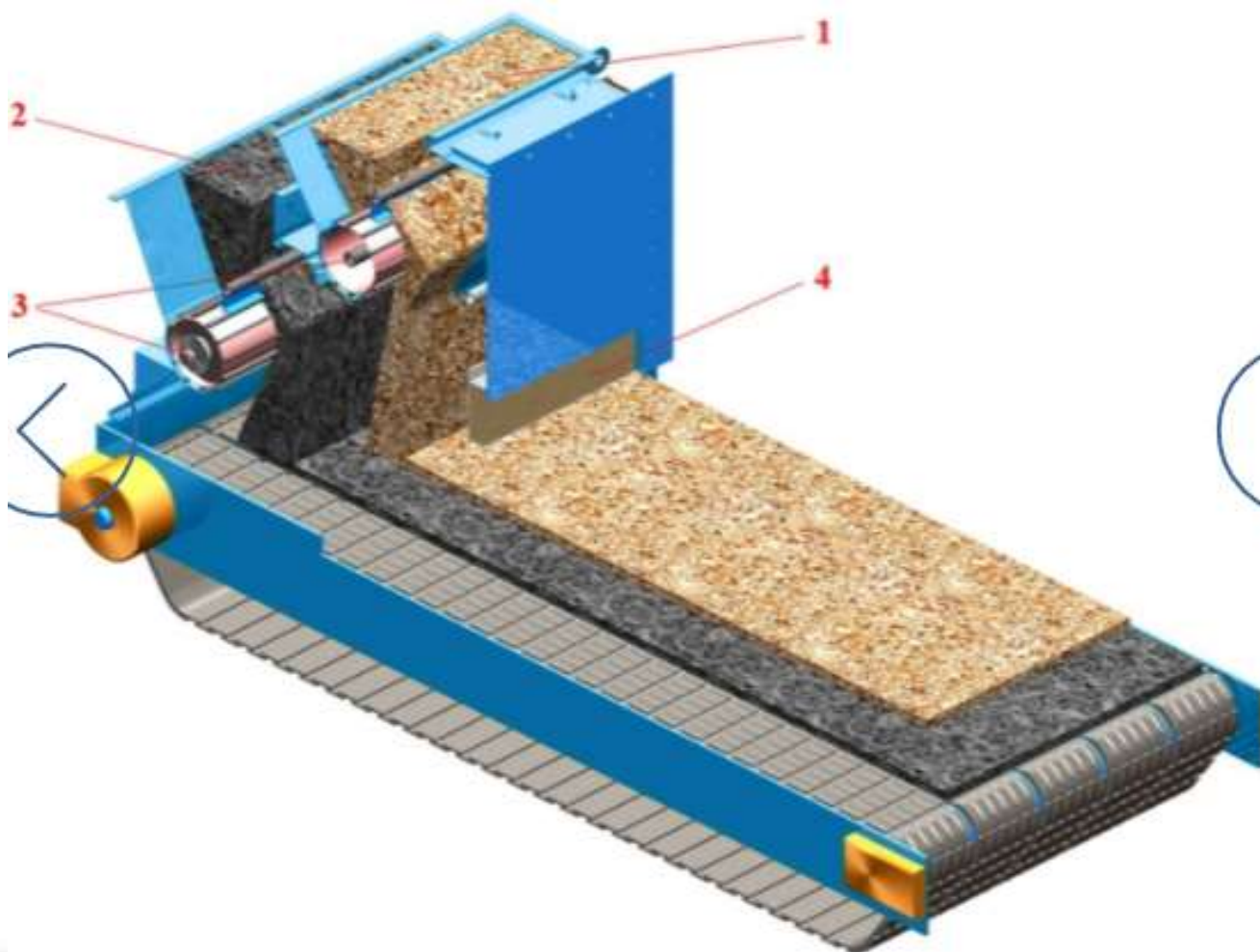


Propozycja I

***Współspalanie biomasy z węglem
w kotłach rusztowych
w tzw. „kanapce odwróconej”***



Znane rozwiązanie współspalanie węgla i biomasy w tzw. „kanapce” - ZUK Stąporków

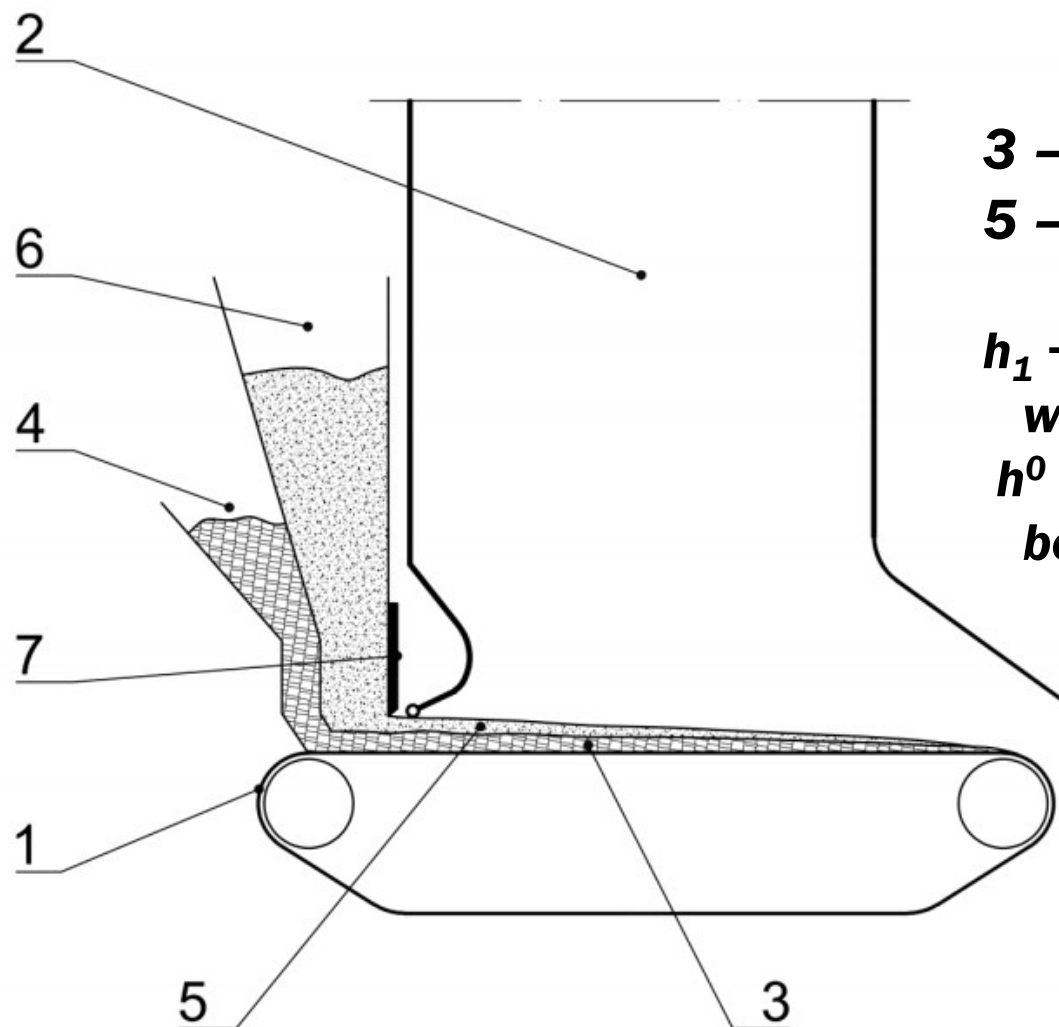




***Konieczna znacząca przebudowa rusztu,
zasobnika paliwa ...a tylko 4% udział cieplny***



Organizacja spalania w „kanapce odwróconej”



3 – warstwa biomasy o wys. h_2
5 – warstwa węgla o wys. h_1

**$h_1 + h_2 = h^1$ – sumaryczna
 wysokość obu warstw,
 h^0 – wysokość warstwy
 bez „kanapki”**



Zgłoszenia patentowe

- 1. Sposób wspomagania procesu spalania biomasy w kotłach energetycznych, nr P.438239,***
- 2. Zespół do warstwowego podawania paliwa stałego na ruszt taśmowy kotła energetycznego, nr P.439190,***



***Ułożone warstwy
biomasy i węgla
według nowego
sposobu:***

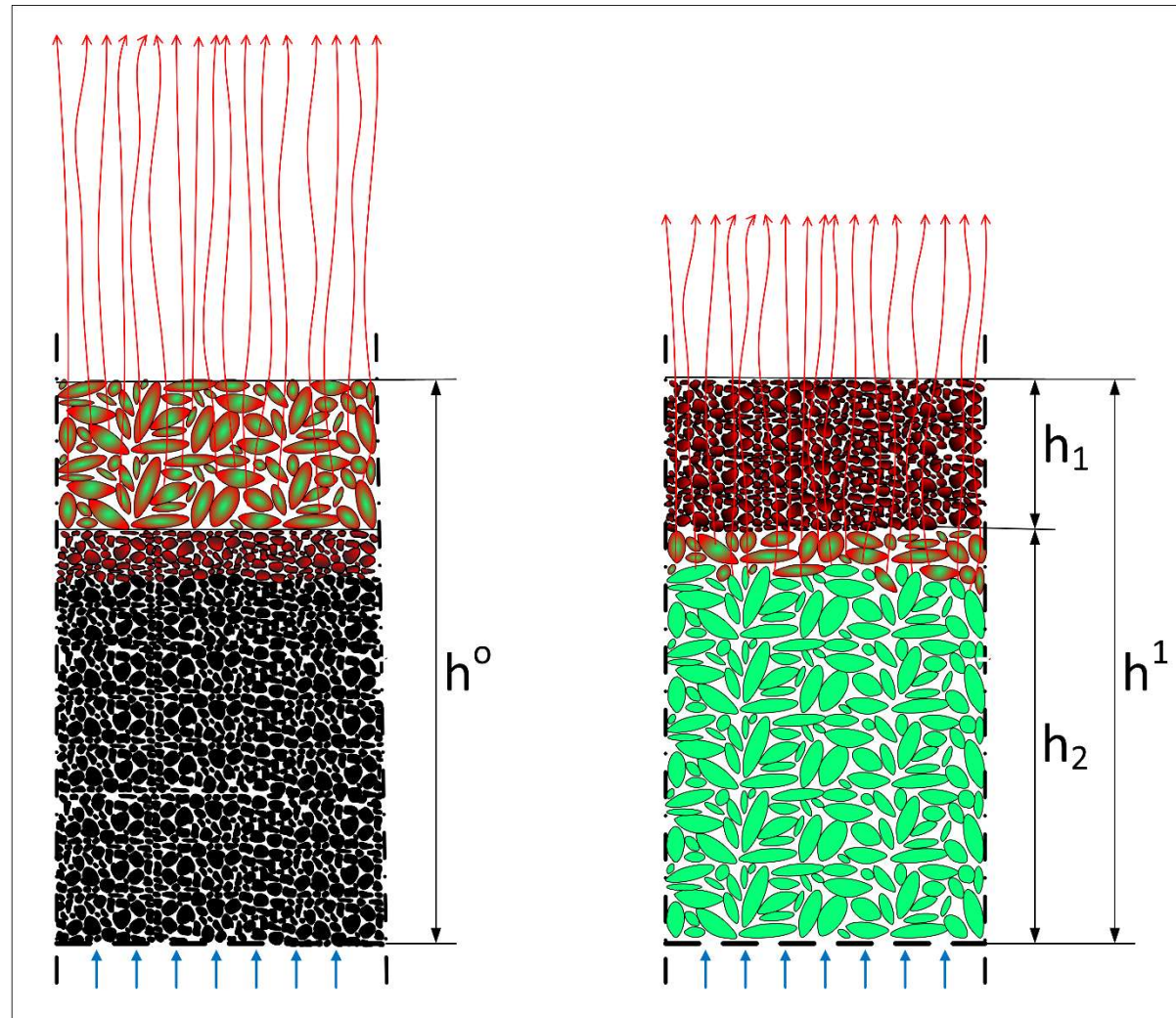
13 cm – zrębka,

4 cm – węgiel

Suma – 17 cm.



Różnice w przebiegu procesu spalania



„kanapka standardowa”

„kanapka odwrócona”



Spalanie w „kanapce odwróconej”



Spalanie w „kanapce odwróconej”





EFEKTY

- **Udział cieplny biomasy: 30 ÷ 40 %, (kanapka standardowa ok. 4%, pogorszenie sprawności kotła)**
- **Redukcja kosztów związanych z CO₂: do 160 PLN/Mg_{węgla}**
- **Poprawa sprawności kotła**



Jaka perspektywa ciepłownictwa po węglu?

- **gaz** – rosnące ceny, emisja CO₂ , brak sieci, wysokie koszty inwestycyjne, tylko kogeneracja (a co w małych, lokalnych ciepłowniach?)
- **biomasa** – szczególnie agro, odpady przemysłu leśnego i drzewnego - dostępne lokalnie – lecz jak pokonać problemy ze spalaniem pokazane na wstępie?
- **pompy ciepła** - tak – jeśli wkomponowane w systemy ciepłownicze



Propozycja II

*Jeśli **biomasa** to ... BLOWĘGIEL!*

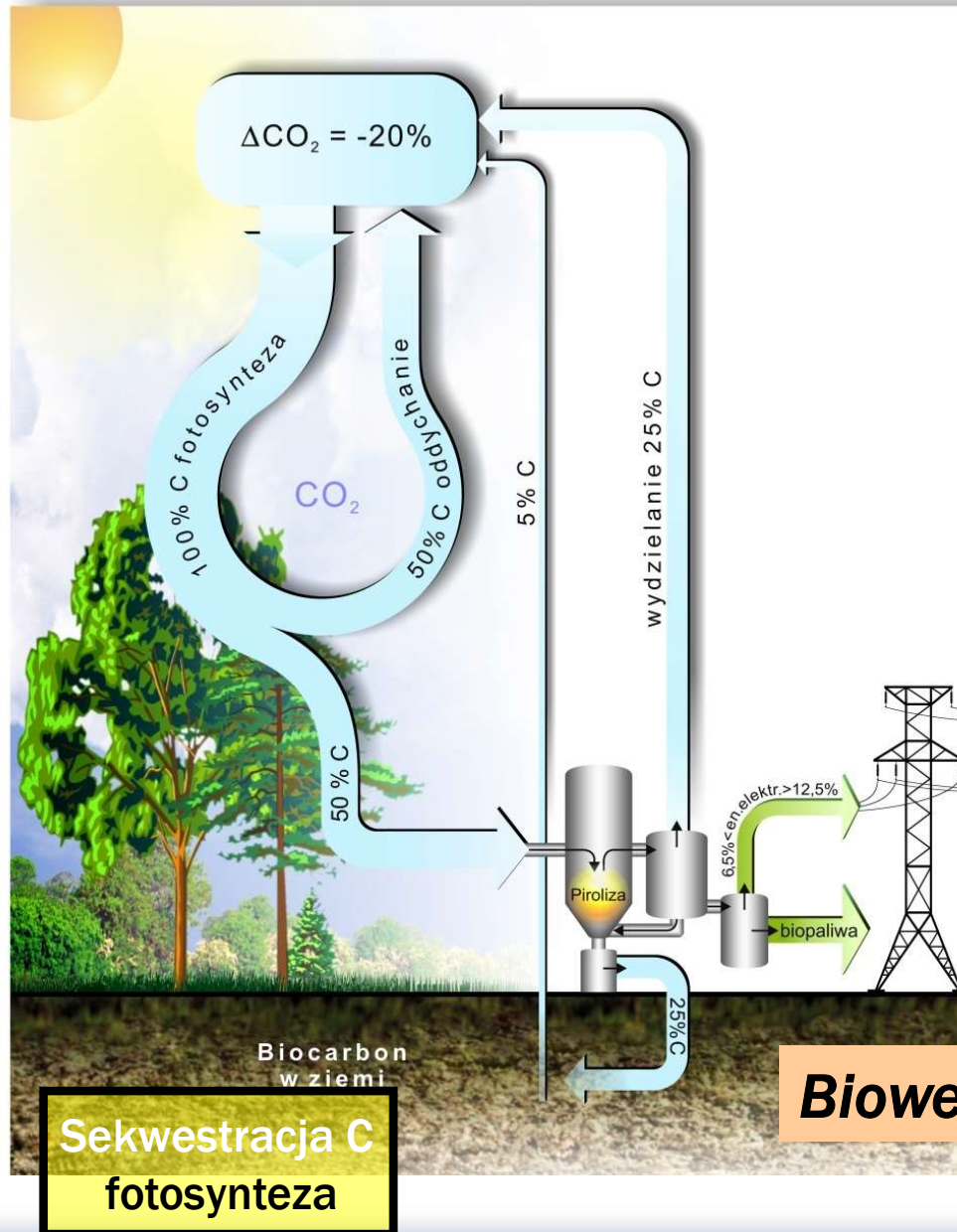




Rozwiązaniem Technologia Termolizy

(produkcja ciepła/chłodu, elektryczności, Biowęgla, sprzedaż uprawnień EUA)

- Cena ciepła – 41 zł/GJ
- Koszt paliwa (gorące spaliny z reaktora AWP 900 ÷ 1100°C) –
 $(22 \div 32) * 0,5 = 11 \div 16$ zł/GJ
(biomasa – średnia cena 400-800 zł/Mg, ($W_d = 16 - 18$ GJ/Mg)
śr. sprawność kotła 87 – 92 %)
- Różnica – 41 - 11 = 30 zł/GJ!
- Różnica – 41 - 16 = 25 zł/GJ!
- Dodatkowo bardzo duży przychód ze sprzedaży
BIOWĘGLA ! oraz rozliczenia
Unikniętej Emisji CO₂!



Bilans węgla w przyrodzie CCS + Energia

Propozycja !

*Zainteresowanie na całym świecie
„ Biochar in soil”*

Biowegiel + microby + nawozy

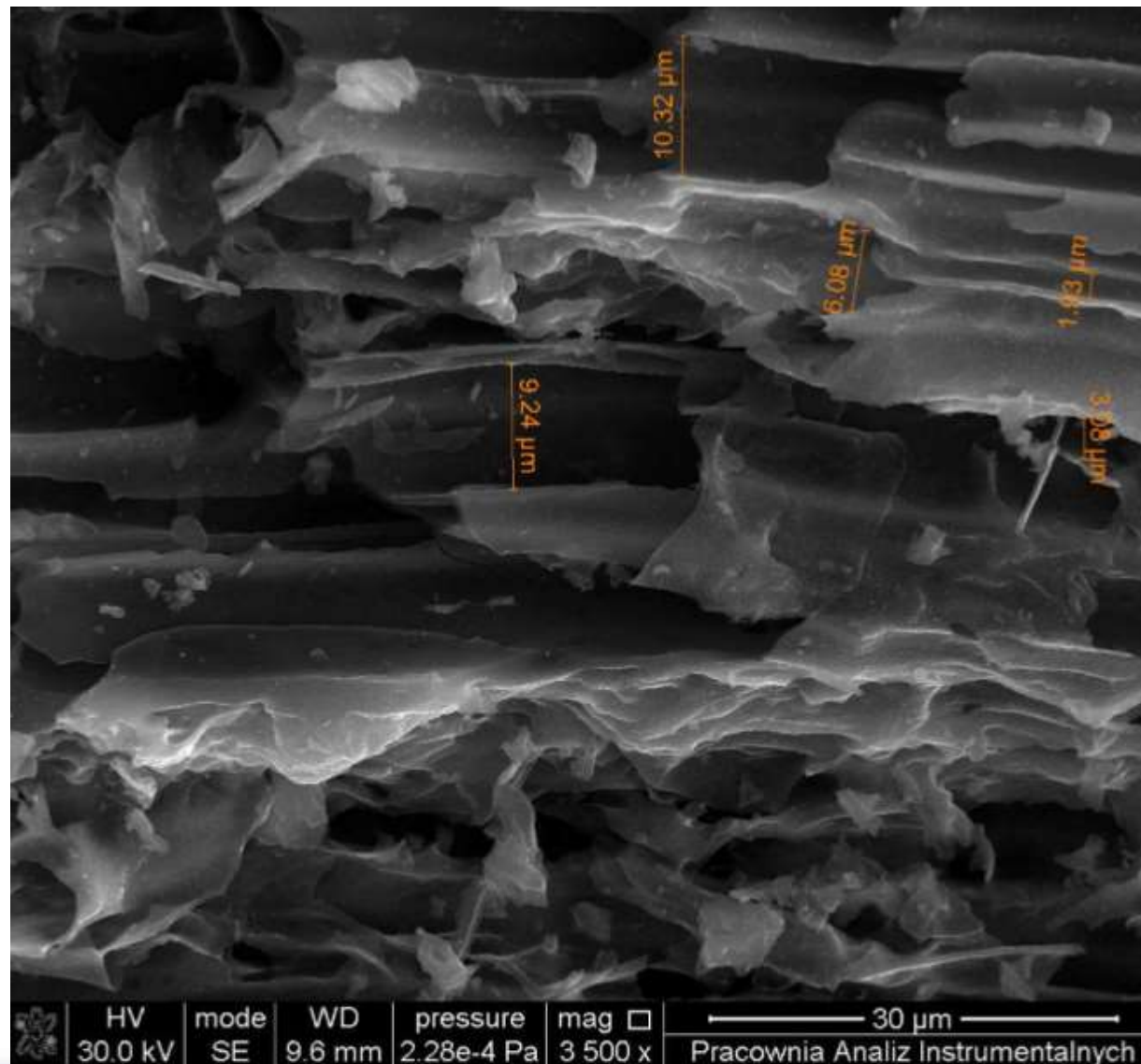


Biowęgiel z peletu łuski słonecznika





Struktura biowęgla z poprzedniego zdjęcia





Po co komu biowęgl?

***Bardzo dużo zastosowań od rolnictwa,
ochrony środowiska, poprzez
przemysł, elektronikę aż po
magazynowanie ciepła, energii
elektrycznej
oraz produkcji i magazynowania
wodoru!***

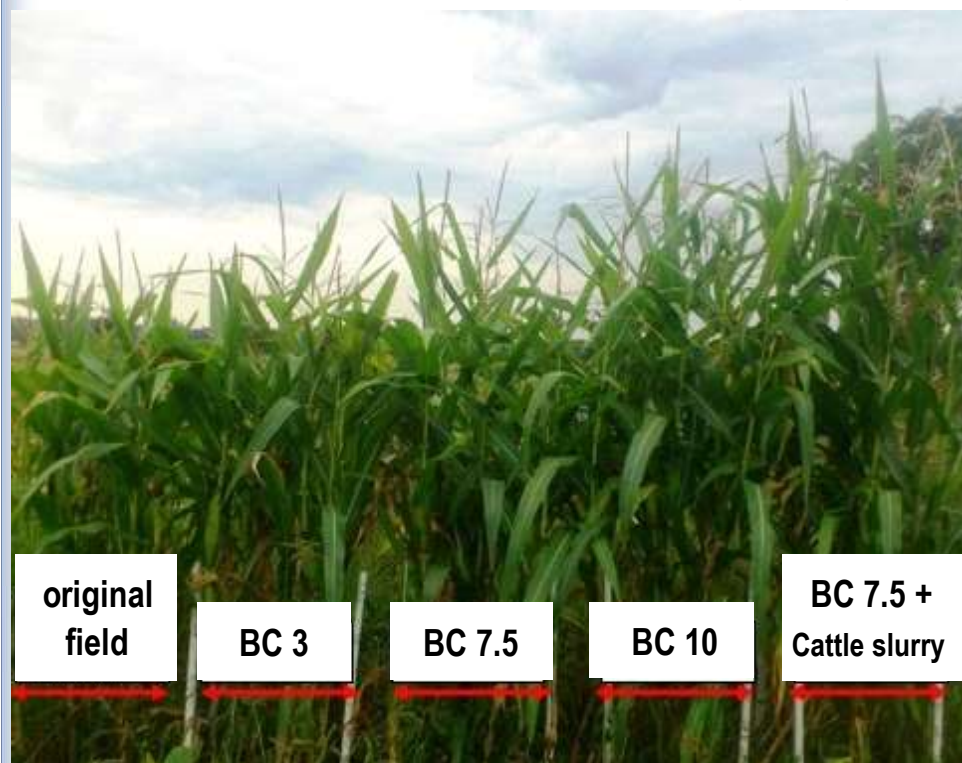
(International Biochar Initiative)

[https:// biochar-international.org/](https://biochar-international.org/)

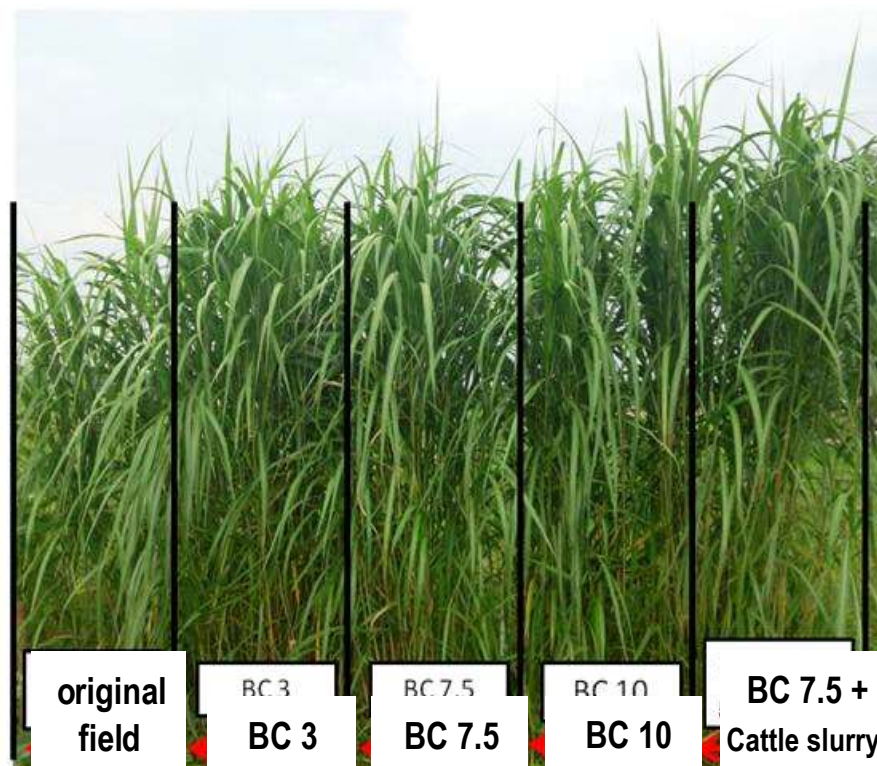


Efekt dodatku biowęgla – KIE PCz eksperyment od 2013

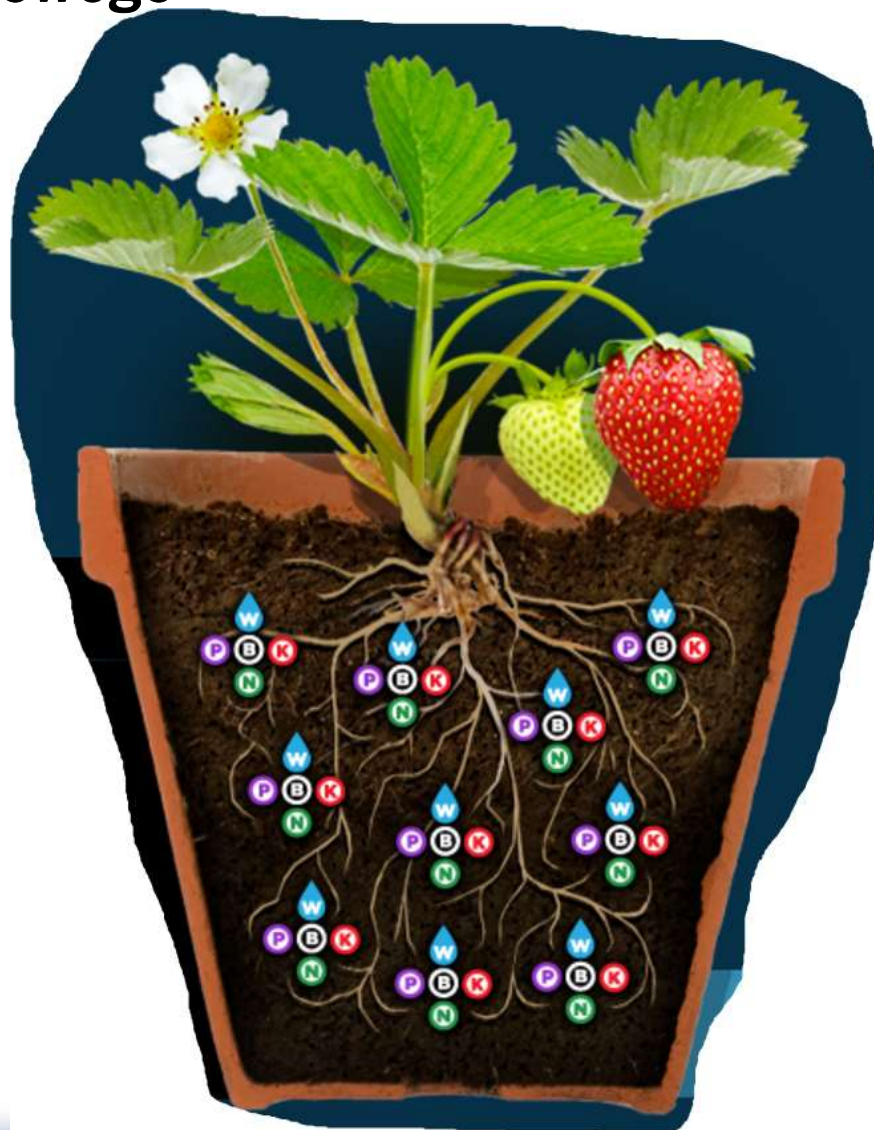
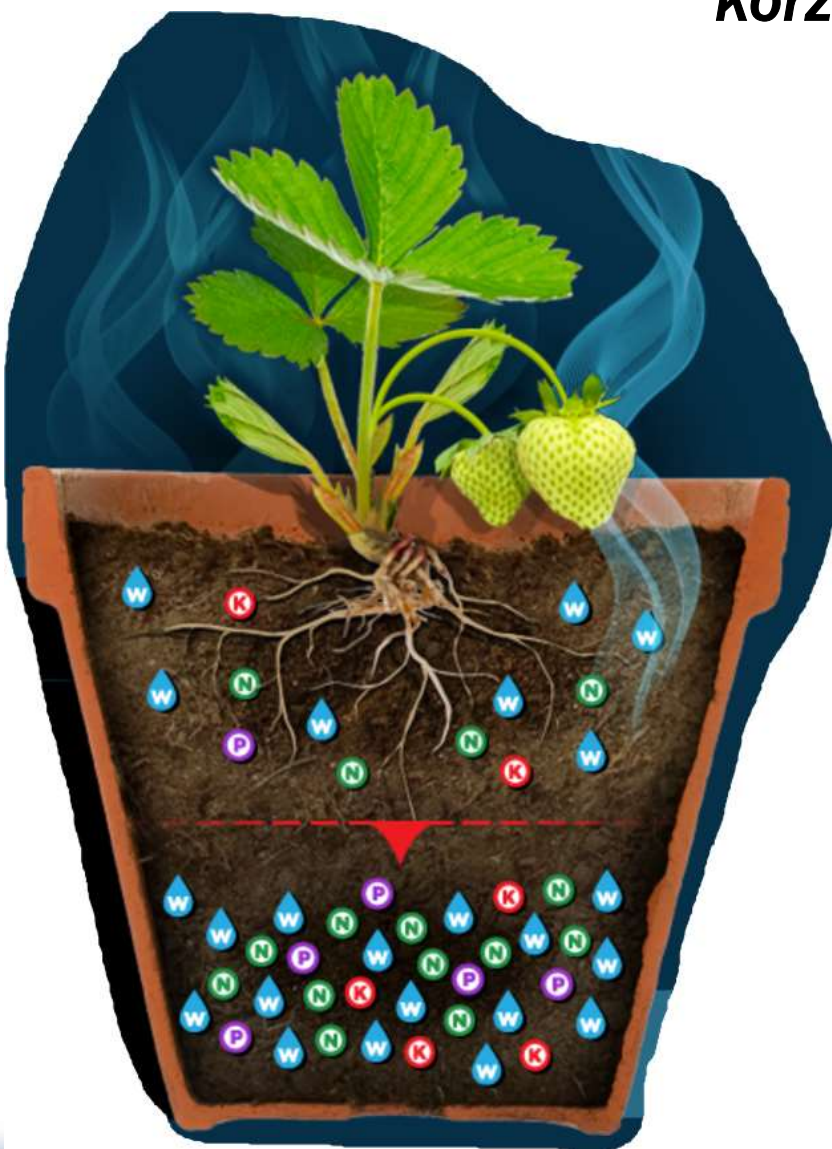
uprawa kukurydzy



uprawa miskantusa



Retencja wody i składników nawozowych w obrębie systemu korzeniowego



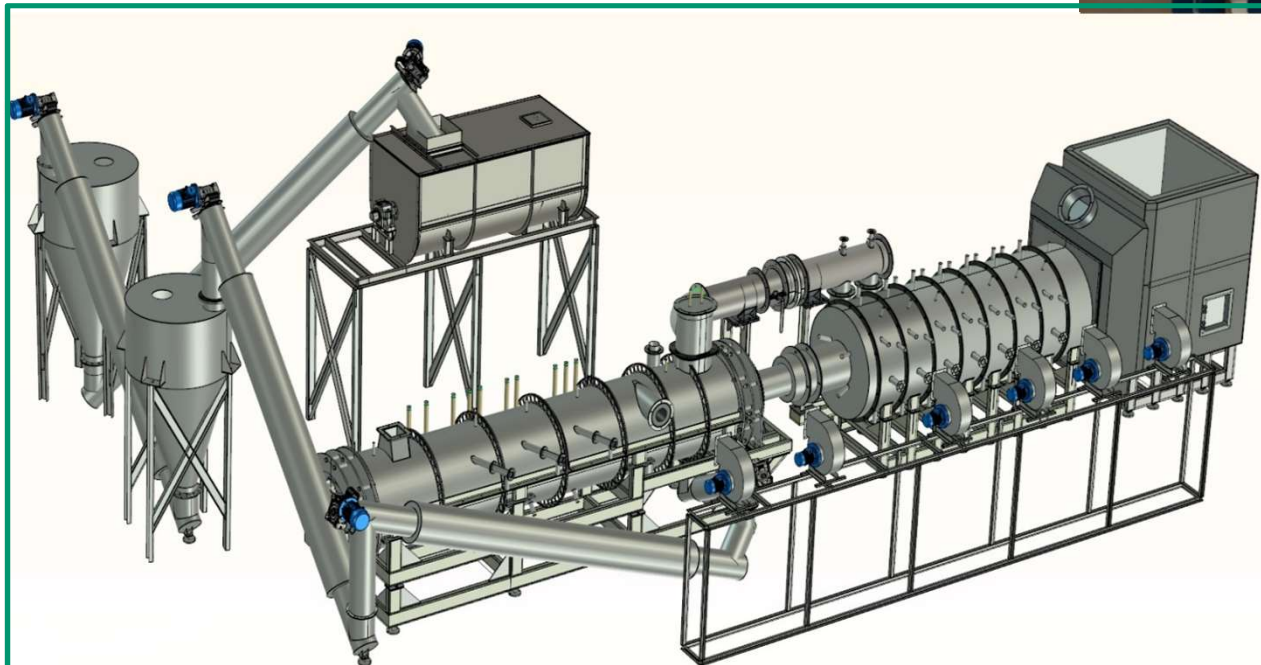


Realizacja I

Karbonizer NTT-1

W

Megatem
Lublin



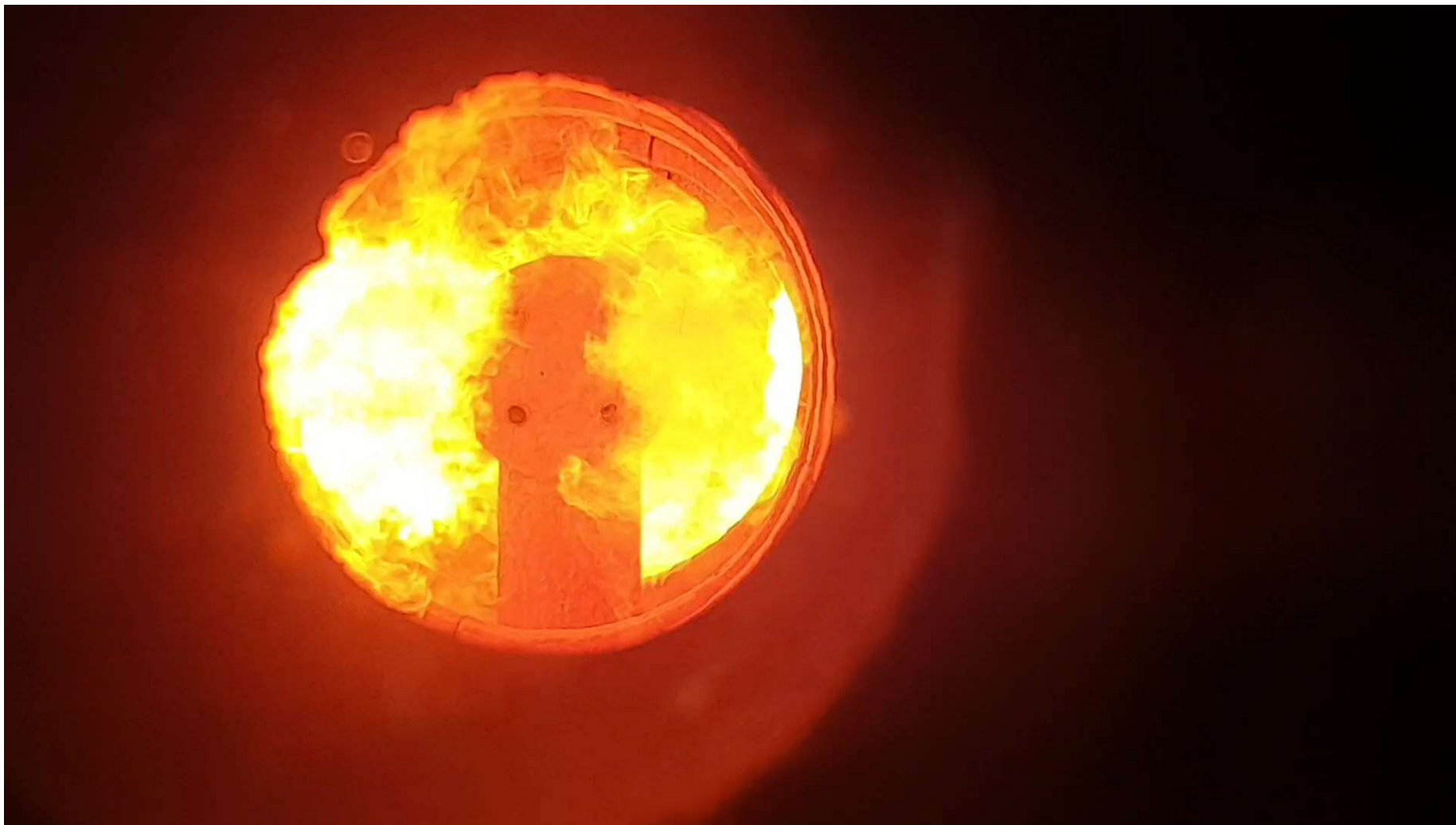


Widok komory dopalającej reaktora AWP



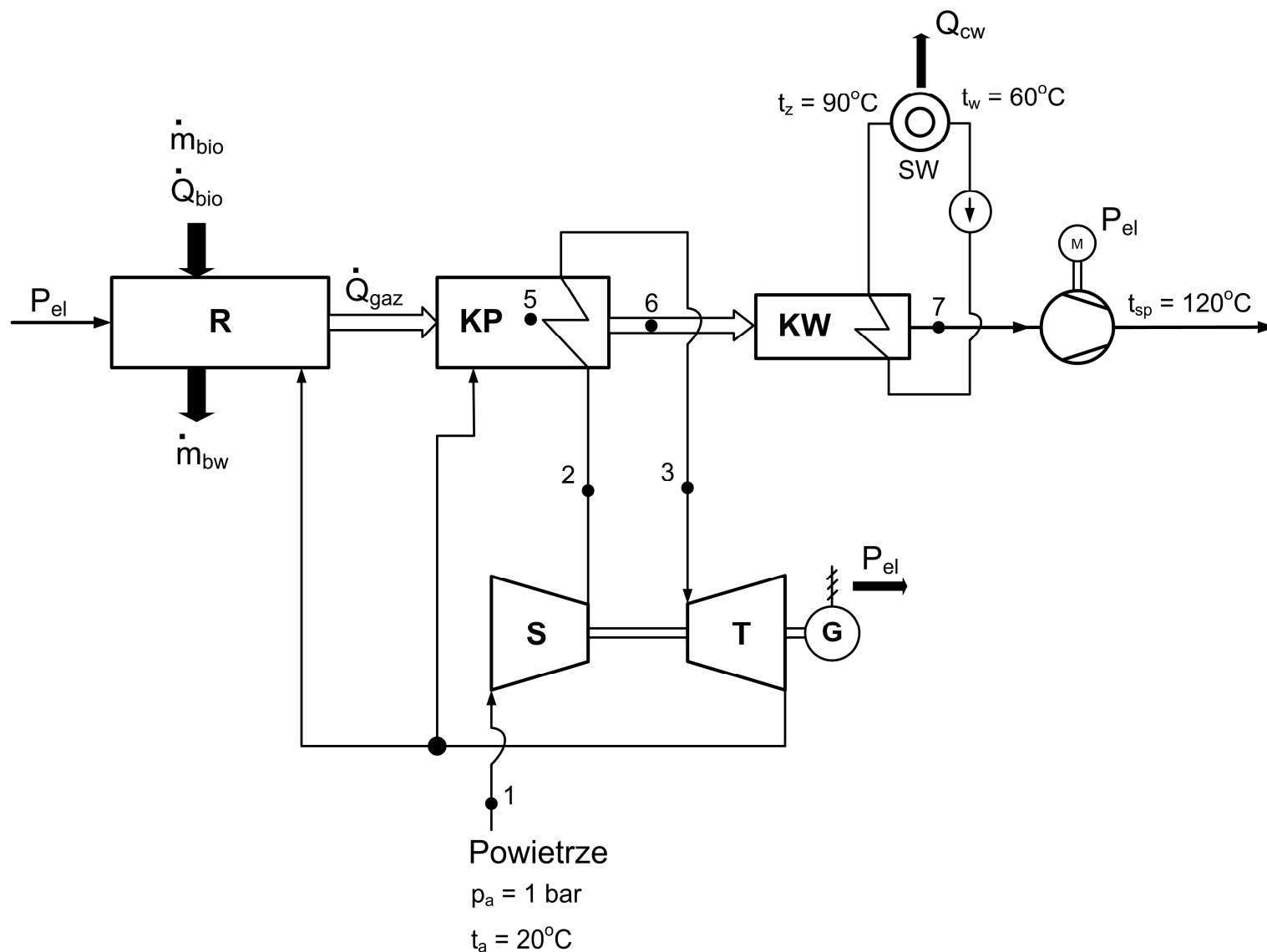


Spalanie gazu generowanego w reaktorze AWP



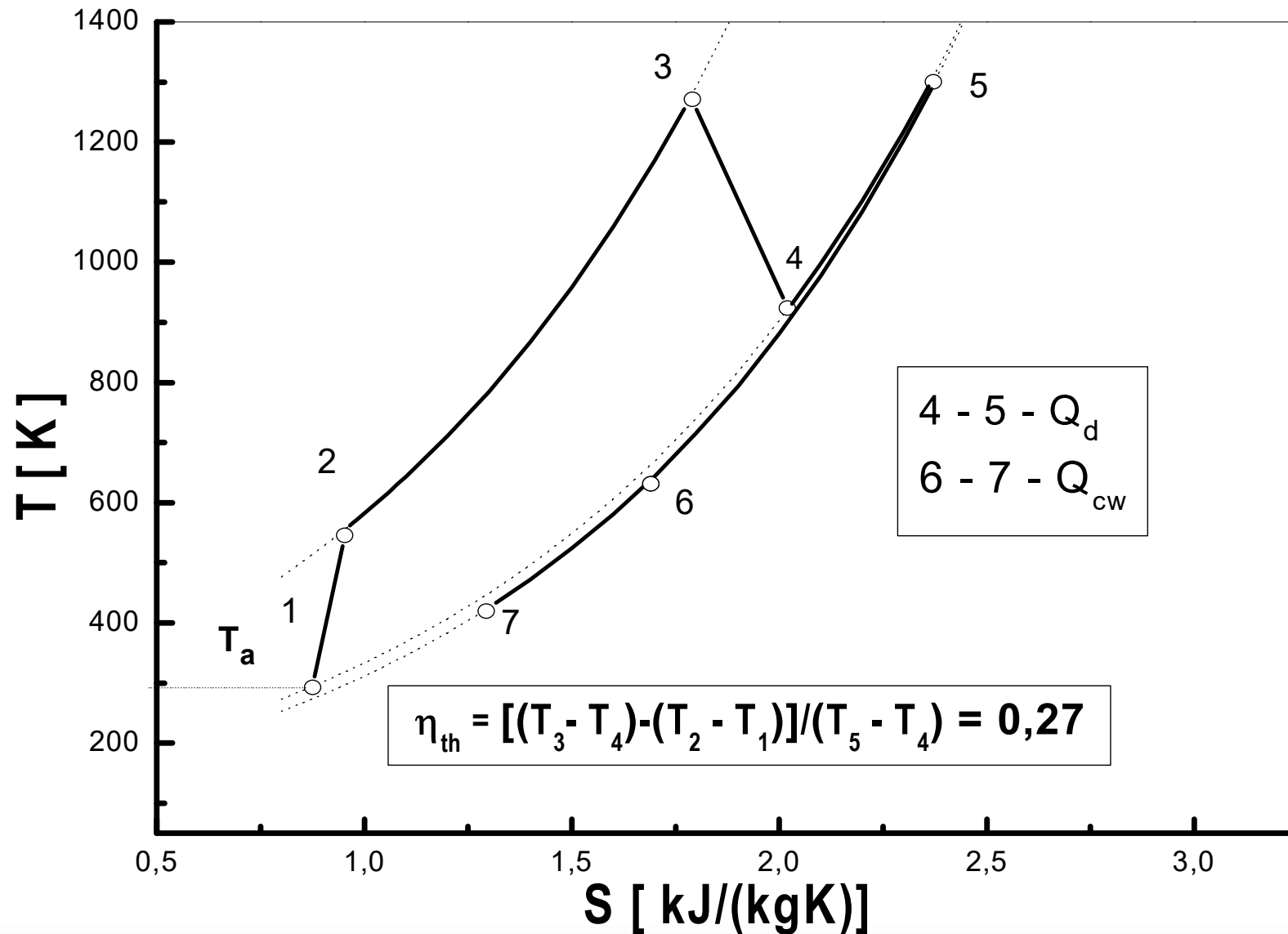


Integracja EFGT z reaktorem produkcji biowęgla





Obieg EFGT i jego sprawność termodynamiczna

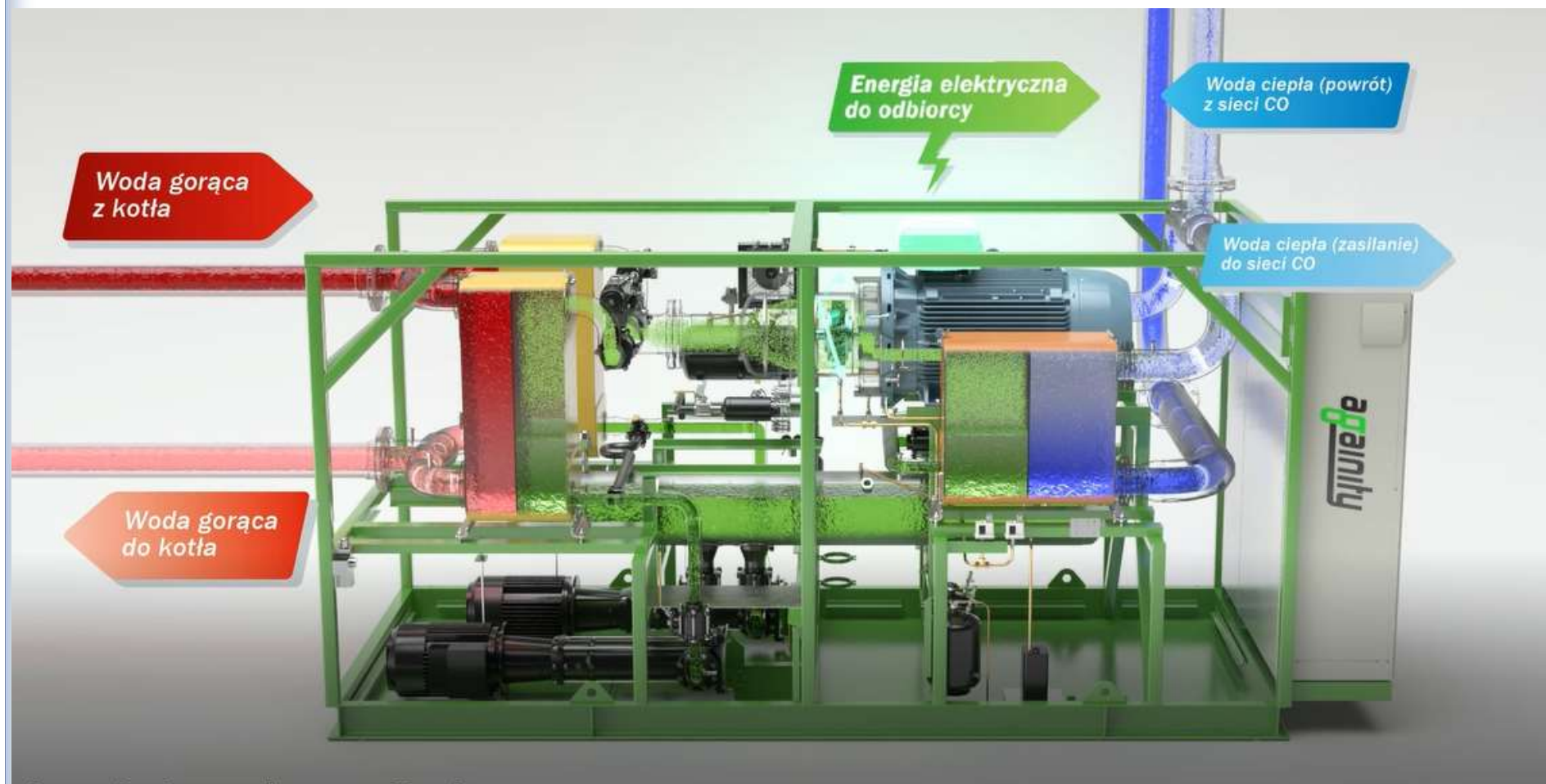




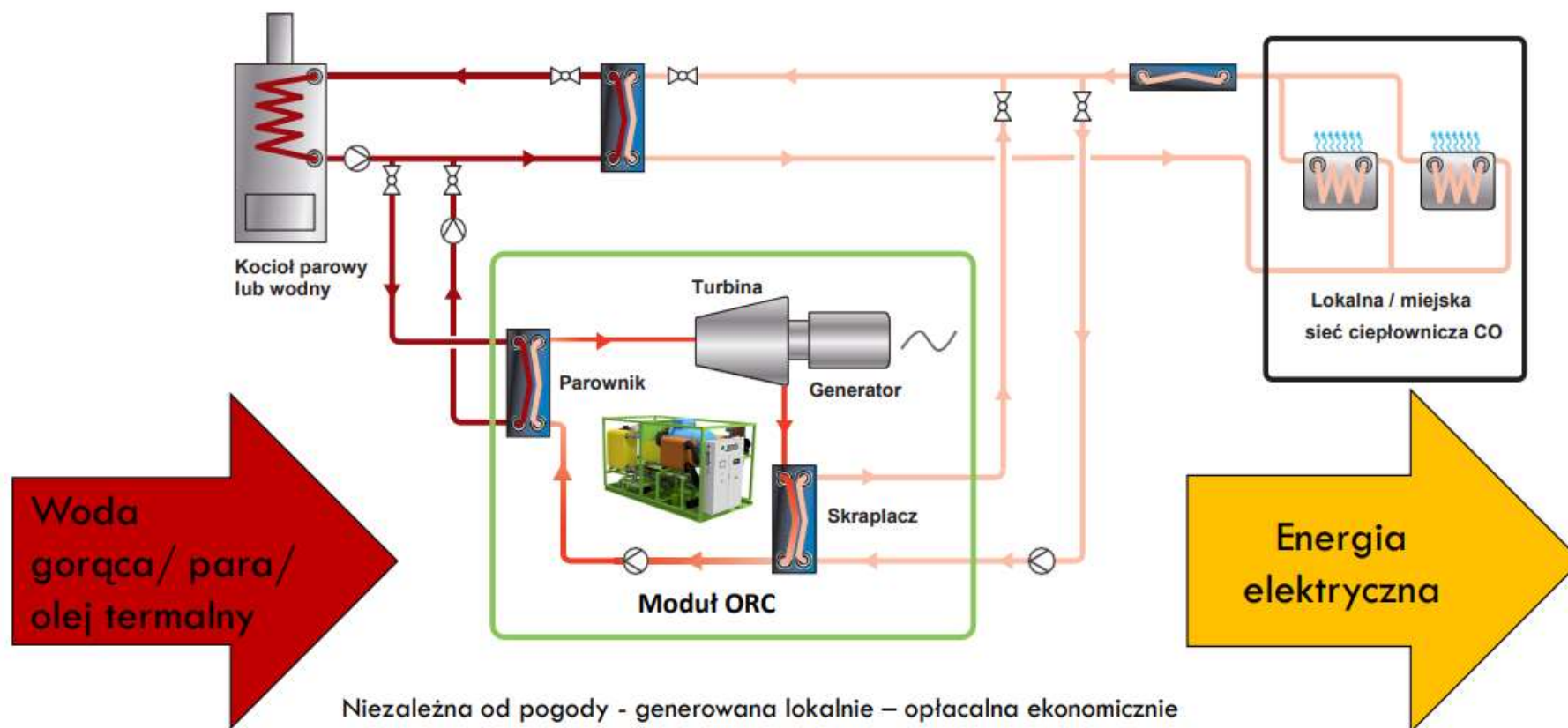
Zespół turbiny i sprężarki dla systemu EFGT



Zespół ORC dostosowany dla ciepłownictwa



Instalacja ORC dostosowany dla ciepłownictwa





Kompletny układ ORC o mocy 100 kW_e



Wydajność: 100 kW_e

Wymiary (AxBxH): 4,1 x 1,7 x 2,5 m

Częstotliwość: 50-60 Hz

Napięcie: 380-415 V

Waga: około 5 ton

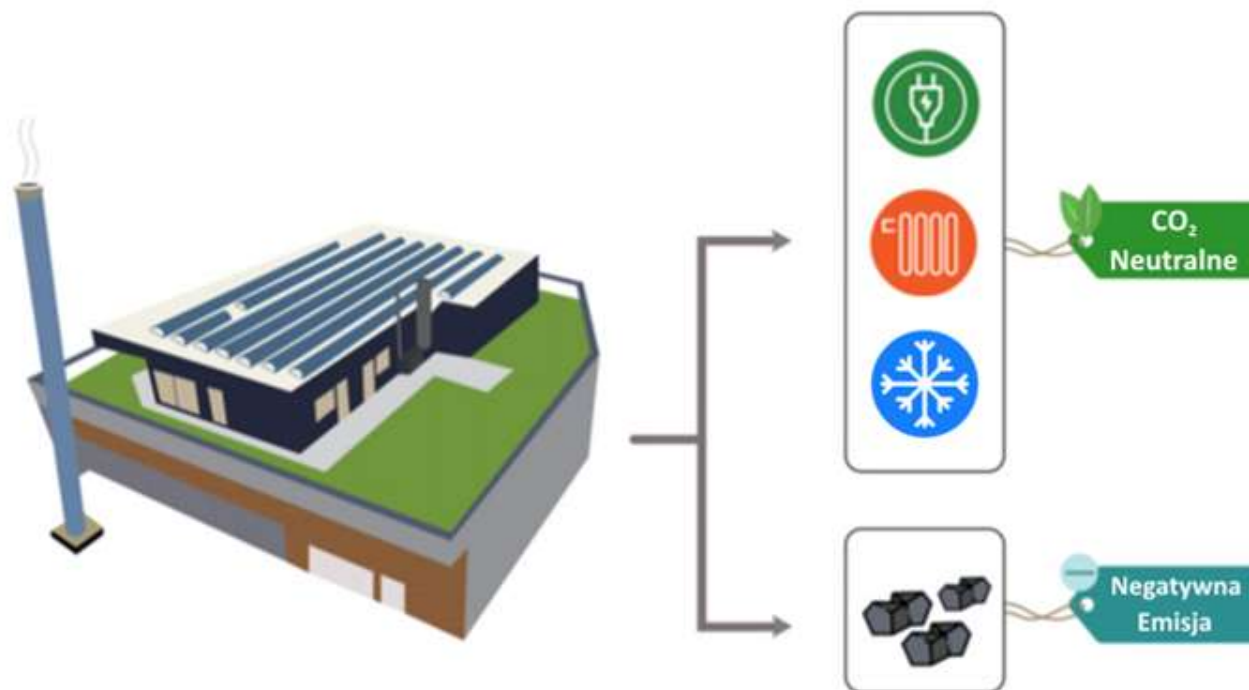


Osiągi instalacji

- **Moc cieplna kotła odzyskowego – 5 MWh_{th}**
- **Jednost. prod. ciepła – $24,8 \text{ GJ/Mg}_{biow.}$ ($6,9 \text{ MWh}_{th} / \text{Mg}_{biow.}$)**
- **Potencjał prod. en. elektr. – $2,1 \text{ MWh}_e / \text{Mg}_{biow.}$**
(sprawność elektr. – 30% ,sprawność kotła 85 - 90 %)
- **Potencjał unik. emisji CO_2 – $1,68 \text{ Mg}_{\text{CO}_2} / \text{Mg}_{biow.}$**
(emisyjność – $0,8 \text{ Mg}_{\text{CO}_2} / \text{MW}_e$, bez uwzgl. unikniętej emisji biowęgla $3 \text{ Mg}_{\text{CO}_2} / \text{Mg}_{biow.}$)

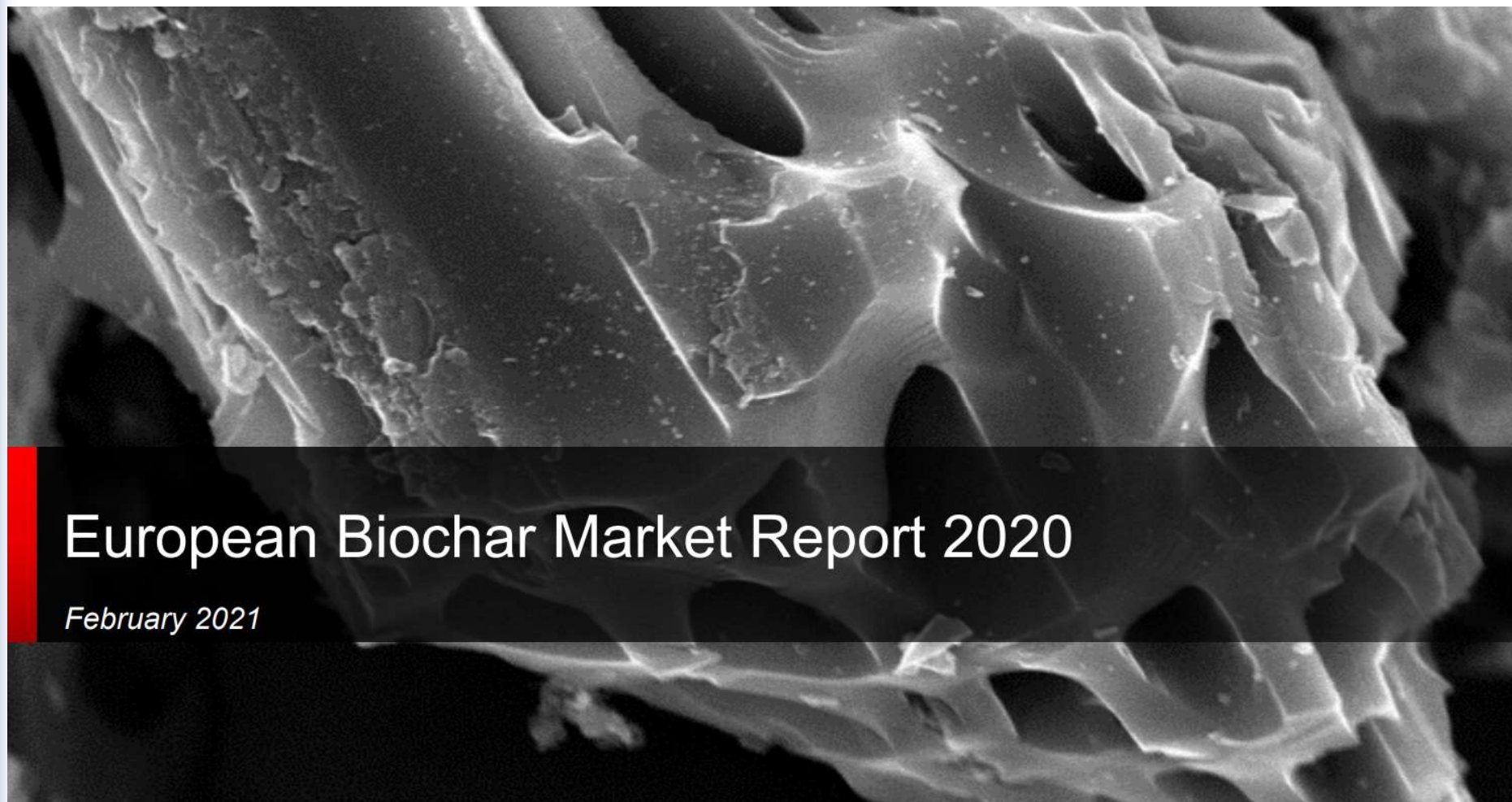
Zrównoważona i zeroemisyjna produkcja biowęgla z biomasy i odpadów biodegradowalnych z pięcioma wartościami dodanymi:

- 1) *Energia elektryczna neutralna pod względem emisji CO₂,*
- 2) *Ciepło neutralne pod względem emisji CO₂,*
- 3) *Chłód neutralny pod względem emisji CO₂*
- 4) **Biowęgiel,**
- 5) *Ujemne emisje.*





Raport EUROPEAN BIOCHAR INDUSTRY
wyciąg

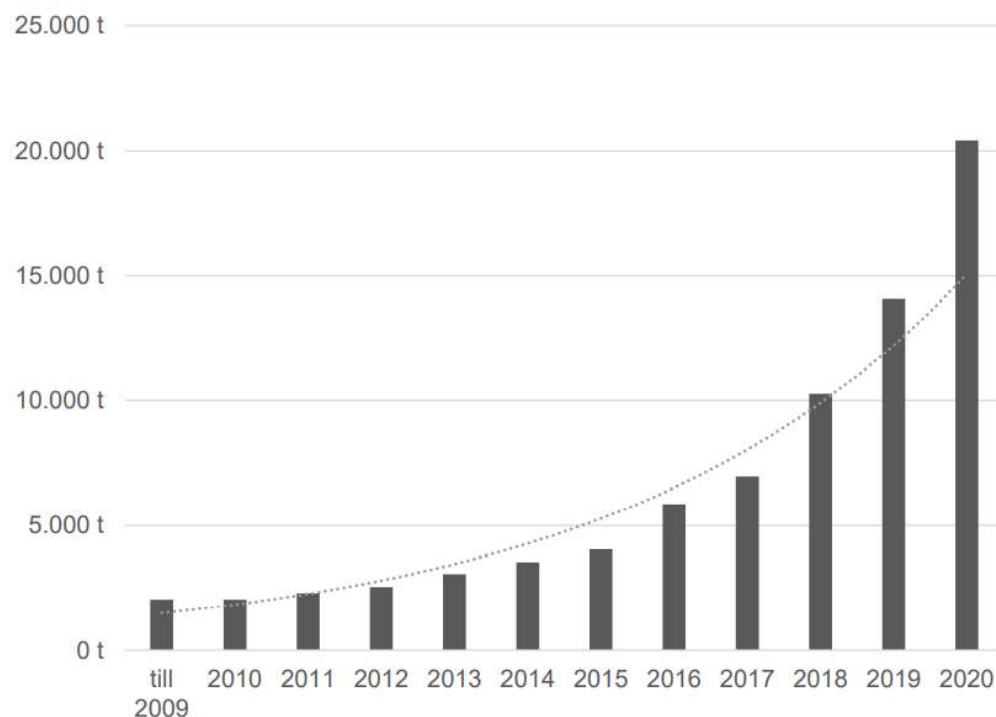


European Biochar Market Report 2020

February 2021

Biochar Market growth until 2020

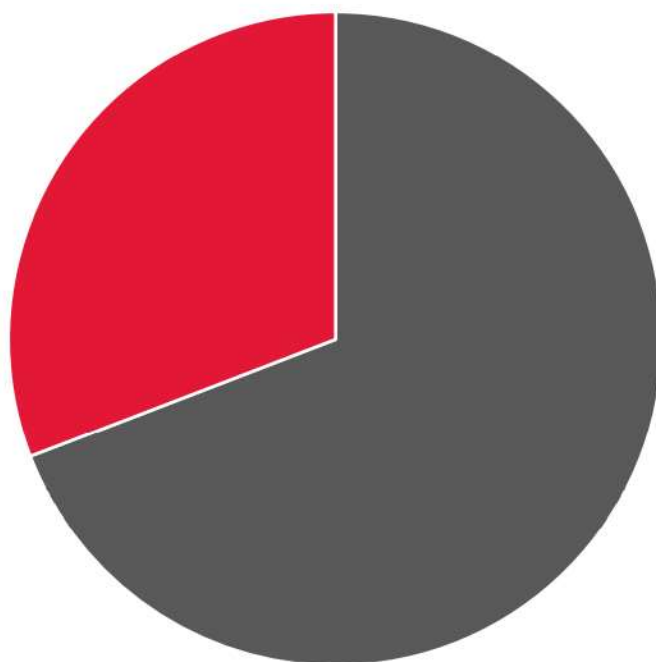
Cumulative biochar production capacity in Europe



- By **end of 2020** dedicated **production capacity for biochar** was just above **20.000 t**
- **Biochar production in 2020** was approximately **17.000 t**
- The **market is growing** substantially, and even its **growth is growing**
 - Production capacity doubled in only two years from 2018 to 2020
 - Growth rates for cumulative production capacity are increasing:
5y CAGR was 38%,
3y CAGR was even 43%

Key countries for biochar production capacity in Europe

Today four countries are dominating the biochar production in Europe



■ DE - SE - CH - AT ■ Other EU Countries

- By end of 2020 four countries comprise 69% of European biochar production
- In terms of production volumes for biochar, the order is:
 - Germany
 - Sweden
 - Switzerland
 - Austria

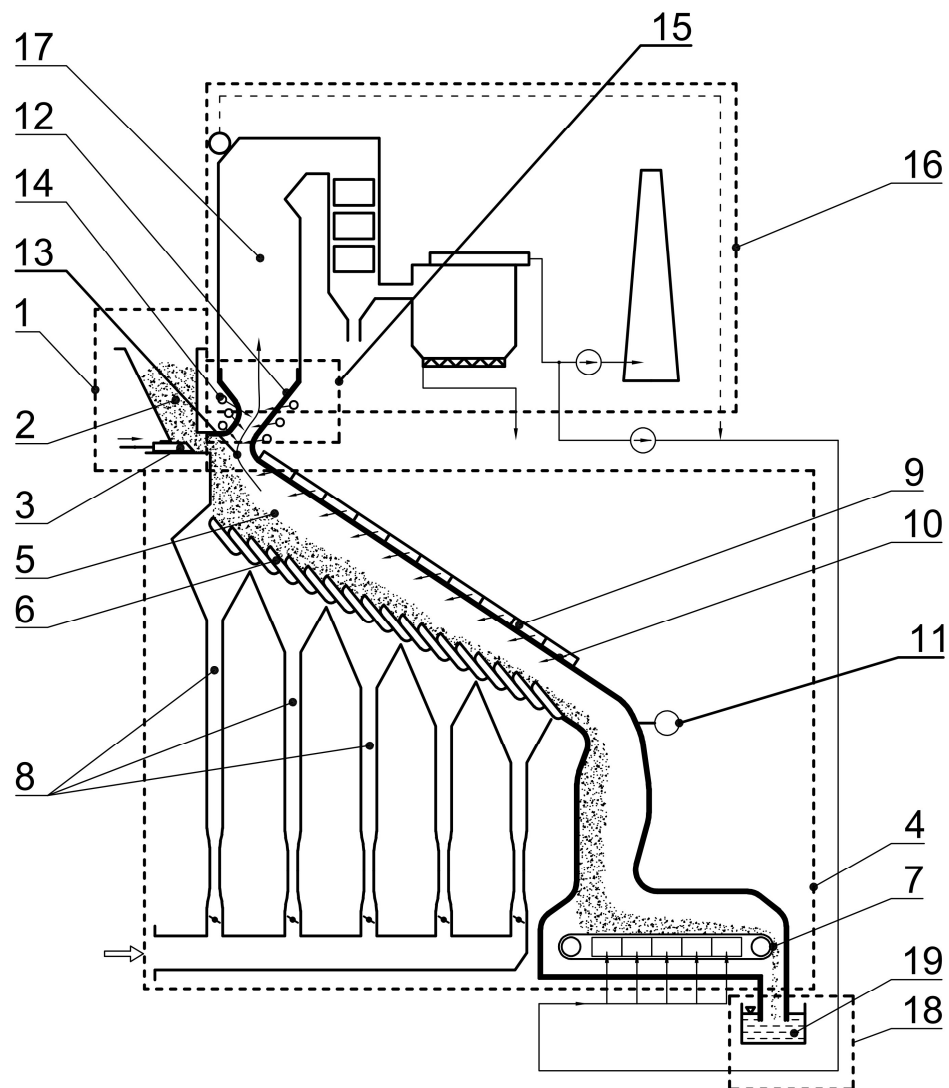


Propozycja III

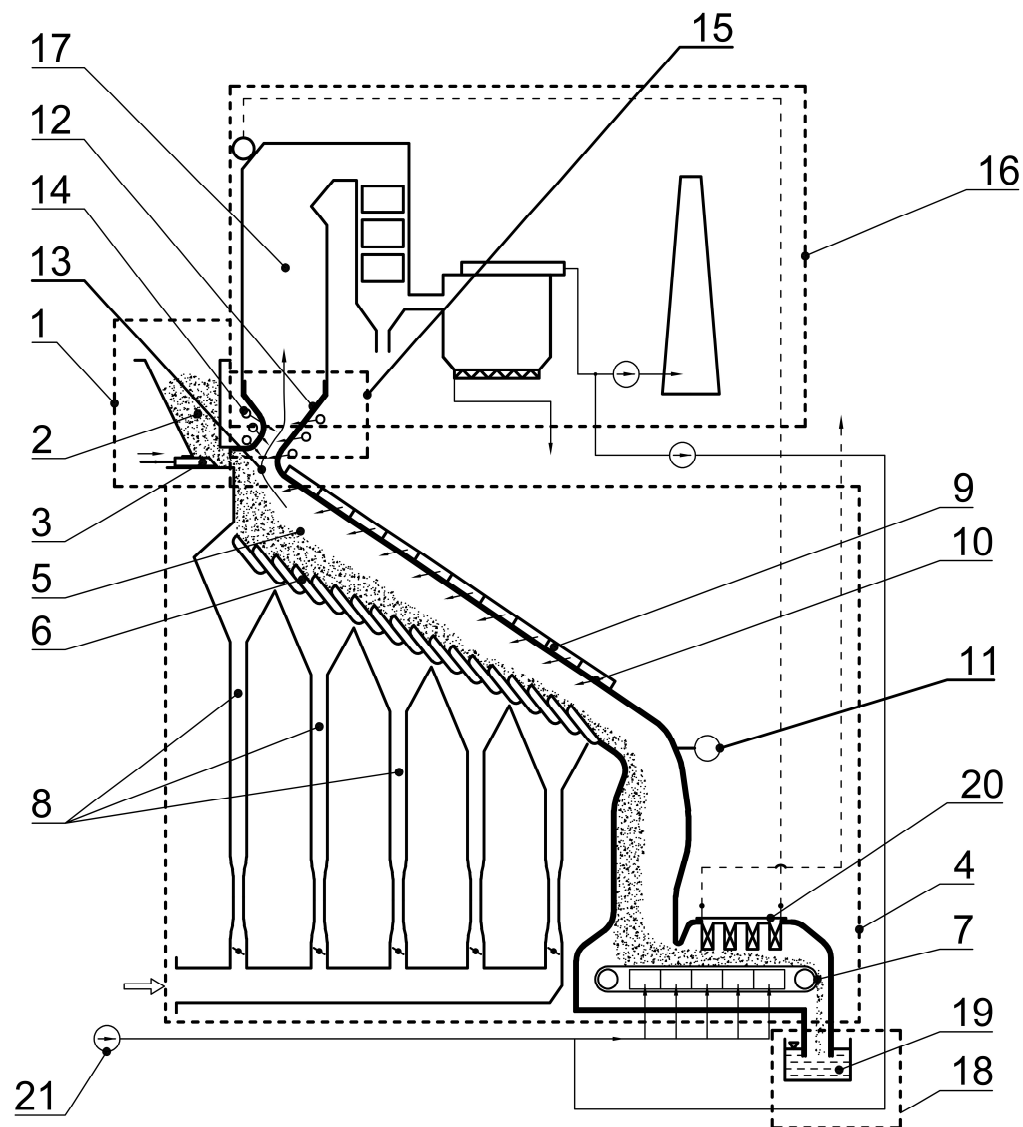
Urządzenie do uwęglania i spalania paliw stałych

***(Patent zgłoszony do UP RP
Nr zgłoszenia 438176)***

Wariant przewidziany dla uwęglania paliwa



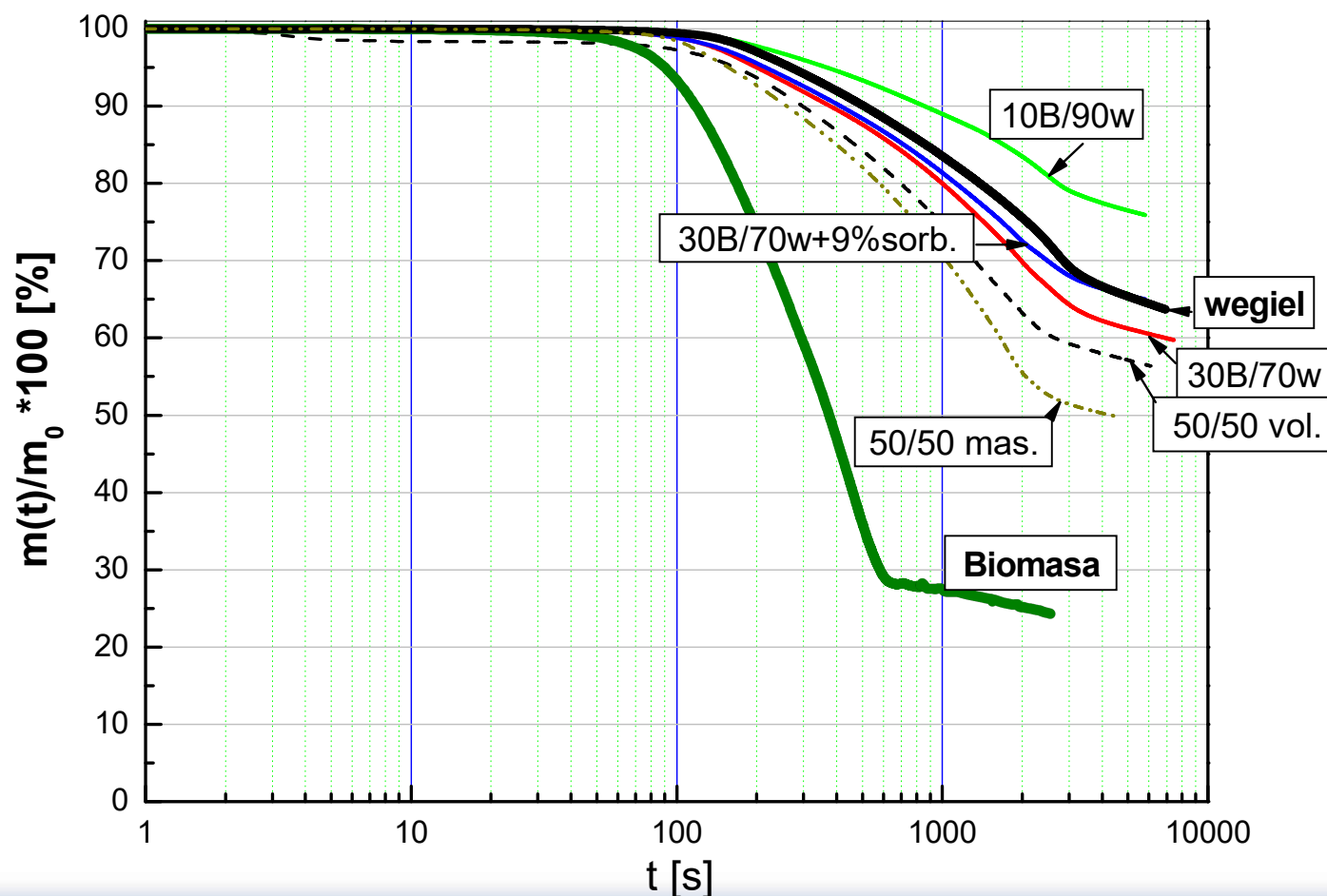
Wariant przewidziany dla spalania paliwa





Termoliza węgla z *biomasą* – wyniki PCz

(Technologia produkcji
Niskoemisyjnego Paliwa Biokompozytowego – NPB)





Brykiety NBP









NPB

Emisje CO₂/SO₂ / Wartość opałowa

węgiel -95 kg_{CO2} /GJ; 0,54 kg_{SO2}/GJ; W_d = 23 MJ/kg

NPB – 67kg_{CO2} /GJ; 0,08 kg_{SO2}/GJ; W_d = 25 MJ/kg

Redukcja: CO2 – 30%, SO2-85%,

Poprawa kaloryczności- prawie 10%



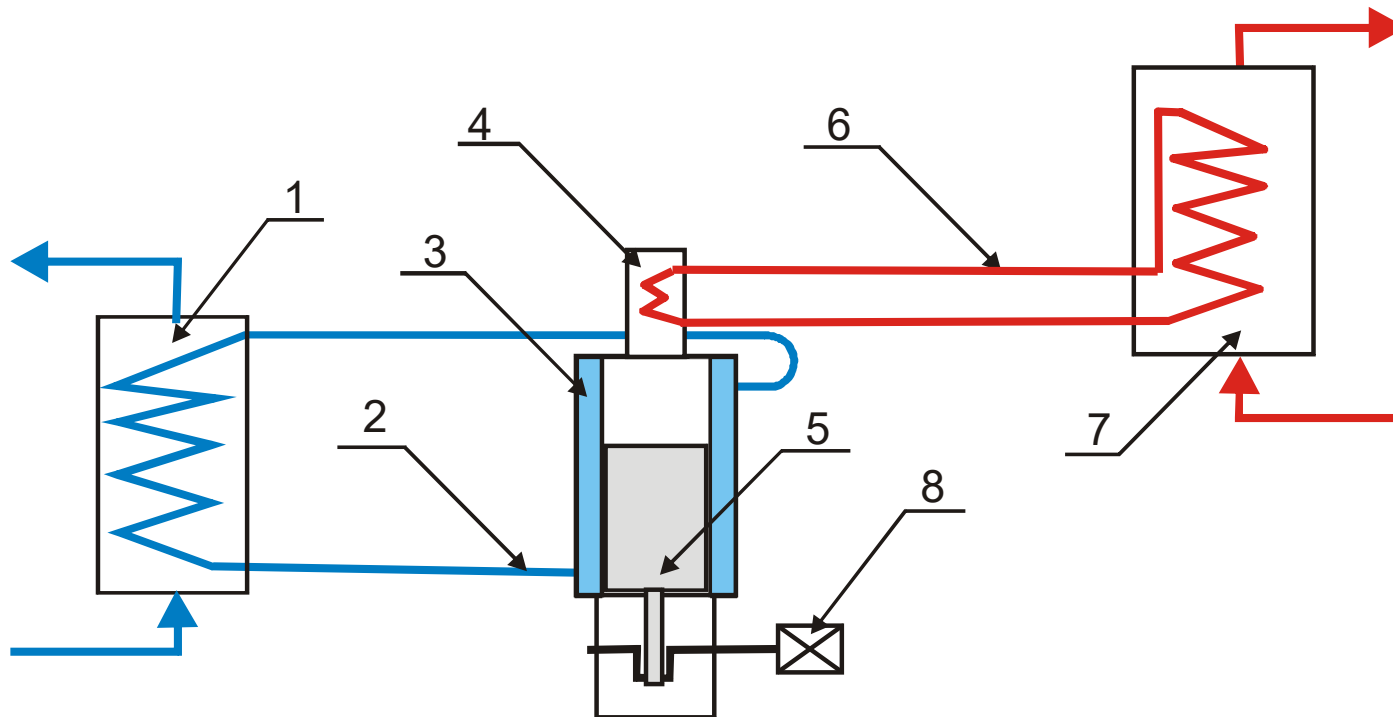
Propozycja IV

POLITROPOWA POMPA CIEPŁA woda – woda

Przewidywane, podstawowe parametry pompy to:

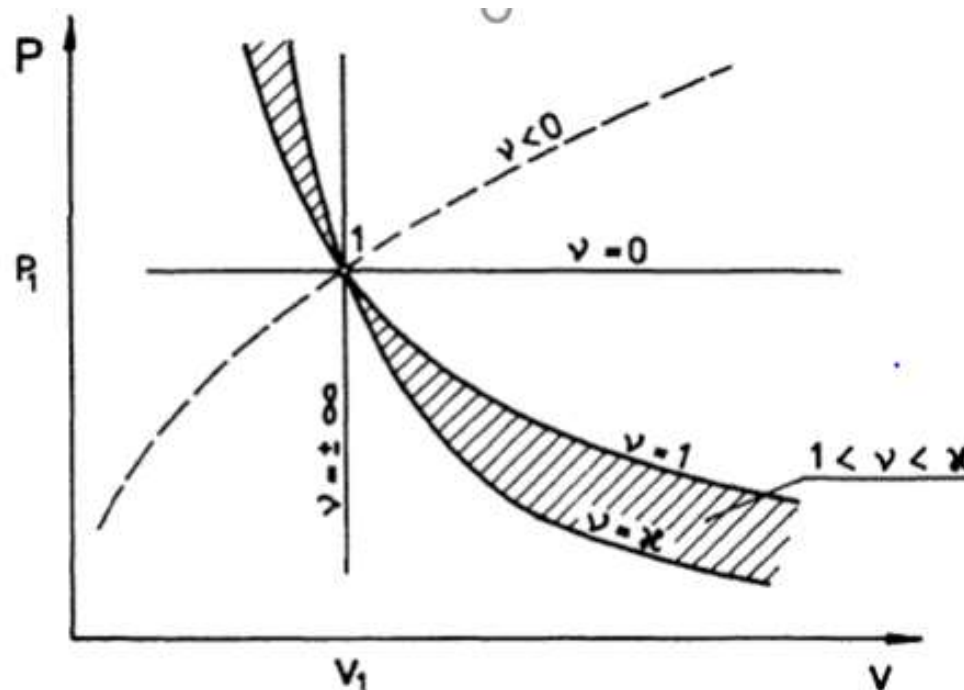
- ***COP = 7 (co najmniej),***
- ***Temperatura wody w dolnym źródle – 4 – 90°C,***
- ***Temperatura wody w górnym źródle – 90 – 300°C.***

UKŁAD POLITROPOWEJ POMPY CIEPŁA woda - woda



1 - wymiennik ciepła (dolne źródło ciepła), 2 – obieg wody zdemineralizowanej, 3 - płaszcz wodny tłokowej sprężarki specjalnej, 4 - Specjalna Głowica Wymiennika Ciepła, 6 – obieg wody zdemineralizowana pod wysokim ciśnieniem, 7 – wymiennik ciepła (górne źródło ciepła)

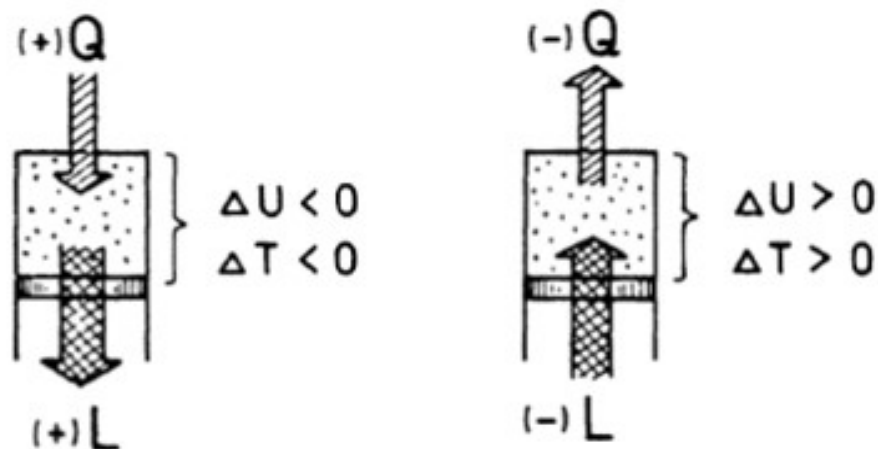
POLITROPA TECHNICZNA (1)



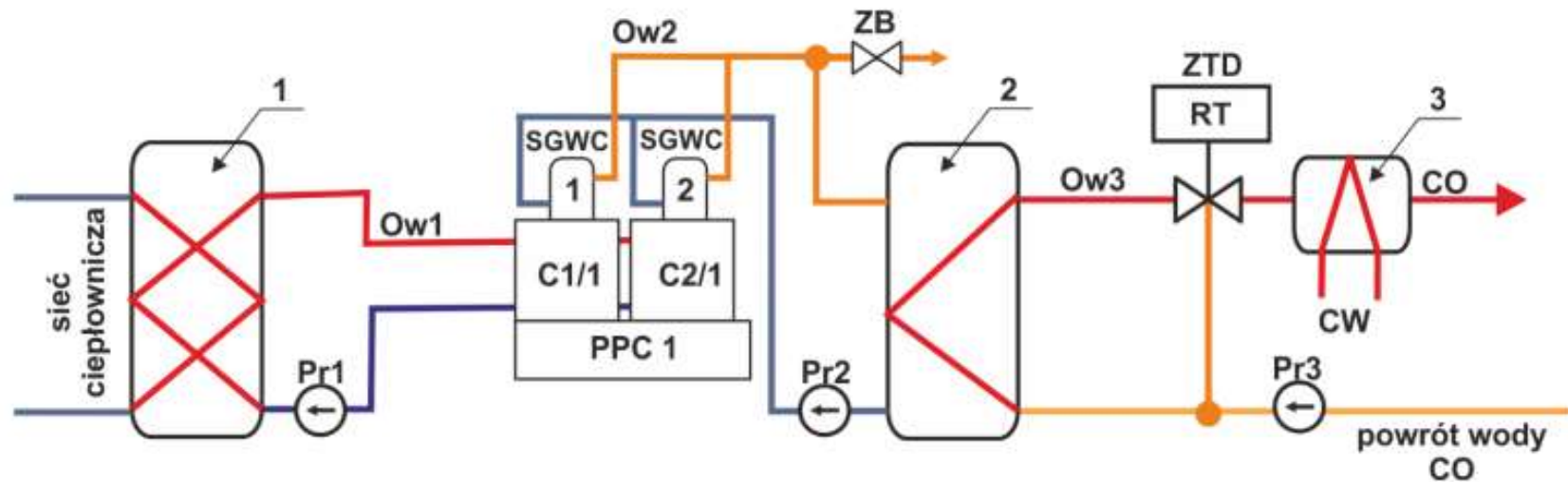
$$c = \frac{dq}{dT} = c_v \frac{\nu - \kappa}{\nu - 1} < 0$$

Ogrzewanie ($Q_{1-2} > 0$) rozprężającego się gazu wykonującego dodatnią pracę ($L_{1-2} > 0$) prowadzi do spadku temperatury ($\Delta T_{1,2} < 0$) tego gazu wtedy, *gdy energia wyprowadzona z systemu na sposób pracy jest większa od energii doprowadzonej na sposób ciepła*

W drugim przypadku gdy energia odprowadzona na sposób ciepła ($Q_{1-2} < 0$) od sprężanego gazu jest mniejsza od energii doprowadzanej na sposób pracy ($L_{1-2} < 0$), *powoduje to wzrost energii wewnętrznej tego gazu ΔU_{1-2} , a tym samym wzrost temperatury: $\Delta T_{1,2} > 0$.*

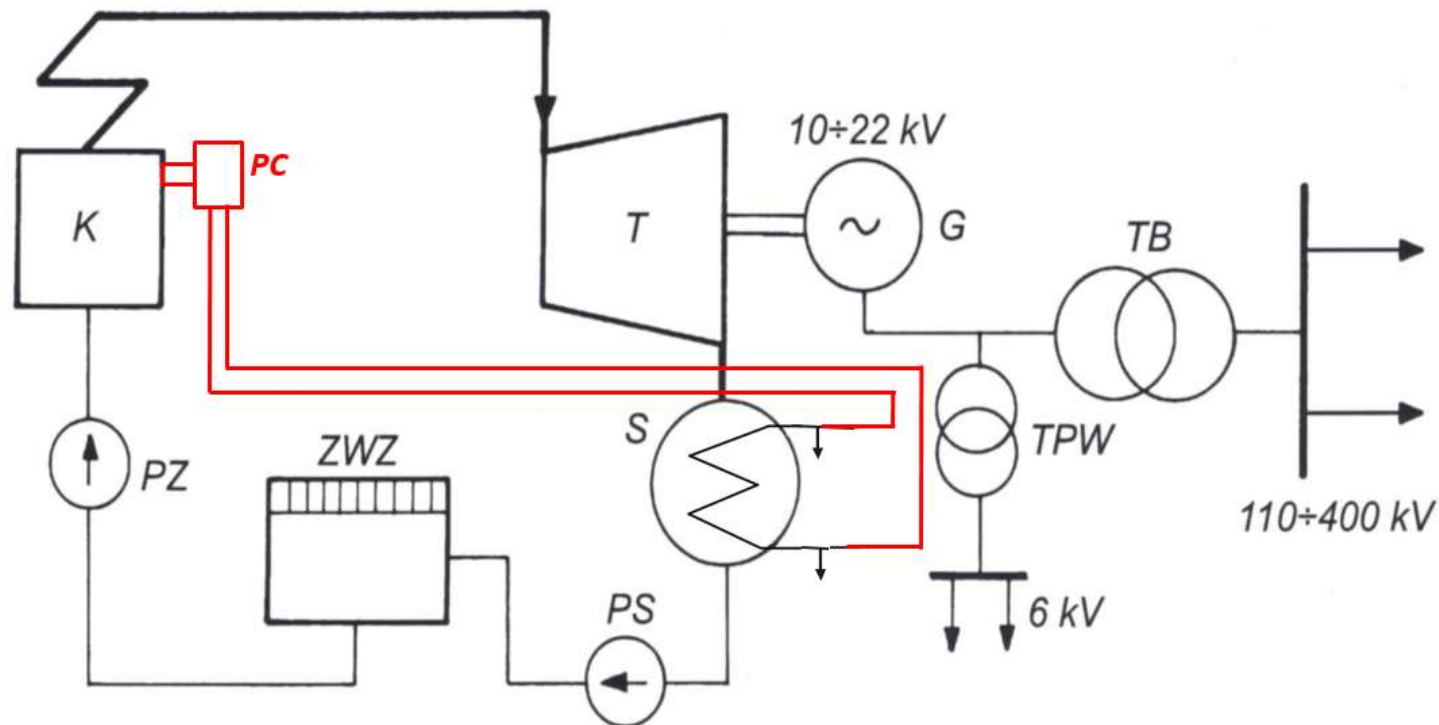


Schemat instalacji ciepłowniczej wykorzystującej PPC



„By-pass” parownika kotła w obiegu R-C

- Obniżka emisji CO_2
- Utrzymanie produkcji en. elektrycznej



Dziękuję za uwagę