

Projekt

**„Badania oraz przygotowanie do
wdrożenia technologii wytwarzania
energii i ciepła w kotłowni zasilanej
zmikronizowaną biomasa”**

Akronim: BioCHP



dofinansowany w ramach
Programu BIOSTRATEG

Otwock, 20 listopada 2019

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



**Politechnika
Warszawska**

BIOSTRATEG

Program Strategiczny Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

Obejmuje 5 obszarów problemowych wynikających z Krajowego Programu Badań oraz zgodnych z priorytetowymi kierunkami badań prowadzonych w UE i na świecie:

- Bezpieczeństwo żywnościowe i bezpieczeństwo żywności;
- Racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej;
- Przeciwdziałanie i adaptacja do zmian klimatu, ze szczególnym uwzględnieniem rolnictwa;
- Ochrona bioróżnorodności oraz zrównoważony rozwój rolniczej przestrzeni produkcyjnej;
- Leśnictwo i przemysł drzewny.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



BIOSTRATEG

Program ma za zadanie stymulować wzrost innowacyjności i konkurencyjności polskiej gospodarki.

Wynikiem realizowanych w ramach Programu projektów będzie opracowanie i przygotowanie wdrożenia nowych produktów, technik i technologii oraz innych rozwiązań mających zastosowanie w dziedzinach objętych zakresem tematycznym Programu.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



Projekt BioCHP

- Całkowita wartość projektu

49 588 733,00 PLN

- Dofinansowanie NCBiR

30 856 797,00 PLN

- Planowany okres realizacji

36 m-cy

Start: 1.06.2015

Zakończenie: 31.12.2019

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



KONSORCJUM

- **Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie (Lider Konsorcjum)**
- **Instytut Energetyki w Warszawie**
- **Politechnika Warszawska**
- **Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach**
- **Egovita Sp. z o.o. w Warszawie**
- **Zakłady Urządzeń Kotłowych „Stąporków” S.A. w Stąporkowie**

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



ISTOTA STRATEGICZNOŚCI PROJEKTU

Zagadnienia badawcze:

- 1.10 - Bezpieczeństwo żywnościowe i bezpieczeństwo żywności/10. Opracowanie i rozwój nowych metod i technologii pozyskiwania i przetwarzania nieodżywczych surowców z produktów i odpadów rolniczych,
- 2.14 - Racjonalne gospodarowanie zasobami naturalnymi, ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej/14. Rozwój metod i technologii przekształcania produktów i procesów przemysłowych w zasobooszczędne i energooszczędne bioprodukty i bioprocasy wraz z optymalizacją wykorzystania biomasy z produkcji podstawowej, bioodpadów i produktów ubocznych bioprzemysłu z uwzględnieniem możliwości wykonania pomiaru efektywności środowiskowej nowych rozwiązań oraz ich wpływu na środowiskowe aspekty cyklu życia produktu oraz łańcucha dostaw,
- 5.10 - Leśnictwo i przemysł drzewny/10. Opracowanie nowych technologii wytwarzania bioenergii, w tym biopaliw z drzewnych produktów ubocznych, odpadów (przemysłowych i użytkowych) i innych rodzajów biomasy.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



ISTOTA INNOWACYJNOŚCI PROJEKTU

Produkcja energii i ciepła przy wykorzystaniu zmikronizowanej biomasy wytwarzanej w procesie technologicznym nie znanym dotychczas na świecie.

Połączenie zespołu do mikronizacji z zespołem turbiny gazowej oraz zespołem kotła hybrydowego, co pozwoli na bezpośrednią, w ramach jednej linii przemianę biomasy na energię elektryczną i ciepło.

Ekoinnowacja na poziomie światowym.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



Zadania: WP1

PLANOWANE: 1.06.2015-30.06.2015

REALIZOWANE 1.06.2015-30.06.2015

Tytuł: **OPRACOWANIE ZAŁOŻEŃ DO PRAC B+R W ZAKRESIE KOGENERACJI Z BIOMASY NA BAZIE TURBINY GAZOWEJ O MOCY ELEKTRYCZNEJ 2,5MW I CIEPLNEJ 8 MW**

Cel: Analiza najnowszych danych literaturowych oraz doświadczeń Partnerów Konsorcjum realizujących Projekt w zakresie rozwiązań technologicznych dotyczących produkcji energii na bazie zmikronizowanej biomasy, a następnie na tej podstawie określenie wstępnych założeń technicznych i wytycznych do budowy linii technologicznej do produkcji energii ciepła przy użyciu turbiny gazowej i kotła hybrydowego

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

Zadania: WP1 Wskaźniki rezultatów planowane i osiągnięte:

Rezultaty:

- Sprawozdanie okresowe z realizacji projektu,
- Wstępne założenia techniczne i wytyczne do budowy linii technologicznej do produkcji energii i ciepła ze zmikronizowanej biomasy przy użyciu turbiny gazowej i kotła hybrydowego,
- Analiza State of the Art. Możliwości i rozwiązania technologiczne związane z produkcją energii na bazie zmikronizowanej biomasy

Kamienie milowe (M):

1. Osiągnięto wnioski z analizy literatury,
2. Osiągnięto wstępne założenia techniczne i wytyczne do budowy linii technologicznej.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ

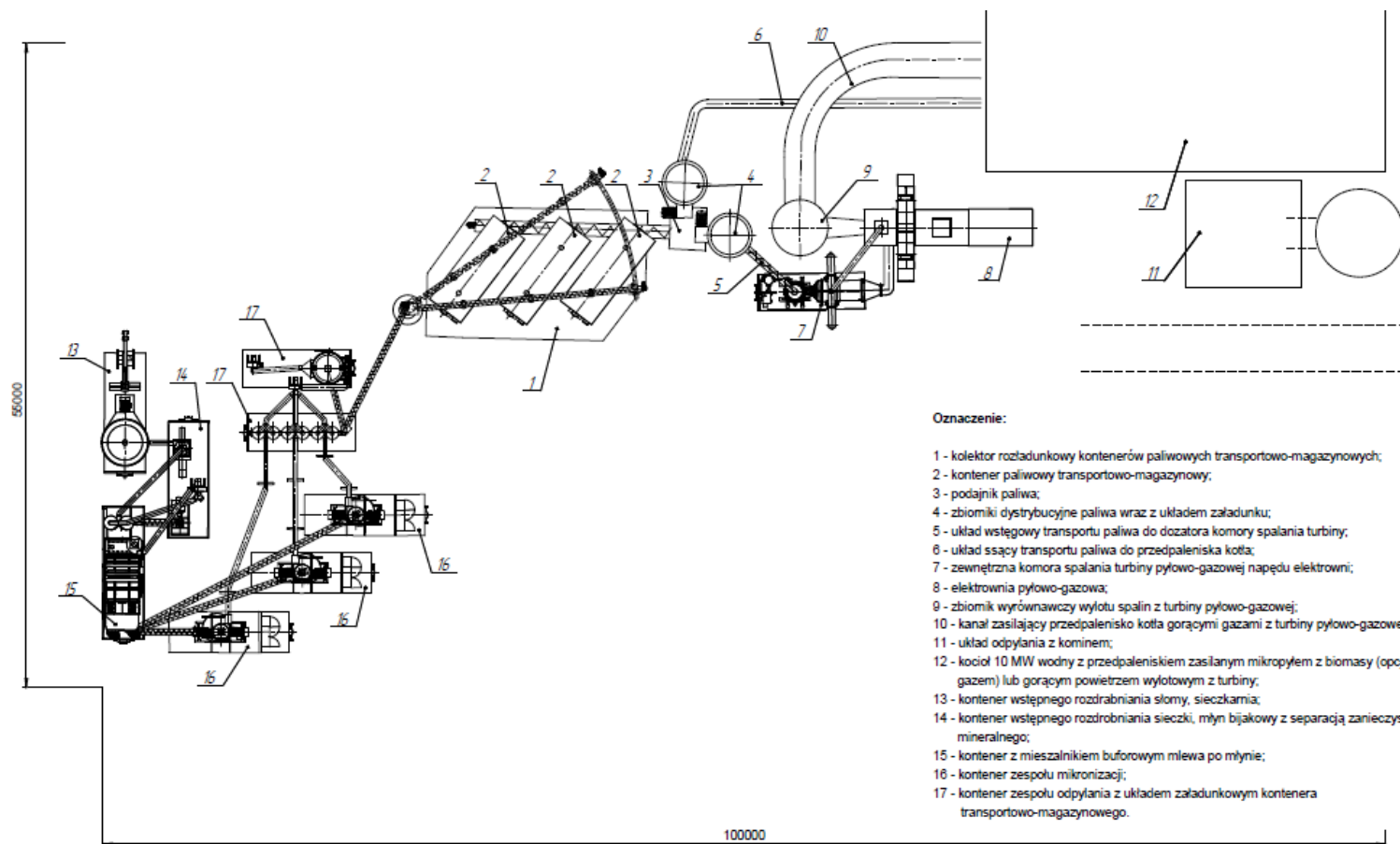


Politechnika
Warszawska



WP1

Schemat rozmieszczenia elementów linii technologicznej



Ć. BADAWCZA
KASIEWICZ



technika
Warszawska

Zadania: WP2

PLANOWANE: 1.07.2015-31.12.2015

REALIZOWANE 1.07.2015-31.12.2015

Tytuł: **BADANIA MODELOWE ZMODERNIZOWANEGO
MIKRONIZATORA**

Cel: Przeprowadzenie badań modelowych w celu zapewnienia prawidłowej funkcjonalności jednostki do mikronizacji. Prowadzone badania obejmowały prace w zakresie określenia szczegółowych parametrów podzespołów wchodzących w skład jednostki do mikronizacji.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

Zadania: WP2 Wskaźniki rezultatów planowane i osiągnięte:

Rezultaty (D):

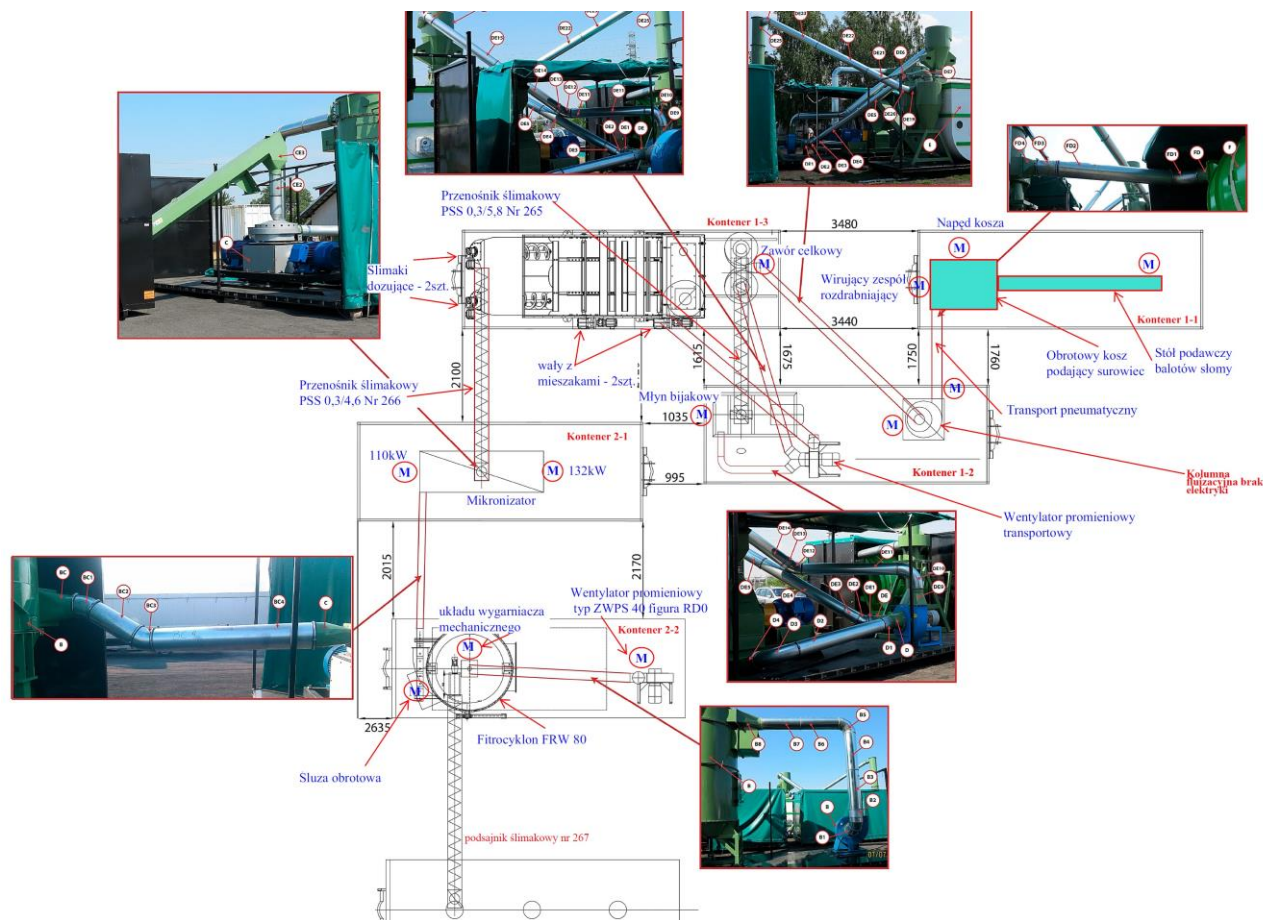
- Określenie szczegółowych parametrów podzespołów wchodzących w skład jednostki do mikronizacji.
- Zweryfikowanie parametrów podzespołów podstawowych urządzeń wchodzących w skład jednostki do mikronizacji pod kątem wykonalności i odpowiedności do zadań technologicznych.
- Zintegrowanie poszczególnych elementów i podzespołów pod kątem zgodności dla zabezpieczenia ciągłości działania linii technologicznej zespołu paliwowego w oparciu o specyfikę procesu mikronizacji oraz charakter surowca (słoma zbożowa przetworzona do postaci mikropyłu z biomasy).

• Kamienie milowe (M):

1. Osiągnięto wyniki badania numerycznego,
2. Osiągnięto bilanse, geometrię i parametry pracy podzespołów jednostki do mikronizacji,
3. Osiągnięto projekt technologiczny zespołu mikronizacji.

WP 2

Schemat linii do mikronizacji – zespół paliwowy



SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



Zadania: WP3

PLANOWANE: 1.07.2015-31.12.2015

REALIZOWANE 1.07.2015-31.12.2015

Tytuł: **BADANIA MODELOWE ZMODERNIZOWANEJ TURBINY GAZOWEJ**

Cel: Przeprowadzenie badań modelowych w celu zapewnienia prawidłowej funkcjonalności jednostki energetycznej – zespołu generatora 2MWe napędzanego napędem turbinowym. Prowadzone badania obejmowały prace w zakresie zintegrowania poszczególnych elementów i podzespołów turbiny do zapewnienia działania linii technologicznej zespołu paliwowego w oparciu o specyfikę procesu mikronizacji (słoma zbożowa przetworzona do postaci mikropyłu z biomasy) do zasilania turbiny, w tym układ dozowania i zewnętrzna komora spalania.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

Zadania: WP3 Wskaźniki rezultatów planowane i osiągnięte:

Rezultaty (D):

- Wytypowano rodzaj odpowiadający założeniom turbiny gazowej jako konwersyjna turbina lotnicza wykorzystywana do zastosowań wojskowych (wytrzymałość na zapylenie przy lądowaniu na lotniskach polowych). Taka turbina oryginalnie pracuje w warunkach dużo większego zapylenia niż każda inna w lotnictwie, w zapyleniu o poziomy przewyższające normy dotyczące typowych turbin energetycznych.
- Opracowano modelowy sposób zasilania turbiny z zastosowaniem procesu spalania w komorach zewnętrznych typu „Direct Fire” zgodnie z technologiami badanymi w Gas Turbine Research Centre in Cardiff AC.

SIEĆ BADAWCZA
LUKASIEWICZ



Kamienie milowe (M):

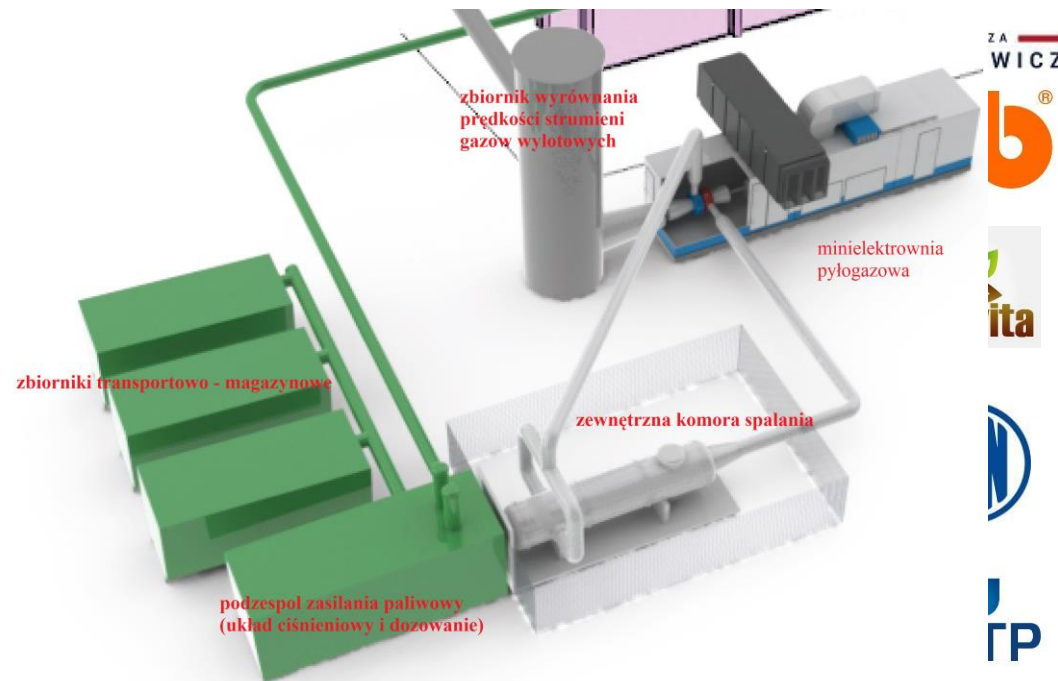
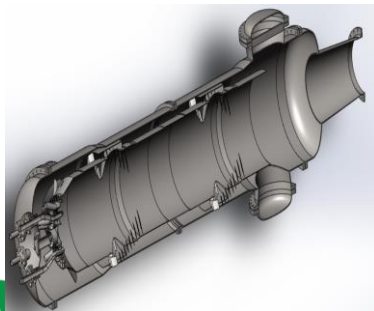
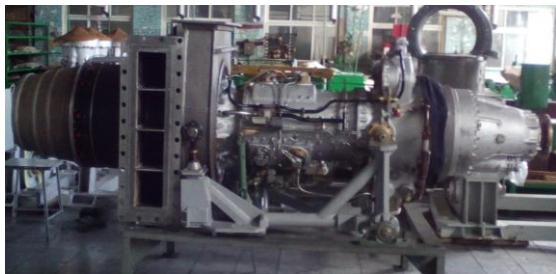
- Osiągnięto wyniki badania numerycznego,
- Osiągnięto bilans, geometria i parametry pracy podzespołów turbiny gazowej,
- Osiągnięto projekt technologiczny zespołu turbiny gazowej.



Politechnika
Warszawska

WP 3

Wizualizacja elementów elektrowni turbinowej zasilanej przez spalania mikropyłu



Politechnika
Warszawska

Zadania: WP4

PLANOWANE: 1.07.2015-31.12.2015

REALIZOWANE 1.07.2015-31.12.2015

Tytuł: **BADANIA MODELOWE KOTŁA HYBRYDOWEGO ZASILANEGO NA ZMIANĘ LUB JEDNOCZEŚNIE OLEJEM/GAZEM I ZMIKRONIZOWANĄ BIOMASĄ**

Cel: Prace rozwojowe i przeprowadzenie modelowania dla:

- Palnika pyłowego na mikronizowaną biomasę o niskiej emisyjności w zakresie Nox,
- Kotła na biomasę z wykorzystaniem spalin z turbiny,
- Hybrydowego kotła o szerokim zakresie pracy z zapalarką plazmową w celu wyeliminowania stosowania gazu lub oleju.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

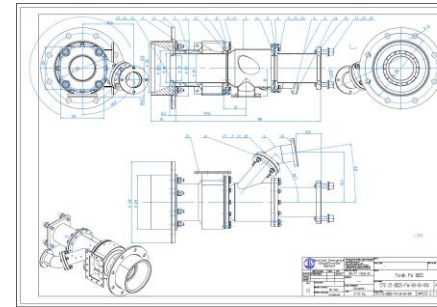
Wskaźniki rezultatów planowane i osiągnięte:

Rezultaty (D):

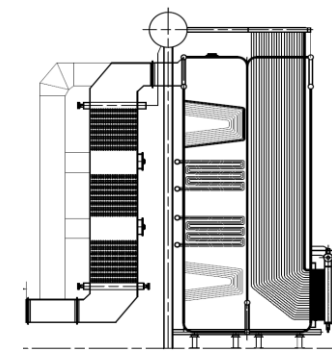
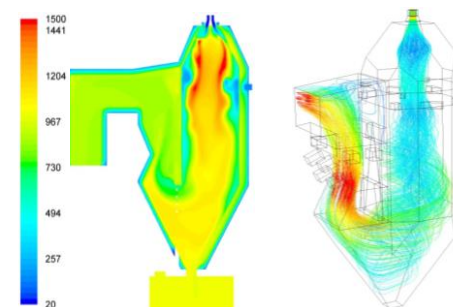
- dokumentacja modelu palnika w skali 0,5MW,
- wyniki modelowania numerycznego paleniska biomasowego do współpracy z turbiną pyłową,
- wyniki modelowania numerycznego palnika docelowego 10MW, pyłowego,
- wyniki badań zapłonu mieszanki pyłowo-powietrznej na stanowisku 0,5MW przy użyciu zapalarki plazmotronowej o mocy 15-20kW,
- wyniki obliczeń geometrii komory spalania (przedpaleniska) dla kotła odzysknicowego o mocy 10MW_{Th},
- wstępny projekt technologiczny kotła odzysknicowego mocy 10MW_{Th}.

Kamienie milowe (M):

1. Osiągnięto geometrię, bilans i parametry komory spalania,
2. Osiągnięto technologiczny projekt kotła.



SIĘĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Warszawska

Zadania: WP5

PLANOWANE: 1.08.2015-31.12.2015

REALIZOWANE 1.08.2015-31.12.2015

Tytuł: **BADANIA MODELOWE KOMPUTEROWEGO SYSTEMU STEROWANIA I MONITORINGU**

Cel:

- zamodelowanie elementów obiektowych urządzeń pomiarowych instalacji doświadczalnej w zakresie wymagań dot. zdalnych urządzeń pomiarowych prowadzących do **stworzenia wstępnej listy sygnałów** powiązanych z lokalnymi urządzeniami pomiarowymi po stronie opracowywanych modułów prototypu instalacji technologicznych;
- zamodelowanie elementów obiektowych urządzeń pomiarowych **instalacji doświadczalnej w zakresie rozmieszczenia punktów pomiarowych** (PiA) na schematach P&ID oraz określenia wymagań dot. układu pomiarowego związanych z koniecznością fizycznego stworzenia i uruchomienia instalacji badawczej,
- wstępne zamodelowanie elementów systemu sterowania instalacji badawczej z uwzględnieniem **opracowania założeń algorytmów systemu sterowania pracą** instalacji badawczej oraz określenia wymagań dot. układu sterowania związanych z koniecznością fizycznego stworzenia i uruchomienia instalacji badawczej.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



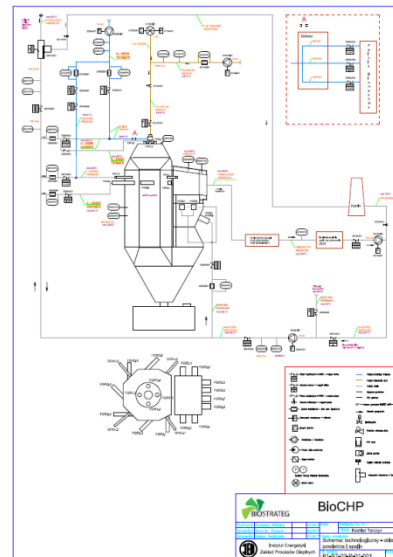
Politechnika
Warszawska

Rezultaty (D):

- Wyniki badań modelowych komputerowego systemu sterowania i monitoringu,
- Schematy technologii i AKPiA dla przedpaleniska i kotła. Wytyczne dotyczące podziału układu sterowania pomiędzy poszczególnymi blokami funkcjonalnymi i sposób oznakowania wszystkich urządzeń elektrycznych instalacji.

Kamienie milowe (M):

1. Osiągnięto listę elementów pomiarowych oraz elementów monitorowania linii technologicznej,
2. Osiągnięto wytyczne i schematy regulacyjne dotyczące elementów linii technologicznej.

[illegible]

Zadania: WP6

PLANOWANE: 1.01.2016-31.05.2016

REALIZOWANE 1.01.2016-31.05.2016

Tytuł: **OPRACOWANIE PROJEKTU I DOKUMENTACJI
KONSTRUKCYJNEJ DO OPRACOWANEJ TECHNOLOGII**

Cel: Opracowanie dokumentacji wykonawczej do budowy prototypu w zakresie: przedpalenisko biomasowe, kocioł odzysknicowy, palnik niskoemisyjny, projekt integracji układu hybrydowego.

Ww. projekty zostały wykonane w zakresie możliwym do wykonania bez znanej ostatecznej lokalizacji i związanym z tym parametrów i typu kotła.

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



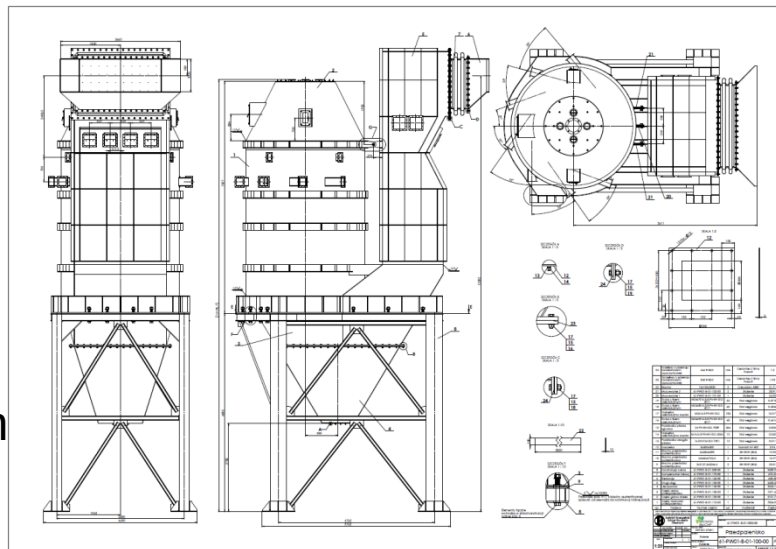
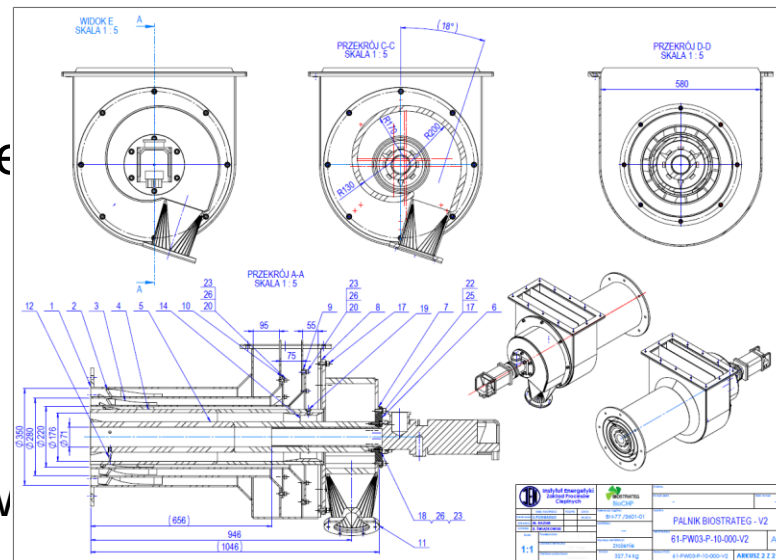
Politechnika
Warszawska



WP6

Wskaźniki rezultatów planowane i osiągnięte:

- **Efekty wymierne (ME):**
- **Rezultaty (D):**
 - Opracowanie dokumentacji technicznej palnika NWB16-11MW zasilanego biomasa mikronizowaną z rozpałką plazmową lub olejową, możliwa również adaptacja palnika do spalania gazu koksowniczego w ramach WP7;
 - Opracowanie dokumentacji technicznej przedpaleniska biomasowego 61-PW01 o mocy cieplnej 11MW do pracy w trybach turbina, turbina + palnik, praca palnikowa - do 20% mocy nominalnej;



SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ

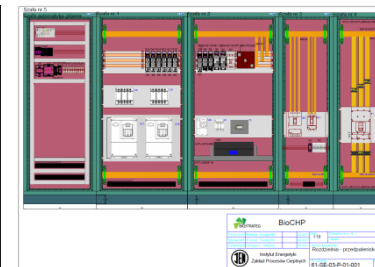
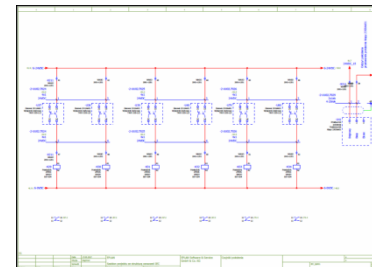
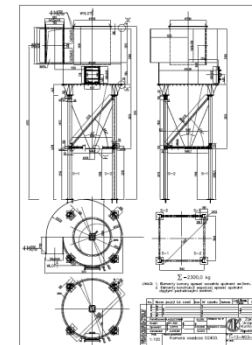
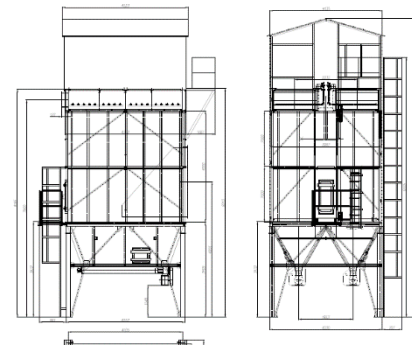
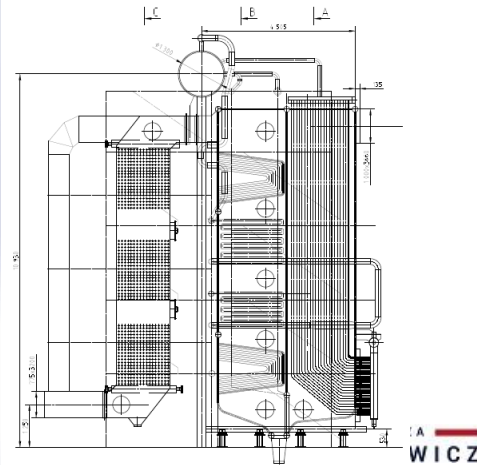
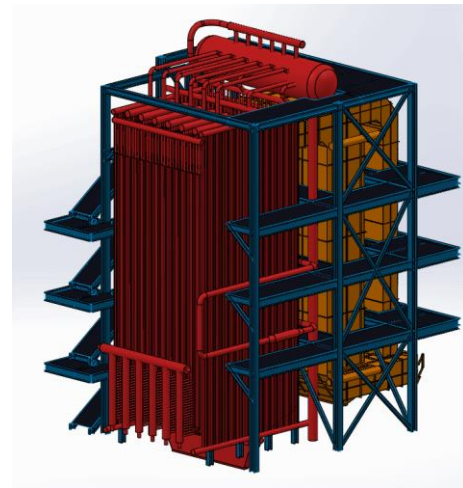


Politechnika
Warszawska

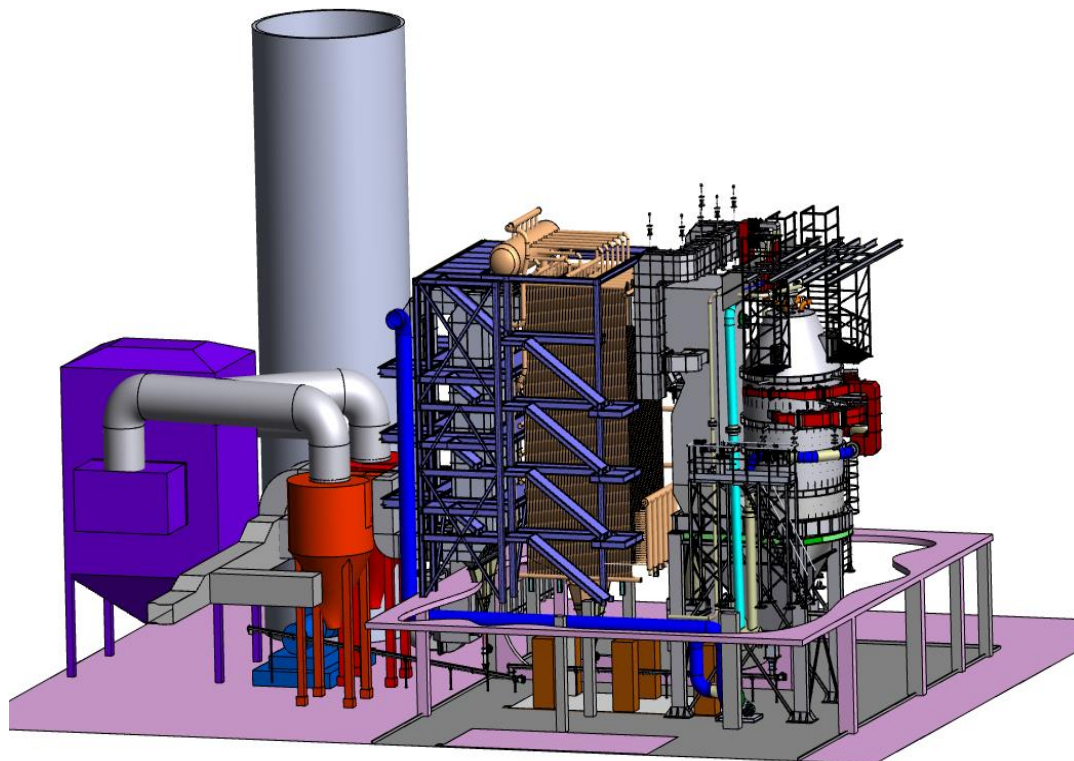
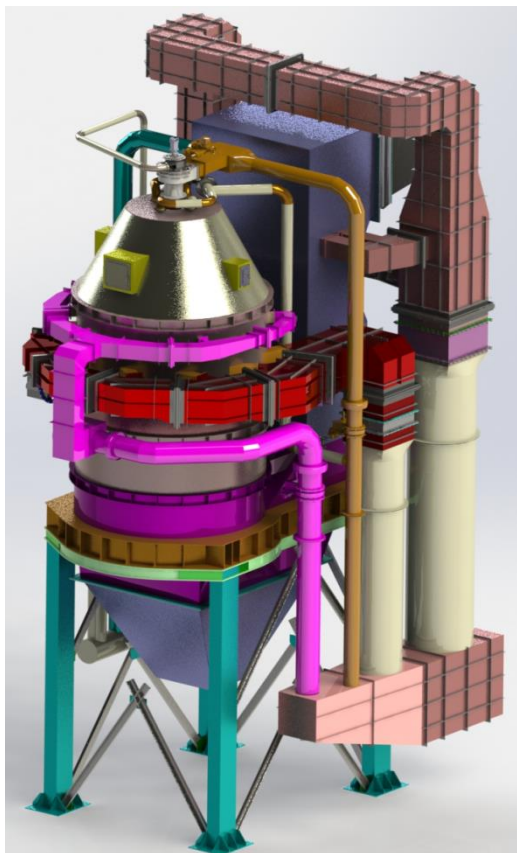


Rezultaty (D):

- Wykonanie wstępnego projektu kotła parowego odzysknicowego do współpracy z przedpaleniskiem niskotemperaturowym i spalinami z turbiny gazowej;
 - Wykonanie projektu ofertowego instalacji odpylania spalin;
 - Wykonanie projektu elektrycznego i automatyki (wraz z wstępnymi algorytmami sterowania) dla instalacji prototypowej.
- Kamienie milowe (M):**
- Osiągnięto dokumentację konstrukcyjną opracowanej technologii.



technika
Warszawska



SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

Zadania: WP7

PLANOWANE: 1.06.2016-31.05.2017

REALIZOWANE 1.06.2016-31.05.2019

Tytuł: **WYKONANIE PROTOTYPU LINII**

Cel: budowa prototypu linii technologicznej na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej opracowanej w ramach WP6.

Zaawansowanie prac: zakończono budowę linii.

Wskaźniki rezultatów planowane i osiągnięte:

Rezultaty:

- Prototyp jednostki mikronizacji
- Prototyp turbiny gazowej
- Prototyp kotła
- Prototyp systemu sterowania

• Kamienie milowe (M):

1. Osiągnięto zintegrowanie elementów ciągu technologicznego

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

WP7



SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

Zadania: WP8

PLANOWANE: 1.06.2017-31.01.2018

REALIZOWANE 1.06.2019-30.11.2019

Tytuł: **PRZEPROWADZENIE BADAŃ NA PROTOTYPIE**

Cel: wypracowanie niezawodnych i stabilnych warunków procesu wytwarzania energii i ciepła w kogeneracyjnej kotłowni zasilanej zmikronizowaną biomasą

Rezultaty:

- Raport z weryfikacji modelu instalacji
- Raport z optymalizacji instalacji

• Kamienie milowe (M):

Wypracowane stabilne warunki procesu produkcji w skojarzeniu energii i ciepła przy wykorzystanie zmikronizowanej biomasy

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



ZAKRES PROWADZONYCH PRAC:

I JEDNOSTKA MIKRONIZACYJNA

- Badanie parametrów pracy urządzenia przeznaczonego do podawania materiału do jednostki mikronizacji.
- Badania eksperymentalne w celu ustalenia optymalnych warunków pracy transportu pneumatycznego
- Opracowanie wyników eksperymentalnych i analiza wyników

II TURBINA GAZOWA

- Badanie parametrów podawania materiału do komory spalania silnika
- Badania dotyczące procesu spalania
- Badania dotyczące odzyskiwania energii
- Badania związane z charakterystyką środowiskową

II JEDNOSTKA KOTŁOWA

- Badania eksperymentalne w celu określenia optymalnych warunków pracy dla spalaniazmikronizowanej biomasy
- Określenie optymalnej metody spalania

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

FAZA PRZYGOTOWAŃ DO WDROŻENIA

WP 9 PLANOWANE 1.02.2018-31.05.2018

REALIZOWANE 1.10.2019-31.12.2019

**WYKONANIE DOKUMENTACJI DLA INSTALACJI
WDROŻENIOWEJ**

WP 10 PLANOWANE 1.02.2018-31.05.2018

REALIZOWANE 1.10.2019-31.12.2019

**PRZEPROWADZENIE POSTĘPOWAŃ DOTYCZĄCYCH
PRYZNANIA PRAW WŁASNOŚCI PRZEMYSŁOWEJ**

WP 12 PLANOWANE 1.12.2017-31.05.2018

REALIZOWANE 1.06.2019-31.12.2019

**OPRACOWANIE I ZAPREZENTOWANIE PROGRAMU
ZASTOSOWANIA KOGENERACJI Z BIOMASY
WYKORZYSTUJĄCEJ TURBINĘ GAZOWĄ**

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

PROBLEMY I RYZYKA W REALIZACJI PROJEKTU

- Lokalizacja prototypowej instalacji
- Obecność piasku oraz części mineralnych w składzie surowca (słoma zbożowa i łuski) może spowodować szybkie zużycie łopatek mikronizatora – do weryfikacji dobrany skład kompozytu łopatek mikronizacji,
- Wydajność podzespołu mikronizacji zależy od wilgotności i składu wsadu (mlewa z biomasy) i może wahać się od 800 kg do 1500 kg na godzinę,
- Dozowanie z powodu konieczności wyrównania ciśnienia podanego z kompresora turbiny powietrza do komory spalania w trakcie zasilania miropylem może być bardziej skomplikowanym niż wynika z opracowania modelowego (temperatura powietrza ok. 300 stopni Celsjusza), co spowoduje przebudowę celem uzyskania wyższego ciśnienia w układzie dozowania,

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

PROBLEMY I RYZYKA W REALIZACJI PROJEKTU

- Trwałość materiału (stal żaroodporna i żarowytrzymała) ścianek komory spalania oraz kolektora zasilającego silnika turbinowego napędu. Wysokie temperatury z połączeniem ciśnienia do 10 atmosfer powodują szybkie utraty własności wytrzymałościowych materiału,
- Zagrożenie erozyjnego zużycia łopatek turbiny w trakcie badań i pracy w czasie ciągłości projektu,
- Efekt gromadzenia popiołu w miejscach o słabej drożności przed paleniską i jego tupnięcie z powodu przegrzewania się,
- Efekt zapylenia i gromadzenia osadu popiołów na powierzchni wymiennika kotła i obniżenie jego sprawności,
- Brak skutecznego odpylania filtrami rękawowymi z powodu rozmiaru cząsteczek popiołu (3-5 mikronów średnia).

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

Koordynator Projektu
dr hab. Stefan GÓRALCZYK, prof. IMBiGS

SIEĆ BADAWCZA
ŁUKASIEWICZ



Politechnika
Warszawska

