

■ Waldemar Roszak,
Kierownik Wydziału Głównego Energetyka i Paliw, ZE PAK SA

Konwersja kotła pyłowego węglowego OB230p na kocioł fluidalny biomasowy BFB220 oraz przystosowanie turbiny TG5 do pracy w układzie kogeneracyjnym

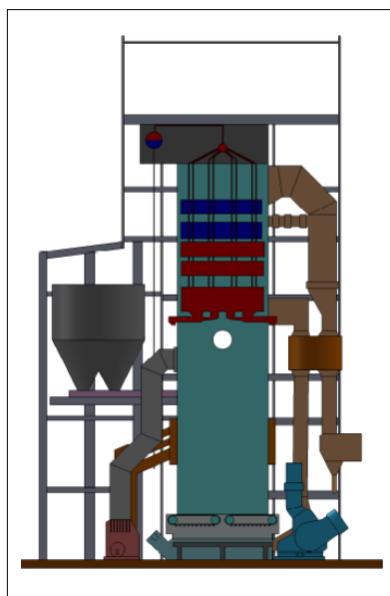
ZE PAK S.A. w 2020 r. zlecił firmie Valmet Technologies realizację w formule „pod klucz” kontraktu na zaprojektowanie i wykonanie przebudowy kotła węglowego K-7 w Elektrowni Konin na kocioł fluidalny pracujący w technologii BFB. W ramach prac modernizacyjnych zlecono również firmie Etos Energy przystosowanie turbiny TG-5 (typu TK50) do pracy w kogeneracji. Kocioł K7 z turbogeneratorem TG5 i instalacjami pomocniczymi stanowi nowy blok nr 5.

Przebudowa kotła K-7 stanowi główny element całego projektu ZE PAK, polegającego na dostosowaniu instalacji wykorzystywanej uprzednio do produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego do spalania biomasy. Zmodernizowana instalacja o mocy 50 MWe produkuje energię elektryczną oraz ciepło dla sieci ciepłowniczej miasta Konina. W Elektrowni Konin dostępna jest obecnie moc 100 MWe (2x50 MWe) z wykorzystaniem biomasy jako paliwa podstawowego.

Kocioł K-7

Opis kotła przed modernizacją

Kocioł K-7 typu OB-230p działał w technologii pyłowej i był opalany węglem brunatnym. Kocioł jednociągowy - wieżowy, jednawalczakowy, wiszący na własnej konstrukcji, ze stałym od-

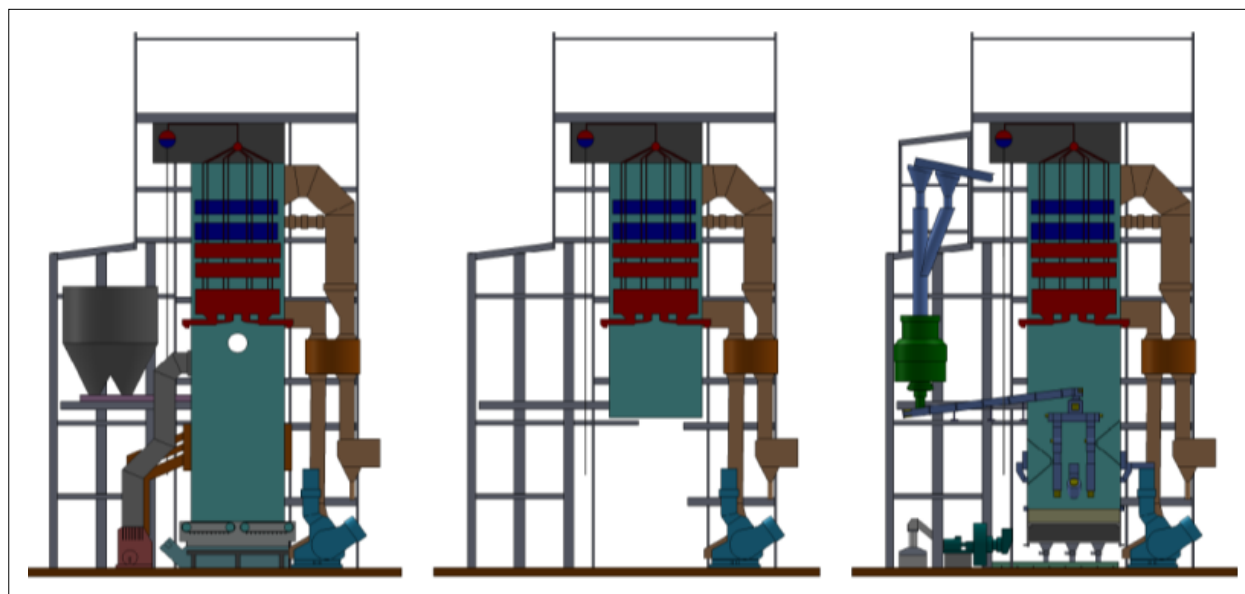


Rys. 1. Rysunek podstawowy kotła OB230p

prowadzeniem żużla, o komorze paleniskowej skonstruowanej w kształcie prostopadłościanu o podstawie prostokąta. Ściany komory paleniskowej zabudowane ekranami szczelnymi. Kocioł z trzystopniowym przegrzewaczem pary i dwustopniowym, dwupęczkowym stalowym podgrzewaczem wody. Wyposażony w dwa obrotowe, regeneracyjne podgrzewacze powietrza.

Podstawowe parametry kotła:

- Moc cieplna w parze: 198,5 MWt,
- Wydajność znamionowa: 77,8 kg/s; (280 t/h),
- Temperatura pary wylotowej: 540°C,
- Ciśnienie pary świeżej na wylocie: 9,7 MPa,
- Temperatura wody zasilającej: 210°C,
- Sprawność kotła rzeczywista: 85%.



Rys. 2. Rysunek kotła przed modernizacją (z lewej strony), w trakcie (po demontażu - środek) i po modernizacji (z prawej strony)

Opis kotła po modernizacji

W 2021 r. kocioł został przebudowany do pracy w technologii fluidalnej ze stacjonarnym złożem pęcherzykowym (BFB). Paliwem podstawowym jest biomasa. Modernizacji poddano: urządzenia pomocnicze kotła, układ transportu biomasy z placu magazynowego do zbiorników przy kotłowych oraz do komory paleniskowej, układ powietrza pierwotnego oraz instalację powietrza wtórnego i trzeciego do kotła, instalację ograniczenia emisji NO_x , systemy sterowania i automatyki oraz pozostałe gospodarki pomocnicze.

Przebudowa kotła polegała na:

- dostosowaniu dolnej części komory paleniskowej do spalania biomasy w technologii fluidalnej wraz z systemem odprowadzenia popiołu dennego i podawania powietrza pierwotnego, dla utrzymania właściwej fluidyzacji paliwa,
- zabudowie instalacji podawania biomasy, w skład której wchodziły zasobniki biomasy wraz z podajnikami podawania paliwa do paleniska i z układem zabezpieczenia poż. (butle HRD),
- przebudowa części ciśnieniowej

kotła w zakresie nowych ekranów w części odciętej dla potrzeb nowego paleniska oraz modernizacja rur opadowych z walczaka do dolnych komór zbiorczych kotła.

Ponadto wykonane były prace w obrębie kotła:

- likwidacja rurosuszarek,
- likwidacja istniejących palników węglowych (4 szt.),
- likwidacja pyłoprzewodów i przebudowa kanałów (pierścienia) powietrza palnikowego,
- likwidacja istniejącego układu zasuw węglowych, wygarniaczy węgla, dozowników, przenośników i podajników węgla do wlotu do rurosuszarek.

Zmodernizowany kocioł wraz z instalacjami wykorzystują w możliwie maksymalny sposób istniejącą infrastrukturę elektrowni. Spaliny ze zmodernizowanego kotła K7 odprowadzane są do powietrza poprzez istniejący emisor nr 2 w El. Konin.

Prace rozbiórkowe rozpoczęto 20 września 2020 r., a tuż po ich zakończeniu rozpoczęto prace związane bezpo-

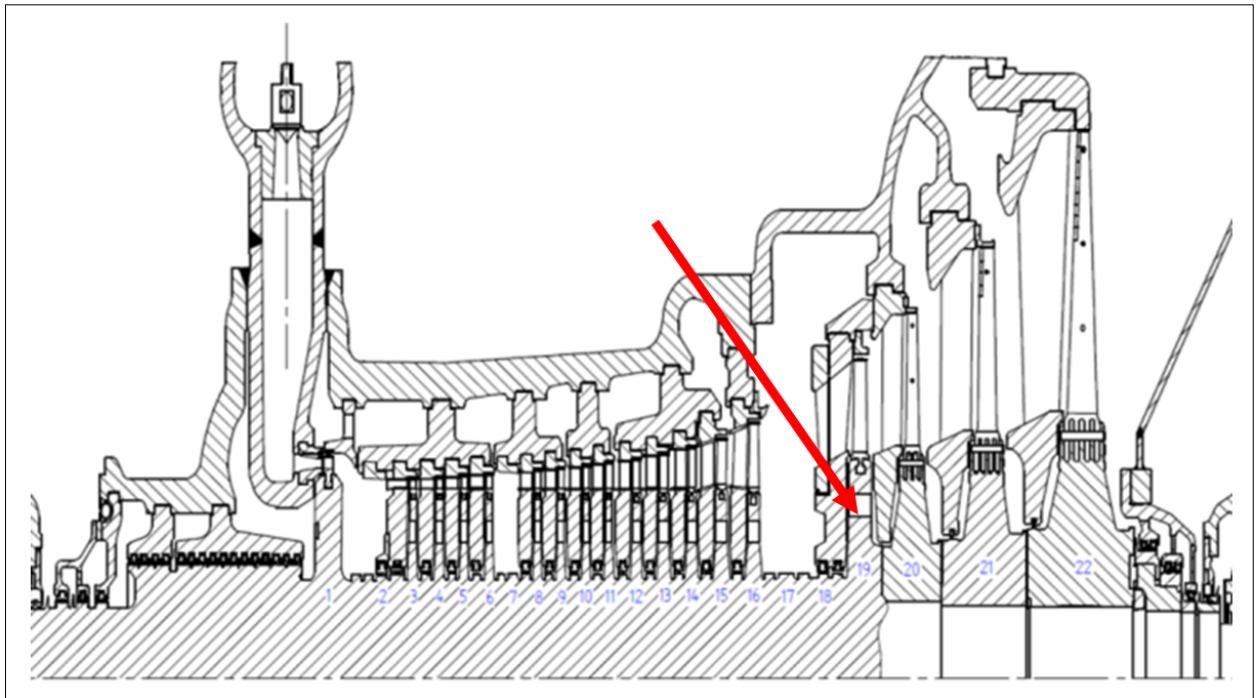
średnio z modernizacją. Pierwsza uruchomienie kotła odbyło się w grudniu 2021 r., a synchronizacja bloku (K7 + TG5) nastąpiła 30 grudnia 2021 r.

Podstawowe parametry kotła:

- Moc cieplna w parze: 159 MWt,
- Wydajność znamionowa: 61,1 kg/s; (220 t/h),
- Temperatura pary wylotowej: 540°C
- Ciśnienie pary świeżej na wylocie: 10 MPa,
- Temperatura wody zasilającej: 210°C,
- Sprawność kotła projektowa: 88,8%.

Kocioł spełnia wymagane prawem standardy emisji substancji szkodliwych do środowiska, m. in. przez zabudowę dodatkowych układów redukcji NO_x metodą SNCR z wykorzystaniem mocznika. Stężenia maksymalne nie przekraczają [mg/Nm^3] dla: tlenków siarki <70, tlenków azotu <180; pyłu <12; HCl <9; HF <1; Hg <5.

Kocioł jest w trakcie ruchu regulacyjnego (próbny), który potwierdza dotrzymanie założonych wskaźników techniczno-ekonomicznych i środowiskowych.



Rys. 3. Przekrój osiowy turbiny TK50 po modernizacji (strzałką zaznaczono tarczę kierowniczą z regulowaną przysłoną)

Turbina TG5

Opis turbiny TG5 przed modernizacją

Turbina TK-50 była turbiną wysoko-średnią, jednokadłubową, kondensacyjną. Turbina akcyjna, posiadała jedno-wieńcowe koło regulacyjne i 21 stopni akcyjnych. Wszystkie koła z pełnym napywem pary. Turbozespół wyposażony w jeden kondensator, który jest przyspawany bezpośrednio do króćca wylotowego turbiny i spoczywa na sprężynach. Turbozespół wyposażony jest w dwie pompy do przetłaczania głównego kondensatu przez układ regeneracji.

Podstawowe parametry turbiny:

- Moc nominalna: 50 MW,
- Zapotrzebowanie pary w pracy kondensacyjnej: 196 t/h,
- Temperatura pary przed główną zasuwą parową: 535°C,
- Ciśnienie pary przed główną zasuwą parową: 9,0 MPa.

Opis turbiny TG5 po modernizacji

Turbina TK50 w czasie modernizacji wykonanej przez firmę Ethos Energy



Fot. 1. Tarcza kierownicza z regulowaną przysłoną przed i po montażu

została przebudowana na układ kogeneracyjny. Dzięki temu możliwy jest podgrzew wody sieciowej podawanej do systemu ciepłowniczego. Układ osiąga wysoką sprawność ogólną dochodzącą nawet do 75% przy maksymalnym zapotrzebowaniu cieplnym odbiorców.



Fot. 2. Turbozespół TG5 z rurociągami pary z turbiny do wymiennika ciepła

Zakres modernizacji turbogeneratora obejmuje wykonane zmiany w układzie przepływowym turbiny poprzez usunięcie stopni nr 2, 7, 17 i 18. Na stopniach nr 14, 15 i 16 zastosowane są nowe łopatki, wzmocnione z integralnymi bandażami oraz nowe tarcze kierownicze. Na stopniu 19 w miejsce tarczy kierowniczej zastosowana jest tarcza kierownicza z regulowaną przysłoną.

W górnej części kadłuba SP turbiny wyprowadzone są dwa króćce do poboru pary do członu ciepłowniczego. W dolnej części kadłuba SP zainstalowane są dwa serwomotory do napędu regulowanej tarczy kierowniczej.

W układzie dodano człon ciepłowniczy do podgrzewania wody sieciowej wraz z układem regulacji poziomu skroplin i recyrkulacji oraz rurociągami awaryjnego spustu kondensatu.

Człon ciepłowniczy stanowi wymiennik podstawowy o mocy cieplnej 80 MWt i służy do podgrzewania wody sieciowej parą z upustu turbiny. Wprowadzony jest także nowy układ zabezpieczeń turbiny i modernizowana aparatura kontrolno-pomiarowa.

Instalacja rozładunku, magazynowania, przygotowania i transportu biomasy do kotła po modernizacji

Biomasa leśna i biomasa agro dostarczana jest transportem samochodowym. Biomasa rozładowywana jest z naczep samowyładowczych i przekazywana na place składowe lub bezpośrednio do SRS (systemu rozładunku samochodów). Następnie przenośnik łańcuchowy podaje materiał do kolejnego przenośnika wznoszącego, który podaje go do budynku, w którym następuje przygotowanie, polegające na od-

separowaniu metali, kamieni i materiału nadgabarytowego. Następnie biomasa podawana jest systemem przenośników na poduszce powietrznej do zbiorników przykotłowych w kierunku odpowiedniego kotła (K7 lub K12).

Zmodernizowany układ transportu biomasy wraz z instalacjami pomocniczymi wykorzystuje istniejącą infrastrukturę w elektrowni. Modernizacja instalacji podawania biomasy, obejmuje zabudowę nowych przenośników umożliwiającą transport biomasy do zasobników przebudowanego kotła K7. Nowa trasa przenośników została utworzona z dwóch niezależnych ciągów transportowych o wydajności 400 m³/h każdy. Zabudowano nową wieżę przesypową, jak również nowe konstrukcje wsporcze układu podawania.

Przebudowa istniejącej gospodarki biomasy polegała na:

- dostosowaniu istniejącej wieży przesypowej pod zabudowę stacji zwrotnych i miejsc zasypowych nowych przenośników łącznie z przebudową istniejącego układu zsuwni,
- budowie nowej wieży przesypowej,
- zabudowie nowych przenośników

- z układem zabezpieczenia ppoż. i przeciwdziałania wybuchom,
- zabudowie nowych konstrukcji wsporczych przenośników.

Biomasę stanowi: biomasa z produktów i pozostałości z produkcji leśnej oraz z przemysłu przetwarzającego jej produkty.

Osiągnięte efekty modernizacji

Wyszczególnienie	Jedn.	Wartość
Moc zainstalowana elektryczna	MW	50
Moc zainstalowana cieplna	MWt	80
Produkcja energii elektrycznej brutto	MWh	384 000
Moc cieplna kotła energetycznego w parze	MWt	159
Wydajność znamionowa kotła/bloku	t/h	220
Sprawność ogólna brutto dobowo/roczna	%	70/50
Zużycie biomasy w roku	Mg	440 000

Tab. 1. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne prognozowane

Wyszczególnienie	Jedn.	Wartość
Produkcja energii elektrycznej brutto	MWh	1 160
Wskaźnik jedn. zużycia en. chem. brutto	kJ/kWh	8 010
Produkcja ciepła	GJ	5 300
Zużycie biomasy drzewnej	Mg	1 660
Obciążenie bloku	MW	50,0
Sprawność ogólna brutto	%	66,0

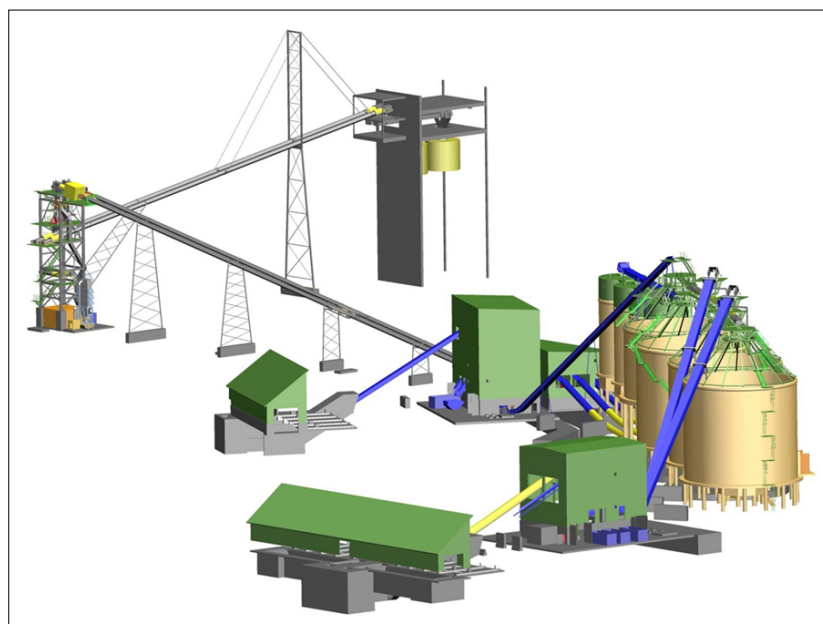
Tab. 2. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne dobowe

Efekty ekonomiczne

- podwyższenie sprawności ogólnej dobowej z 31% do nawet 70%, poprawa wyniku finansowego Elektrowni Konin dzięki nie stosowaniu węgla i zastąpieniu jego biomasą zrównoważoną.

Efekty ekologiczne

- brak konieczności pokrywania emisji gazów cieplarnianych (CO₂) uprawnieniami w ramach systemu

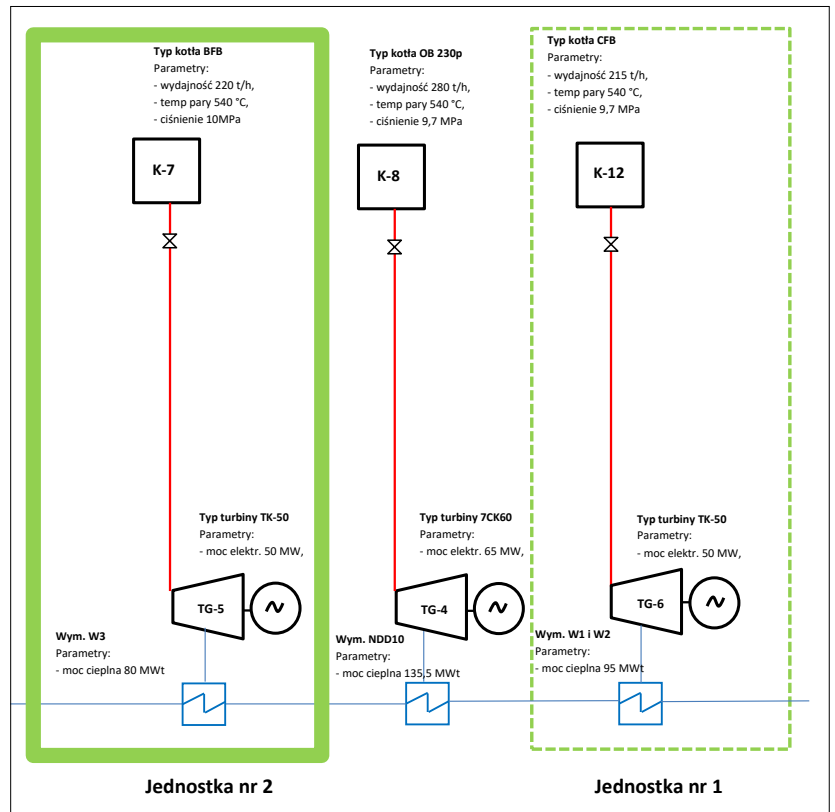


Rys. 4. Rysunek instalacji gospodarki biomasą

ETS do atmosfery na wytworzenie energii elektrycznej i ciepła w ZE-PAK o 490 tys. Mg CO₂.

Podsumowanie

- Modernizacja kotła węglowego na kocioł spalający biomasę w oparciu o technologię fluidalną. Przeprowadzona modernizacja kotła OB-230p na kocioł fluidalny BFB okazała się przedsięwzięciem udanym.
- Zastosowanie regulowanej tarczy kierowniczej tzw. diafragmy dla potrzeb ciepłownictwa.
- Podwyższenie sprawności ogólnej układu (przebudowa z układu kondensacyjnego na kogeneracyjny).
- Brak konieczności pokrywania emisji gazów cieplarnianych (CO₂) na produkcję energii elektrycznej i ciepła dzięki zastąpieniu węgla - biomasą.
- Modernizacja została przeprowadzona w czasie 15 miesięcy.
- Krótki okres modernizacji i niewielkie nakłady inwestycyjne pozwoliły na wybudowanie źródła ciepła o mocy blisko 80 MWt, które zasilają miasto Konin w „zielone” ciepło.
- W Elektrowni Konin przeprowadzono drugą kompleksową modernizację kotła z węglowego na biomasowy. W wyniku obu modernizacji w EI. Konin w źródłach biomasowych moc elektryczna wynosi 100 MWe, a moc cieplna 175 MWt.
- Elektrownia Konin cechuje się wysoką rentownością.



Rys. 5. Schemat Elektrowni Konin po przystosowaniu do spalania biomasy

- Modernizacja wpisująca się w politykę energetyczną Unii Europejskiej (zastąpienie źródeł węglowych źródłami OZE).
- W strategii ZE PAK SA planowane są kolejne modernizacje w kierunku produkcji energii elektrycznej „zielonej”.

Literatura:

- 1 „Instrukcja eksploatacji kotła OB230p”. ZEPAK - Konin. 2016 r.
- 2 „Instrukcja eksploatacji turbozespołu TG-5”. ZEPAK - Konin. 2018 r.
- 3 „Instrukcje eksploatacji rozładunku, magazynowania, przygotowania i transportu biomasy do kotła.” ZE PAK - Konin. 2012 r.
- 4 „Charakterystyka programu inwestycyjnego dotyczącego przystosowania kotła węglowego K-7 w Elektrowni Konin do spalania biomasy” ZE PAK. Departament Inwestycji. 2021 r.
- 7 Strona internetowa: www.zepak.com.pl
- 6 Schematy kotła przed i po modernizacji. Departamentu Zarządzania Majątkiem (Paweł Kudła). Konin. 2021 r.
- 7 Rysunki i zdjęcia własne.

Wydawnictwo „Nowa Energia” zorganizowało w dniach 22-23 marca 2022 r. w Kazimierzu Dolnym - **VIII Konferencję Techniczną „Utrzymanie Ruchu - diagnostyka, remonty, modernizacje”**. W trakcie Konferencji ogłoszono wyniki Konkursu „Modernizacja Roku 2021”, który skierowany był do elektrowni, elektrociepłowni, ciepłowni i obiektów przemysłowych, pod przewodnictwem Kapituły Konkursu: dr inż. Stanisława Tokarskiego z CE AGH/GIG, prof. dr hab. inż. Janusza Lewandowskiego z Instytutu Techniki Ciepłej na Politechnice Warszawskiej oraz Waldemara Szulca, Dyrektora Towarzystwa Gospodarczego Polskie Elektrownie. Jego celem było wyłonienie i wyróżnienie najciekawszej modernizacji zrealizowanej w 2021 r., charakteryzującej się szczególnymi walorami w zakresie innowacji, ekonomii, ochrony środowiska. Jako ZE PAK otrzymaliśmy tytuł zwycięzcy w tym Konkursie za konwersję kotła pyłowego węglowego OB230p na kocioł fluidalny biomasowy BFB220 oraz przystosowanie turbiny TG5 do pracy w układzie kogeneracyjnym. Nagrodę odebrał Zygmunt Artwik, Wiceprezes Zarządu ds. Produkcji ZE PAK S.A.

