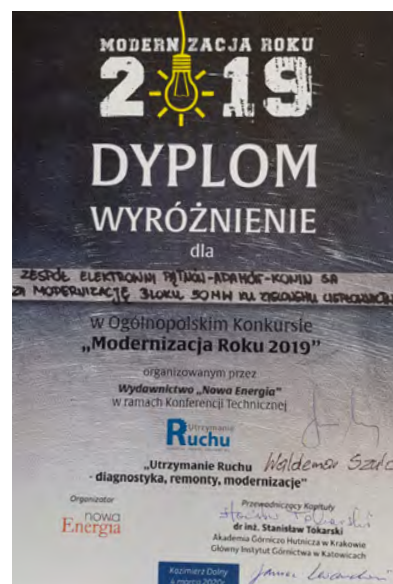


Waldemar Roszak,
Kierownik Wydziału Głównego Energetyka i Paliw, Zespół Elektrowni Pątnów - Adamów - Konin SA

Przystosowanie turbiny TG6 wraz z instalacjami pomocniczymi do współpracy z systemem ciepłowniczym

Wydawnictwo „Nowa Energia” zorganizowało w dniach 4-5 marca 2020 r. w Kazimierzu Dolnym - VI Konferencję Techniczną „Utrzymanie Ruchu - diagnostyka, remonty, modernizacje”. W trakcie Konferencji ogłoszono wyniki Konkursu „Modernizacja Roku 2019”, który skierowany był do elektrowni, elektrociepłowni, ciepłowni i obiektów przemysłowych, pod przewodnictwem Kapituły Konkursu: dr inż. Stanisława Tokarskiego z AGH/GIG, prof. dr hab. inż. Tadeusza Chmielniaka, prof. zw., czł. Rzecz. PAN z Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych na Poli-

technice Śląskiej, prof. dr hab. inż. Janusza Lewandowskiego z Zakładu Maszyn i Urządzeń Energetycznych na Politechnice Warszawskiej oraz Waldemara Szulca, Dyrektora Towarzystwa Gospodarczego Polskie Elektrownie. Jego celem było wyłonienie i wyróżnienie najciekawszej modernizacji zrealizowanej w 2019 r., charakteryzującej się szczególnymi walorami w zakresie innowacji, ekonomii, ochrony środowiska. Jako ZE PAK otrzymaliśmy wyróżnienie w tym Konkursie za modernizację bloku 50 MW ku zielonemu ciepłownictwu.



Opis bloku biomasowego

Blok biomasowy składa się z:

- **Kotła typu CFB Compact** produkcji Foster Wheeler Polska - jest kotłem z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym opalany 100% biomasą, z paleniskiem atmosferycznym oraz z naturalną cyrkulacją wody w parowniku.

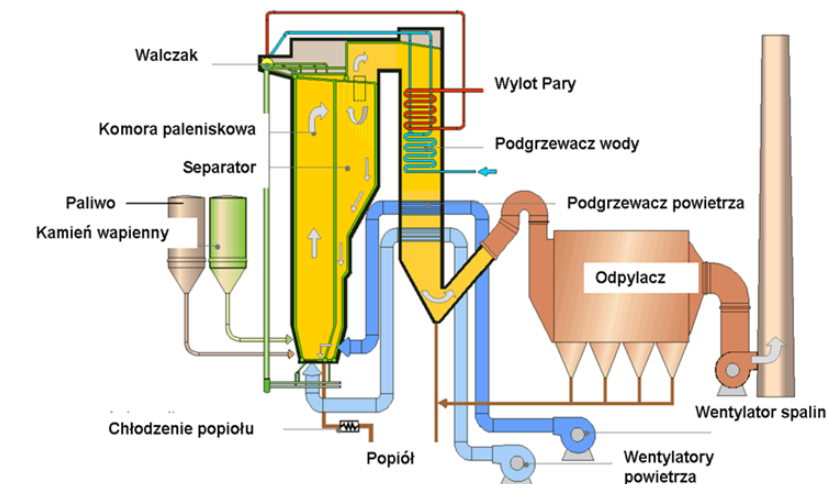
Podstawowe parametry kotła:

- Moc cieplna w parze - 154 MWt,
- Wydajność znamionowa - 59,72 kg/s; (215 t/h),
- Temperatura pary wylotowej - 540°C,
- Ciśnienie pary świeżej na wylocie - 97 bar,
- Temperatura wody zasilającej - 210°C,

- **Turbiny TK50**, która jest turbiną wysokoprężną, akcyjną, jednokadłubową, zmodernizowaną z układu kondensacyjnego na **kogeneracyjny**.

Podstawowe parametry turbiny:

- Zapotrzebowanie pary w pracy kondensacyjnej - 196 t/h,
- Zapotrzebowanie pary w pracy ciepłowniczej - 225 t/h,
- Temperatura pary przed główną zasuwą parową - 535°C,



Rys. 1. Rysunek kotła z urządzeniami pomocniczymi

Nr turbozespołu	Rok uruchomienia	Typ turbiny	Rodzaj turbiny	Parametry pary		Moc turbozespołu MW		Producent	
				MPa	°C	Znam.	Osiąg.	Turbiny	Generators
6	2012	TK-50	Ciepłowniczo-kondensacyjna	9,0	535	50	50	Zamech	Dolmel

Tab. 1. Ważniejsze dane i parametry techniczne turbozespołu

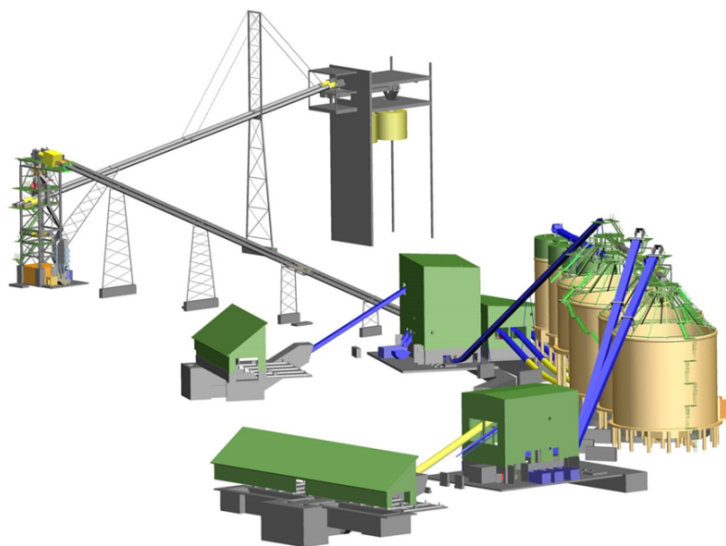
- Ciśnienie pary przed główną zasuwą parową - 90 bar,

- **Instalacji** rozładunku, magazynowania, przygotowania i transportu **biomasy** do kotła. Biomasa leśna i biomasa agro do-

starczana jest transportem samochodowym. Biomasa rozładowywana jest z naczep samowyładowczych i przekazywana na placie składowe lub bezpośrednio do lejki samowyładowczego. Następnie przenośnik łańcuchowy podaje materiał do kolejnego przenośnika wznoszącego, który podaje go do budynku, w którym następuje przygotowanie, które polega na odseparowaniu metali, kamieni i materiału nadgabarytowego. Następnie biomasa podawana jest systemem przenośników na poduszce powietrznej do zbiorników przykotłowych lub do magazynowania (zbiorniki).

Zastosowanie nowych technologii

Turbina TK50 przed modernizacją była turbiną wysokoprężną, jednokadłubową, **kondensacyjną**, posiadającą jednowieńcowe koło regulacyjne i 21 stopni akcyjnych. W czasie modernizacji wykonanej przez firmę Ethos

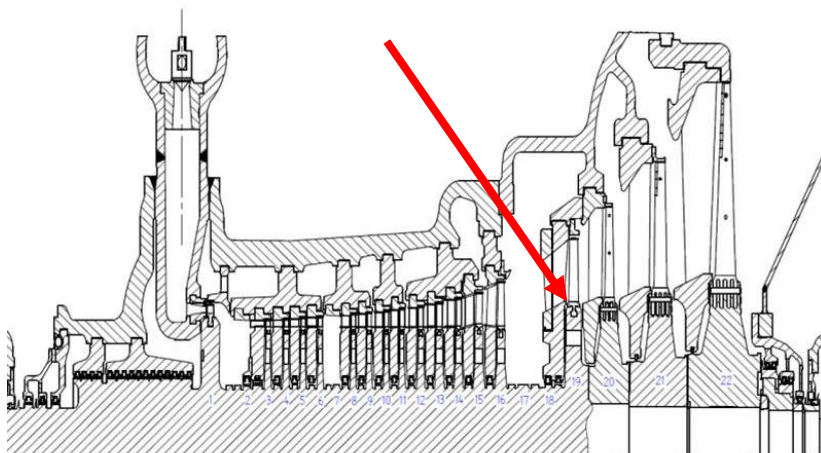


Rys. 2. Rysunek instalacji logistyki biomasy

Energy sp. z o.o. na przełomie 2017 i 2018 r. układ turbiny został przebudowany na **kogeneracyjny**. Dzięki temu możliwy jest podgrzew wody sieciowej podawanej do systemu ciepłowniczego parą wytwarzaną przez blok biomasowy. Układ osiąga wysoką sprawność ogólną dochodzącą nawet do 75% przy maksymalnym zapotrzebowaniu ciepłym odbiorców. Głównym odbiorcą ciepła z układu jest system ciepłowniczy miasta Konina.

■ Zmiany w turbinie

- zmiana w pierścieniu dyszowym polegająca na zmniejszeniu ilości dysz w segmencie nr 3 i 4 oraz zmianie geometrii krzywek,
- zmiany w układzie przepływowym turbiny obejmujące:
 - usunięcie stopni nr 2, 7, 17 i 18,
 - na stopniach nr 14, 15 i 16 zastosowano nowe łopatki wirnikowe, wzmocnione, z integralnymi bandażami oraz nowe tarcze kierownicze,
 - na stopniu nr 19 w miejsce istniejącej tarczy kierowniczej zastosowano **tarczę kierowniczą z regulowaną przystoną**, tzw. diafragmę. Tarcza ta napędzana jest przez dwa siłowniki hydrauliczne zesprzęgnięte z wrzecionami tarczy, dzięki którym regulowana jest



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



Zdj. 1, 2. Tarcza kierownicza z regulowaną przystoną - tzw. diafragma przed montażem

temperatura wody sieciowej na potrzeby ciepłownictwa.

■ Pozostałe zmiany w turbinie w celu przystosowania do układu ciepłowniczego:

Z górnej części kadłuba SP wyprowadzono dwa króćce do poboru pary do członu ciepłowniczego. W dolnej części kadłuba SP zainstalowano dwa serwomotory do napędu regulowanej tarczy kierowniczej. Na płaszczyźnie podziału kadłuba WP w obrębie koła regulacyjnego zastosowano nowe śruby o wyższej wytrzymałości. W kadłubie NP zamontowano instalację wtrysku kondensatu do chłodzenia pary wylotowej. Zmodernizowano tarczę kierowniczą stopnia nr 3, zwiększając efektywność uszczelnienia międzystopniowego poprzez dodanie dodatkowego pierścienia uszczelniającego.



Zdj. 3. Wyprowadzenie rurociągów pary z turbiny do członu ciepłowniczego

■ Zmiany w układzie ciepłowniczym

Dodano człon ciepłowniczy do podgrzewania wody sieciowej wraz z układem regulacji poziomu skroplin i recyrkulacji oraz rurociągiem awaryjnego spustu kondensatu. Dodano instalację doprowadzającą kondensat do chłodzenia pary wylotowej. Wprowadzono nowy układ zabezpieczeń turbiny i zmodernizowano układ aparatury kontrolno-pomiarowej.

Człon ciepłowniczy składa się z dwóch wymienników: podstawowego i szczytowego.

Wymiennik podstawowy o mocy cieplnej **80 MWt** służy do podgrzewania wody sieciowej parą z regulowanego upustu turbiny. Drugim stopniem podgrzewu (dla uzyskania wymaganej temperatury wody sieciowej w sezonie grzewczym do max. 130°C) jest **wymiennik szczytowy** ciepła o mocy **15 MWt**, zasilany poprzez stację redukcyjno-schtadzającą z rurociągu pary świeżej.

■ Osiągnięte efekty modernizacji

Efekty ekonomiczne:

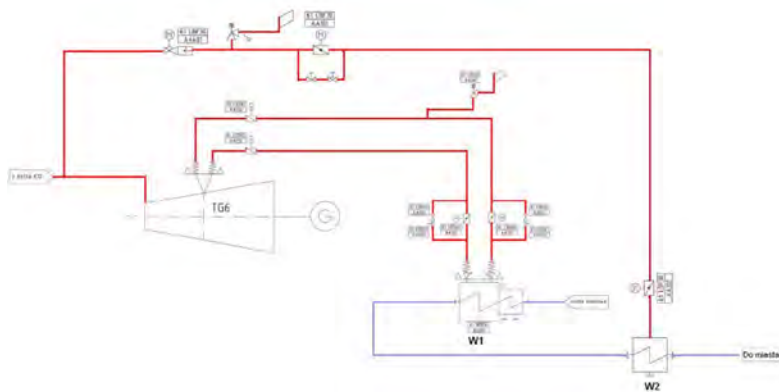
- podwyższenie sprawności ogólnej średniorocznej z 31% do ok. 50%,
- podwyższenie sprawności ogólnej dobowej nawet do 75% (rys. 6),
- poprawa wyniku finansowego bloku biomasowego.

Efekty ekologiczne:

- dzięki modernizacji z układu kondensacyjnego na kogeneracyjny wykorzystanie w okresie rocznym 110 tys. Mg biomasy na potrzeby wytwarzania ciepła zamiast węgla brunatnego,
- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych (CO₂) do atmosfery na wytwarzanie ciepła w Elektrowni Konin o 130 tys. Mg.

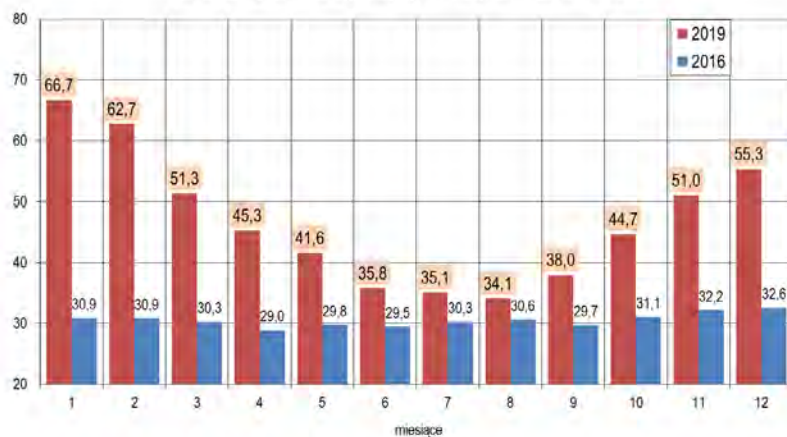


Zdj. 4, 5. Rurociągi pary do wymiennika podstawowego (lewy) i do wymiennika szczytowego (prawy)



Rys. 4. Schemat zasilania układu ciepłowniczego (wymiennika podstawowego W1 i wymiennika szczytowego W2)

Blok 6 - Sprawność ogólna [%] w miesiącach roku 2016 i 2019



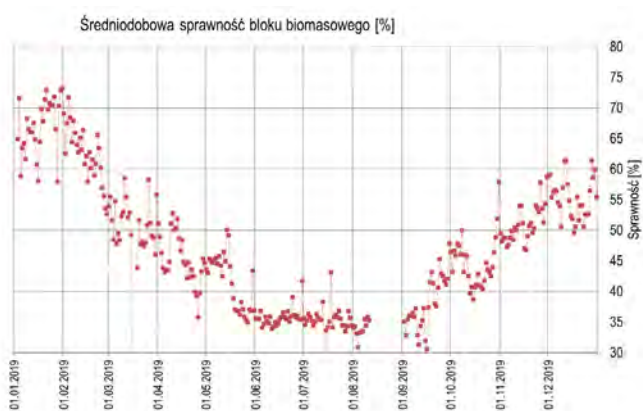
Rys. 5. Sprawności ogólne miesięczne bloku biomasowego w 2016 r. (układ kondensacyjny) i w 2019 r. (układ kogeneracyjny)

Wyszczególnienie	Jedn.	Wartość
Moc zainstalowana elektryczna	MW	50,0
Produkcja energii elektrycznej brutto	MWh	340 000
Roczna produkcja ciepła	GJ	1 000 000
Wydajność znamionowa kotła energetycznego	t/h	215-230
Moc cieplna kotła energetycznego	MWt	154
Sprawność energetyczna brutto	%	45-50
Zużycie biomasy w roku	Mg	420 000

Tab. 2. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne prognozowane

Wyszczególnienie	Jedn.	Wartość
Produkcja energii el. brutto	MWh	381 415
Sprzedaż energii elektrycznej	MWh	297 996
Produkcja en. el. w wysokosprawnej kogeneracji	MWh	102 657
Wskaźnik jedn. zuż. en. chem. brutto	kJ/kWh	10 078
Produkcja en. cieplnej	GJ	971 602
Zużycie biomasy drzewnej	Mg	399 341
Zużycie biomasy rolnej	Mg	45 396
Zużycie oleju opałowego	Mg	95
Średnie obciążenie bloku	MW	47,0
Wskaźnik dyspozycyjności	%	92,6
Wskaźnik awaryjności	%	0,3
Sprawność ogólna bloku	%	47,1

Tab. 3. Wskaźniki techniczno-ekonomiczne uzyskane w 2019 r.



Rys. 6. Sprawności ogólne bloku biomasowego w dobach w 2019 r.

Wnioski

- Zastosowanie regulowanej tarczy kierowniczej, tzw. diafragmy dla potrzeb ciepłownictwa.
- Podwyższenie sprawności ogólnej układu (przebudowa z układu kondensacyjnego na kogeneracyjny).
- Podpisanie Umowy na dostawę ciepła do miasta Konina na okres 15 lat.
- Zerowa emisja gazów cieplarnianych (CO₂) na produkcję ciepła dzięki zastąpieniu węgla - biomasą.
- Całkowite nakłady inwestycyjne pochodzące ze środków własnych.
- Modernizacja została przeprowadzona w czasie 6 miesięcy.
- Krótki okres modernizacji i niewielkie nakłady inwestycyjne pozwoliły na wybudowanie źródła ciepła o mocy blisko 100 MW, które zasila całe miasto Konin w „zielone” ciepło (Konin - ponad 70 tys. mieszkańców).
- W czasach walki ze smogiem takie rozwiązania mogą być wykorzystywane dla zasilania systemów ciepłowniczych innych podobnych miast w Polsce.
- Mimo wykorzystywania droższej biomasy od węgla, dzięki wysokiemu skojarzeniu, blok biomasowy cechuje się wysoką rentownością.

□

Literatura

1. „Instrukcja eksploatacji kotła CFB o cyrkulacyjnym złożu fluidalnym opalanym biomasą w Elektrowni Konin”. ZEPAK - Konin. 2012 r.
2. „Instrukcja eksploatacji turbozespołu TG-6 po rewitalizacji i uciepleniu”. ZE PAK - Konin. 2018 r.
3. Instrukcje eksploatacji rozładunku, magazynowania, przygotowania i transportu biomasy do kotła. ZE PAK - Konin. 2012 r.
4. Dokumentacja uwierzytelniająca - Jednostka wytwórcza do produkcji energii ze źródeł odnawialnych w Zespole Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin S.A. - Elektrownia Konin jednostka nr 1 (BMM). Konin. 2018 r.
5. „Sprawozdanie z pomiarów gwarancyjnych turbozespołu TG6 w El. Konin. Etap I”. Energotherm sp. z o.o. 2018 r.
6. Rysunki i zdjęcia własne.