

Grzegorz Kotte, Piotr Oberc, Mariusz Opiński, Enea Wytwarzanie Sp. z o.o.

Najnowocześniejszy, największy, najsprawniejszy...

- doświadczenia z eksploatacji bloku o mocy 1075 MW w Enei Wytwarzanie

19 grudnia 2017 r. konsorcjum wykonawców Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe i Polimex-Mostostal S.A. przekazało do eksploatacji Enei Wytwarzanie nową jednostkę produkcyjną - blok energetyczny o mocy 1075 MW. W niniejszym materiale chcieliśmy się z Państwem podzielić spostrzeżeniami z pierwszego okresu eksploatacji tej jednostki, który przypadął na 2018 r.

Elektrownia Kozienice jest obecnie największą polską elektrownią opalaną węglem kamiennym i po Elektrowni Bełchatów - drugą pod względem mocy jednostką w Polsce. Nowy blok o numerze stacyjnym B11 uzupełnia dotychczas eksploatowane jednostki w Elektrowni Kozienice: osiem bloków klasy 200 MW oraz dwie jednostki klasy 500 MW, podnosząc moc elektrowni do poziomu 4 016 MW.

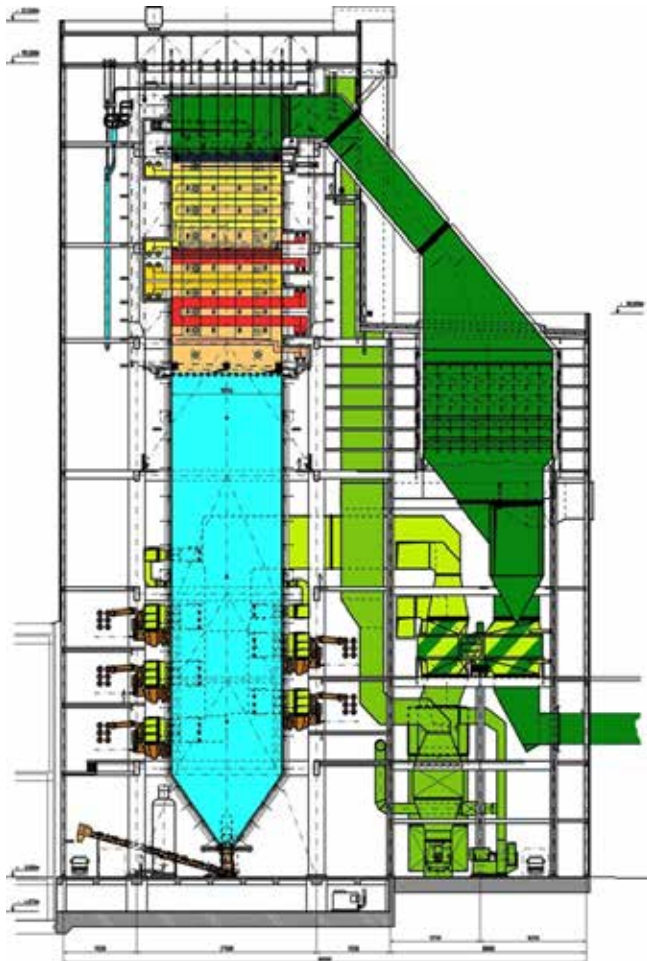
Blok 11 to obecnie największa i jedyna jednostka o mocy ponad 1000 MW eksploatowana w Polsce. Jest jednostką na parametry nadkrytyczne (parametry pary świeżej

Parametr Bloku B11	j.m	Wartość
Moc bloku (brutto/netto)	MW	1075/1000
Temperatura pary świeżej/wtórnej	°C	603/621
Ciśnienie pary świeżej	bar	257
Sprawność bloku brutto/netto	%	48,9/45,6
Masowe natężenie przepływu pary (przy max. wydajności trwałej kotła)	t/h	2962
Produkcja energii elektrycznej brutto	TWh	~ 7
Roczny czas eksploatacji (średnia w kraju 6 tys./h)		8 000 h
Emisja NO _x		≤ 100 mg/Nm ³
Emisja SO ₂		≤ 100 mg/Nm ³
Emisja pył		< 10 mg/mg/Nm ³

Tab. 2. Główne parametry bloku

Moc Elektrowni Kozienice 4016 MW										
Moc Bloków energetycznych [MW]										
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
228	228	225	228	228	228	228	228	560	560	1075
Poziom napięcia Bloków [kV]										
220	110	220	220	220	110	220	220	400	400	400

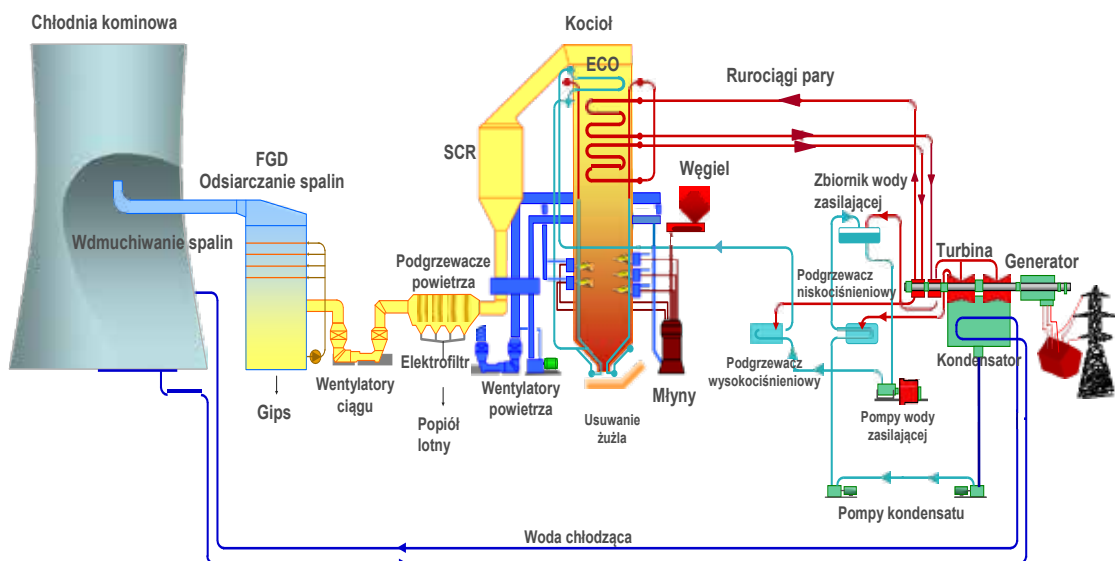
Tab. 1. Jednostki produkcyjne eksploatowane w Elektrowni Kozienice



Rys. 2. Kocioł parowy

wynoszą: 2962 t/h, 257 bar, 603°C), z przepływowym kotłem wieżowym typu Bensona, do którego paliwo podawane jest za pomocą 4 nitek węglowych (młyny rolkowo-misowe), z których jeden stanowi rezerwę. Zainstalowane młyny są największymi jednostkami w polskiej energetyce. Blok ten pracując z pełną mocą zużywa ok. 365 ton węgla na godzinę. W każdej sekundzie takiego obciążenia spala ok. 100 kg węgla. Wyprowadzenie spalin realizują dwie nitki spalinowe wyposażone w pięciostrefowe elektrofiltry oraz wspólne dla obu nitek - katalityczną instalację redukcji tlenków azotu oraz mokrą instalację odsiarczenia spalin.

Turbina jest jednostką kondensacyjną, akcyjno-reakcyjną, jednowalową, 4 kadłubową. W maszynie tej, w częściach niskoprężnych zastosowano po raz pierwszy w Polsce łopaty ostatniego stopnia o długości 1 520 mm. Dzięki temu uzyskano rekordowy wskaźnik mocy/jeden wylot turbiny, który wynosi ponad 260 MW/wylot. W tym nowatorskim rozwiązaniu końcówki łopatek ostatnich stopni osiągają zawrotną prędkość 793 m/s, pracując o obszarze prędkości nadźwiękowej. Turboze-



Rys. 1. Obieg główny bloku

spół charakteryzuje się bardzo dobrym stanem dynamicznym i kulturą pracy.

Wyprowadzenie mocy z bloku nr 11 realizowane jest za pośrednictwem trzech jednofazowych transformatorów blokowych o mocy 3 x 450 MVA i dwutorowej linii napowietrznej 400 kV do stacji elektroenergetycznej 400/220/110 kV Kozienice (PSE WSCHÓD S.A.).

Potrzeby własne bloku w układzie podstawowym zasilone są z dwóch transformatorów zaczepowych o mocach 120/60/60 MVA i 100/50/50 MVA; w układzie rezerwowym z transformatora rezerwowo-rozruchowego o mocy 120/60/60 MVA. Transformator jest zasilony z rozdzielni 110 kV.

Główne urządzenia bloku dopełnia zamknięty układ chłodzenia z 185 m chłodnią kominową o 140 m średnicy u podstawy. Paliwem rozpyłowym jest olej opałowy lekki.

Sterowanie urządzeń podstawowych i pomocniczych bloku (IOS, układ chłodzenia, ...) odbywa się z nastawni centralnej. Blok wyposażony jest w nowoczesny system bezpieczeństwa pożarowego wykorzystujący wysokociśnieniową mgłą wodną, tzw. system HI-FOG zintegrowany z systemami oddymiania i wentylacji. Pracę głównych rurociągów parowych monitoruje dedykowany system obliczający zmęczenie w elementach grubościennych na bazie pomiarów naprężeń. Równocześnie układ ten monitoruje proces pękania. Pozwala to na predykcję ubytku żywotności tych elementów.

Blok B11 pracuje jako jednostka podstawowa elektrowni z mocą dostosowaną do zapotrzebowania systemu elektroenergetycznego kraju. Przekłada się to na pracę z pełną mocą w godzinach szczytu. W dolinie nocnej moc ta jest obniżana zgodnie z krzywą zapotrzebowania. Średnie obciążenie bloku przekroczyło w 2018 r. poziom 800 MW. W 2018 r. blok wyprodukował ponad 5,8 TWh. Warto tutaj zaznaczyć, iż pełna produkcja energii elektrycznej w Elek-

Parametry techniczne kotła	Wartość
Parametry pary	para świeża 603°C/257 bar para wtórna 621°C/55,6 bar
Wydajność nom.	2962 t/h
Moc cieplna	2216 MWt
Zużycie palowa	101,4 kg/s; 365 Mg/h
Sprawność kotła	95%
Wymiary komory paleniskowej: Wysokość/głębokość/szerokość	93 / 19,8 / 19,8 m
Podstawowe komponenty: • obrotowe podgrzew. p. • wentylatory podmuchu • wentylatory pow. pierw. • wentylatory ciągu • młyny węglowe • palniki pyłowe	2 szt. 2 szt. 2 szt. 2 szt. 4 szt. 32 szt.

Tab. 3. Parametry techniczne kotła

Parametry techniczne turbiny i układu chłodzenia	Wartość
Moc wyjściowa turbiny na zaciskach generatora	1075 MW
Prędkość obrotowa	3000 obr./min
Ciśnienie pary wylotowej z turbiny-próżnia w skraplaczu	0,0396 bar abs.
Długość łopatek ostatniego stopnia wirnika części NP	1520 mm
Całkowita długość turbozespołu	54 m
Generator 3 fazowy synchroniczny typ	TFLQQ-KD
Układ wody chłodzącej:	
Ilość wody w układzie chłodzenia	40 000 m ³
W tym: • pojemność miski chłodni • ilość wody do uzupełnienia układu max	22 000 m ³ 1 500 m ³ /h
Chłodnia kominowa - dane geometryczne: • wysokość chłodni • średnica u podstawy / korony	185 m Ø 140,7 m / Ø 78,9 m
średnica kanału łączącego IOS z chłodnią kominową	Ø 9,3 m

Tab. 4. Parametry techniczne turbozespołu

trowni Kozienice przekroczyła w tym okresie poziom 17,1 TWh.

Blok osiąga bardzo dobre wskaźniki efektywności. Jednostkowy wskaźnik zużycia energii chemicznej paliwa na produkcję energii elektrycznej brutto osiągnął średnio poziom 7 860 kJ/kWh. Dla porównania, dominujące w polskim systemie elektroenergetycznym bloki klasy 200 mają ten wskaźnik na poziomie około 9 200 kJ/kWh. Emitowane stężenia tlenków siarki, azotu, pyłu są zgodne z założeniami. Dzięki wysokiej sprawności blok ten emituje do atmosfery znacznie mniej tlenków węgla w stosunku do dotychczas eksploatowanych jednostek.

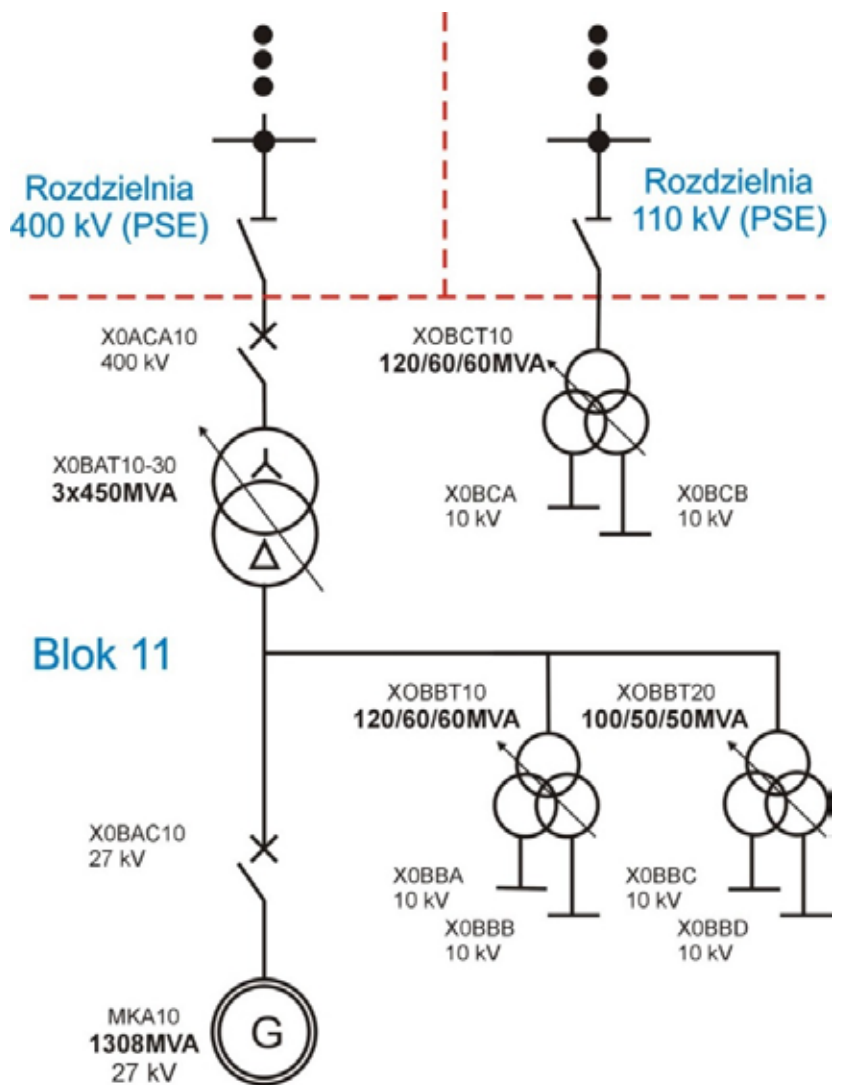
Blok nie posiada tzw. krytycznych usterek, które powodowałyby wyłączenie z eksploatacji w długiej perspektywie. Usterki nielimitujące, wyspecyfikowane w Protokole Przejścia Bloku do eksploatacji, usuwane są sukcesywnie przez Wykonawcę bloku. Pojawiające się drobne usterki i zdarzenia eksploatacyjne zgłaszane są w trybie uzgodnionym do Inżyniera Gwarancyjnego bloku 11 i w miarę możliwości usuwane w trybie natychmiastowym. Dzieje się to w ścisłym uzgodnieniu ze służbami eksploatującymi blok tak, aby nie zakłócić zadań produkcji energii oraz zapewnić bezpieczną eksploatację bloku. W trakcie dotychczasowej eksploatacji stwierdzono zdecydowany trend zmniejszania się ilości zgłaszanych usterek i nieprawidłowości w pracy bloku.

Blok zgodnie z krzywą wannową jest w okresie tzw. oswojania technicznego. Jest to okres nabywania doświadczeń przez obsługę, trwa optymalizacja układów sterowania i regulacji. Na bazie doświadczeń eksploatacyjnych wprowadzane są korekty do tych układów. Równocześnie optymalizowane są wybrane kroki sekwencji rozruchowych.

Blok B11 to jedyny blok w Elektrowni Kozienice chłodzony w układzie zamkniętym. Pozostałe dziesięć bloków chłodzonych jest w układzie otwartym, pobierając do chłodzenia

kondensatorów wodę z Wisły. Zastosowanie układu zamkniętego, uniezależnionego od poziomu temperatury wody i ilości wody w Wiśle, pozwala Elektrowni Kozienice lepiej odpowiadać na wyzwania systemu elektroenergetycznego w okresie najwyższych temperatur. W tym samym czasie bloki chłodzone w układach otwartych muszą ograniczać produkcję ze względów technicznych (podwyższoną temperaturę w kondensatorach) i środowiskowych (ograniczenie temperatury zrzutowej do 35°C).

Dzięki blokowi nr 11 w okresie najwyższych temperatur w 2018 r. i dużego zapotrzebowania w systemie elektroenergetycznym mogliśmy odnotowywać rekordowe produkcje w Elektrowni Kozienice, wspierając funkcjonowanie polskiego systemu elektroenergetycznego. Lipiec 2018 r. był miesiącem rekordowej produkcji energii elektrycznej Elektrowni Kozienice od początku jej eksploatacji. Przekroczyła ona w tym miesiącu 1,7 TWh i była o ok. 0,1 TWh wyższa od poprzedniego rekordu.



Rys. 4. Schemat wyrowadzenia mocy

		Blok 1075 MW	Blok 200 MW
1.	Parametry pary świeżej na wlocie do turbiny		
	ciśnienie	242,5 bar	127,5 bar
	temperatura	600°C	535°C
	przepływ	2894 t/h	650 t/h
2.	Parametry pary wtórnej na wlocie do turbiny		
	ciśnienie	53,4 bar	24,3 bar
	temperatura	620°C	535°C
	przepływ	2308 t/h	585 t/h
3.	Parametry wody zasilającej		
	temperatura	317°C	247°C
4.	Sprawność		
	sprawność netto bloku	45,59%	37,9%
	sprawność netto kotła	95%	92,3%

Tab. 5. Porównanie parametrów eksploatacyjnych bloku 1075 MW vs 200 MW



Rys. 3. Porównanie łopatek: 38 calowa łopátka ostatniego stopnia części NP bloków 500 MW i 60 calowa łopátka ostatniego stopnia części NP bloku 1075 MW

W lipcu 2018 r. odnotowaliśmy także rekordową w historii elektrowni dobową produkcję energii elektrycznej, która w dniu 11.07.2018 r. wyniosła ponad 67 tys. MWh. Jest to produkcja o około 25% wyższa od typowej w dni robocze (poniedziałek - piątek), kiedy produkcja wynosiła średnio około 50 tys. MWh.

Pomimo, że blok B11 jest najnowocześniejszym, największym i najsprawniejszym podstawowym blokiem Elektrowni Kozienice, traktowany jest on nie tylko priorytetowo, ale jako jeden z wielu eksploatowanych bloków w elektrowni. Organizacja pracy służb ruchowych i remontowych jest dostosowana dla tego podstawowego założenia.

Ruch nowego bloku jako jednostki centralnie dysponowanej jest koordynowany z pracą pozostałych jednostek systemu i z pracą pozostałych jednostek elektrowni. Traktowanie nowego bloku B11 jako jednej z wielu jednostki produkcyjnej w elektrowni pozwala na optymalne zarządzanie jej produkcją. W efekcie Elektrownia Kozienice może lepiej odpowiadać na wyzwania operatora systemu elektroenergetycznego oraz rynku.

□