

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA I EKONOMICZNA KOGENERACYJNYCH BLOKÓW GAZOWYCH ORAZ GAZOWO-PAROWYCH OPALANYCH GAZEM ZIEMNYM

Bolesław Zaporowski

Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki

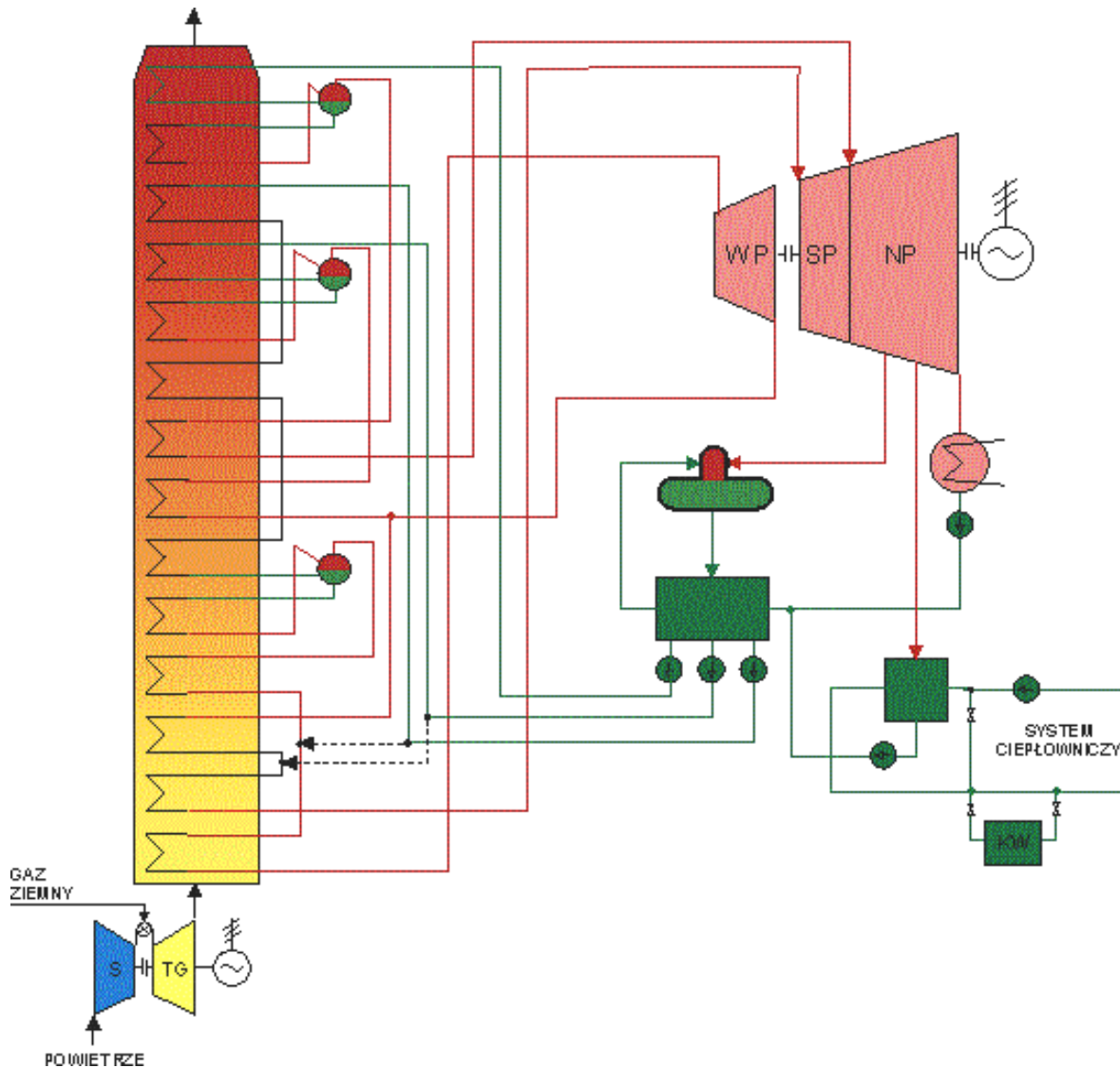
- 1. WPROWADZENIE**
- 2. PERSPEKTYWICZNE TECHNOLOGIE KOGENERACYJNE
WYKORZYSTUJĄCE JAKO PALIWO GAZ ZIEMNY**
- 3. EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA**
- 4. EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA**
- 5. WNIOSKI**

Moc zainstalowana i osiągalna kogeneracyjnych bloków opalanych gazem ziemnym w Polsce, stan na 30.09.2019

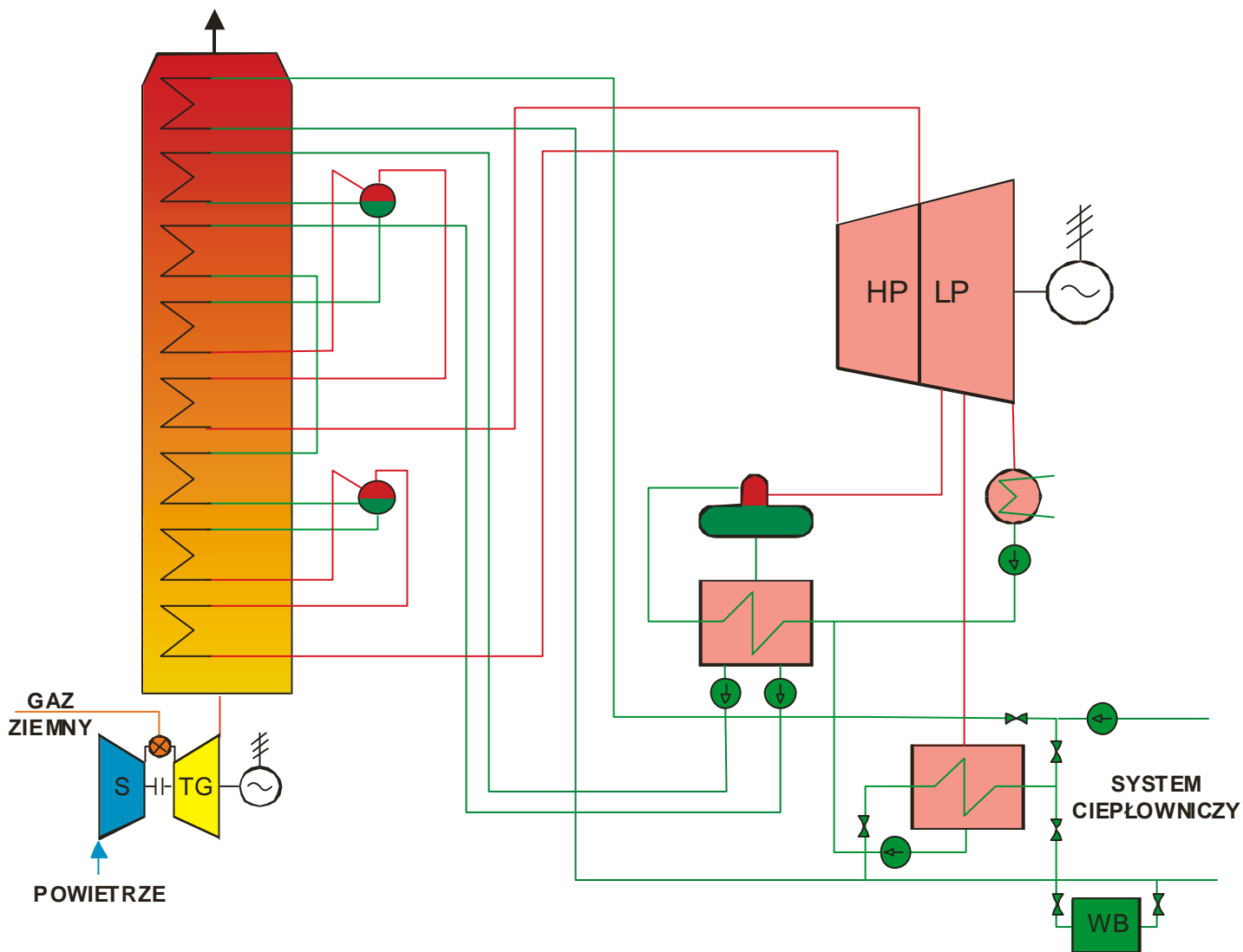
Rodzaj źródła wytwórczego	Liczba bloków	Moc zainstalowana [MW]	Moc osiągalna [MW]
Kogeneracyjne bloki gazowo-parowe opalane gazem ziemnym	11	2 080,3	2 057,5
Kogeneracyjne bloki gazowe z turbinami gazowymi pracującymi w obiegu prostym opalane gazem ziemnym	12(16)	193,9	177,2
Kogeneracyjne bloki gazowe z silnikami gazowymi opalane gazem ziemnym	91	171,5	170,0
Kogeneracyjne bloki parowe opalane gazem ziemnym	6	127,6	100,6
Razem	120	2 573,3	2 505,3
Kogeneracyjne bloki gazowe z silnikami gazowymi opalane gazem z odmetanowania kopalń	42	91,3	91,3
Kogeneracyjne bloki gazowe z silnikami gazowymi opalane biogazem	310	242,4	242,4
Ogółem	472	2 907,0	2 839,0

WYBRANE DO ANALIZY KOGENERACYJNE BLOKI GAZOWE ORAZ GAZOWO-PAROWE OPALANE GAZEM ZIEMNYM

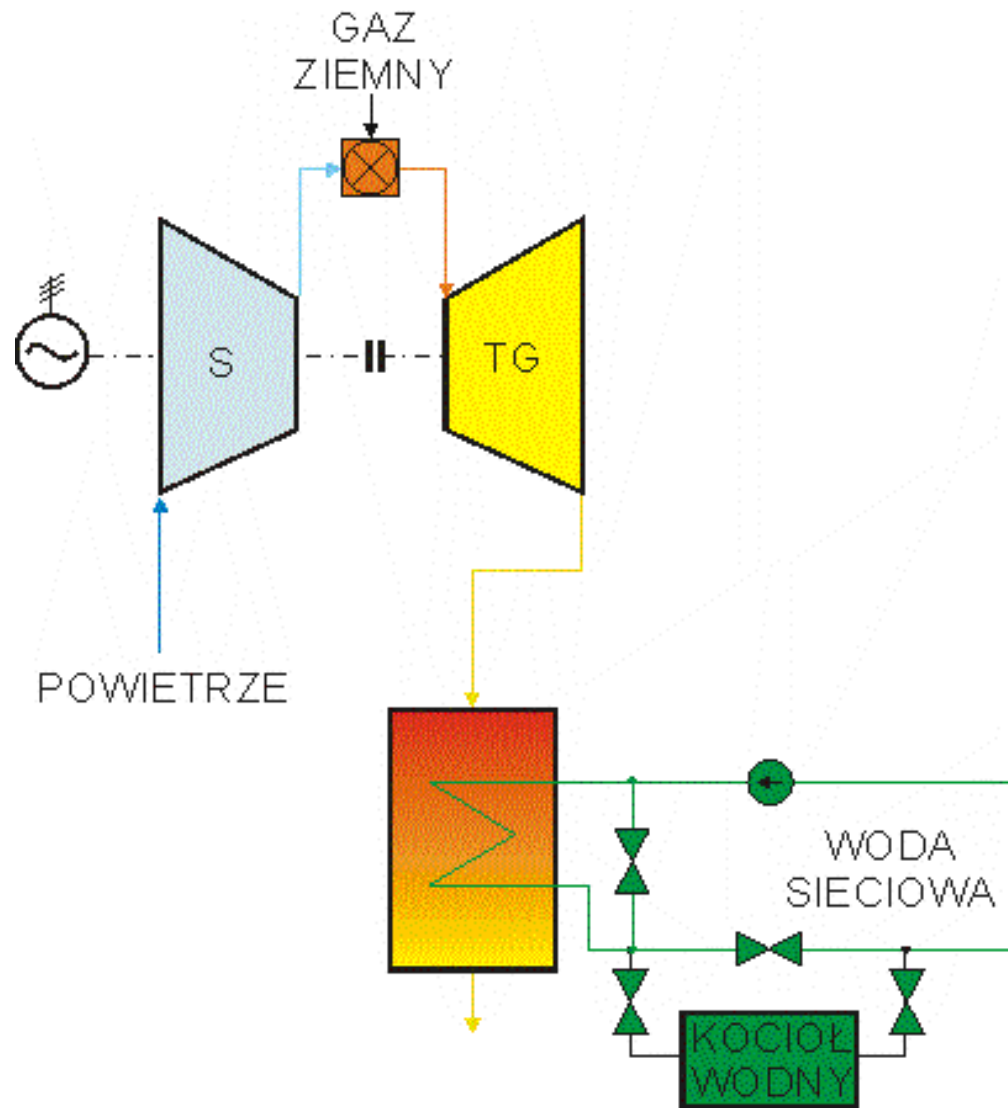
- **Kogeneracyjny blok gazowo-parowy dużej mocy, z 3-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym i międzystopniowym przegrzewaniem pary,**
- **Kogeneracyjny blok gazowo-parowy średniej mocy, z 2-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym,**
- **Kogeneracyjny blok gazowo-parowy średniej mocy, z 1-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym,**
- **Kogeneracyjny blok gazowy małej mocy, z turbiną gazową pracującą w obiegu prostym,**
- **Kogeneracyjny blok gazowy małej mocy, z silnikiem gazowym.**



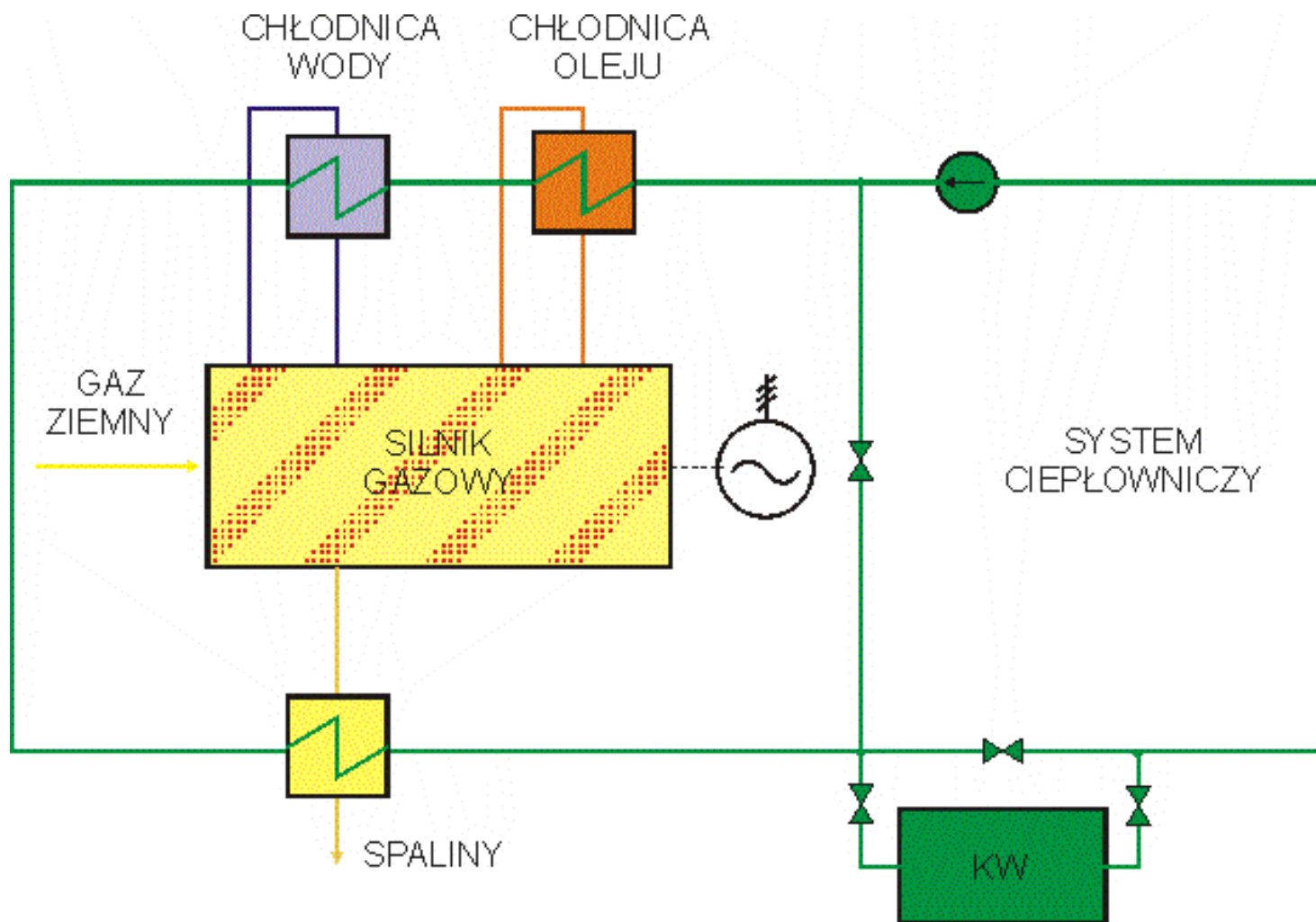
Schemat układu technologicznego kogeneracyjnego bloku gazowo-parowego z 3-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym i międzystopniowym przegrzewaniem pary



Schemat układu technologicznego kogeneracyjnego bloku gazowo-parowego z 2-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym



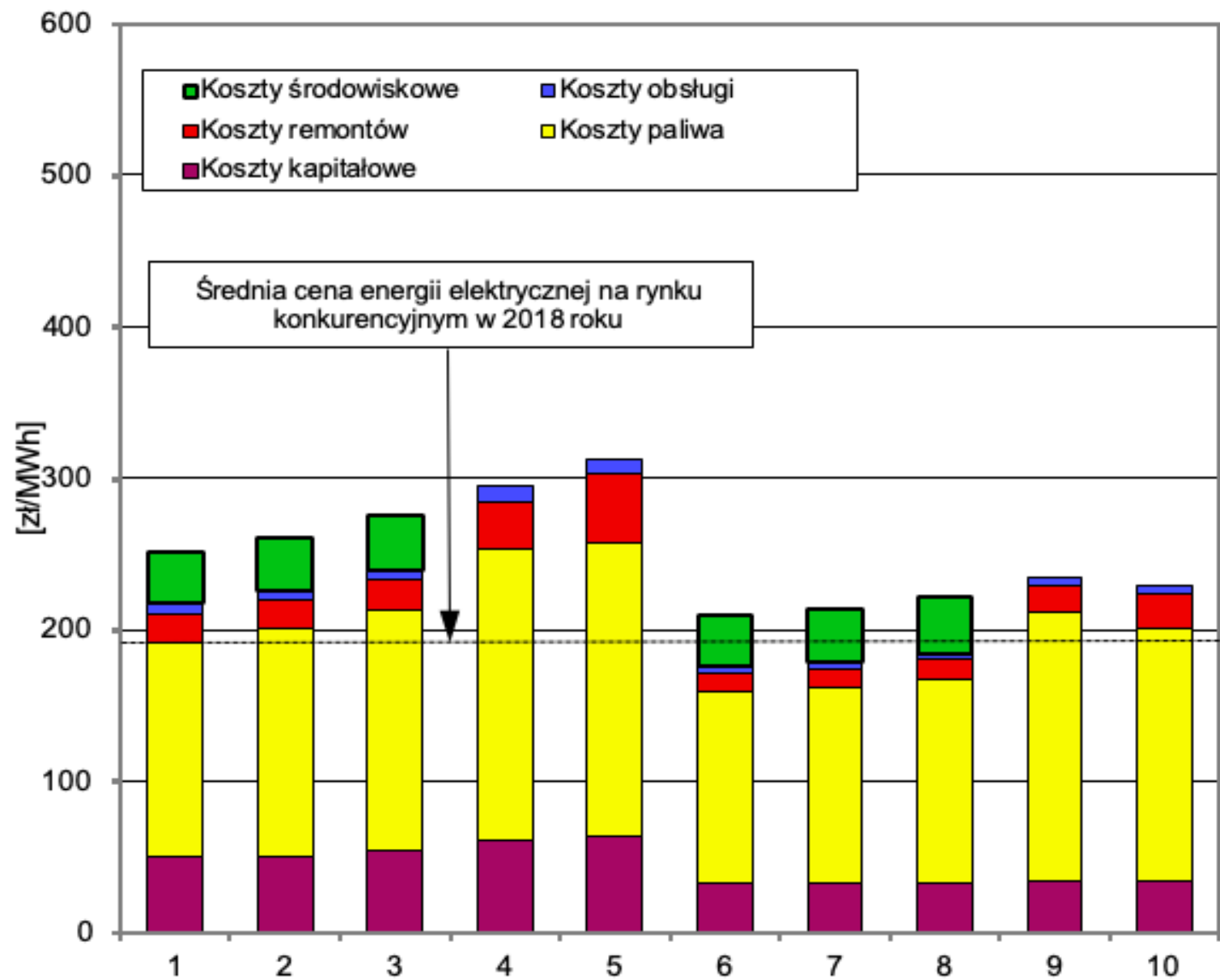
Schemat układu technologicznego kogeneracyjnego bloku gazowego z turbiną gazową pracującą w obiegu prostym



Schemat układu technologicznego kogeneracyjnego bloku gazowego z silnikiem gazowym

Efektywność energetyczna i emisyjność gazowych i gazowo-parowych jednostek kogeneracyjnych opalanych gazem ziemnym

6	Technologia	Sprawność wytwarzania energii elektrycznej [%]	Sprawność wytwarzania ciepła [%]	Oszczędność energii pierwotnej [%]	Jednostkowa emisja CO ₂ , [kg CO ₂ / kWh]
1	Kogeneracyjny blok gazowo-parowy z 3-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym i międzystopniowym przegrzewaniem pary	55,61	25,98	17,72	0,267
2	Kogeneracyjny blok gazowo-parowy z 2-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym	48,56	32,52	14,58	0,277
3	Kogeneracyjny blok gazowo-parowy 1-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym	43,80	36,25	11,72	0,286
4	Kogeneracyjny blok gazowy z turbiną gazową pracującą w obiegu prostym	32,01	53,80	11,60	0,286
5	Kogeneracyjny blok gazowy z silnikiem gazowym	42,50	40,50	13,67	0,280



WNIOSKI

1. Zobowiązania Polski w ramach Porozumienia klimatycznego (paryskiego) z grudnia 2015 roku i w ramach decyzji Rady Europejskiej z października 2014 roku, w sprawie poziomu redukcji emisji CO₂ w państwach Unii Europejskiej o 40% do 2030 roku, w porównaniu do emisji CO₂ w 1990 roku, stawiają poważne wyzwanie przed polską energetyką, również w zakresie skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Obejmuje ono zwiększenie udziału wytwarzania ciepła systemowego (sieciowego) w kogeneracji z obecnego poziomu 52,5% do ok. 65% w 2035 roku i do ok. 75% w 2050 roku, w celu uzyskania przez systemy ciepłownicze w Polsce statusu systemów efektywnych energetycznie, oraz transformacji paliwowej i technologicznej skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w kierunku kogeneracyjnych technologii niskoemisyjnych.

Dotyczy to szczególnie transformacji kogeneracyjnych technologii węglowych w kogeneracyjne technologie gazowe. Obecnie ciepło systemowe w Polsce jest wytwarzane w kogeneracji w technologiach węglowych w ok. 83%, gazowych w ok. 13% i biomasowych w ok. 4% % .

2. Wszystkie nowoczesne technologie kogeneracyjne powinny charakteryzować się wysoką efektywnością energetyczną i ekonomiczną oraz niską emisyjnością CO₂, a także dużą elastycznością na zmiany obciążenia cieplnego, szczególnie gdy technologie te mają być stosowane w elektrociepłowniach pracujących w miejskich systemach ciepłowniczych, w których występuje duża zmienność zapotrzebowania na moc cieplną w czasie. Pożądaną cechą źródeł kogeneracyjnych powinna być również możliwość wpływania przez nie na bezpieczeństwo pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE), czyli spełnianie przez te źródła kryteriów jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych (JWCD).

3. Dla systemów ciepłowniczych dużej mocy perspektywnymi jednostkami kogeneracyjnymi, opalonymi gazem ziemnym, charakteryzującymi się wysoką efektywnością energetyczną i ekonomiczną oraz niską emisyjnością CO₂, są ciepłownicze bloki gazowo-parowe z 3-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym i międzystopniowym przegrzewaniem pary, o mocy cieplnej w skojarzeniu w zakresie od 180 MW do 350 MW, dla których jednostkowe, zdyskontowane na 2019 rok, koszty wytwarzania energii elektrycznej wynoszą ok. 217 zł/MWh, z kosztami uprawnień do emisji CO₂ ok. 251 zł/MWh, dla pracy w miejskich systemach ciepłowniczych, i ok. 176 zł/MWh, z kosztami uprawnień do emisji CO₂ ok. 210 zł/MWh, dla pracy w przemysłowych systemach ciepłowniczych. Bloki takie mogą spełniać w KSE funkcję JWCD.

4. Dla systemów ciepłowniczych średniej mocy perspektywnymi jednostkami kogeneracyjnymi, opalonymi gazem ziemnym, charakteryzującymi się wysoką efektywnością energetyczną i ekonomiczną, są ciepłownicze blok gazowo-parowe opalane gazem ziemnym z 2-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym, o mocy cieplnej w skojarzeniu w zakresie od 60 MW do 180 MW, dla których jednostkowe, zdyskontowane na rok 2019, koszty wytwarzania energii elektrycznej wynoszą ok. 226 zł/MWh, z kosztami uprawnień do emisji CO₂ ok. 261 zł/MWh, dla pracy w miejskich systemach ciepłowniczych, i ok.178 zł/MWh, z kosztami uprawnień do emisji CO₂ ok. 213 zł/MW, dla pracy w przemysłowych systemach ciepłowniczych. Bloki takie mogą spełniać w KSE funkcję JWCD.

W systemach ciepłowniczych średniej mocy mogą być stosowane również jednostki kogeneracyjne, opalane gazem ziemnym, o mniejszej mocy, charakteryzujące się jednak niższą efektywnością energetyczną i ekonomiczną, w postaci bloków gazowo-parowych z 1-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym, o mocy cieplnej w skojarzeniu w zakresie od 20 MW do 60 MW, dla których jednostkowe, zdyskontowane na rok 2018, koszty wytwarzania energii elektrycznej wynoszą ok. 239 zł/MWh, z kosztami uprawnień do emisji CO₂ ok. 276 zł/MWh, dla pracy w miejskich systemach ciepłowniczych, i ok.184 zł/MWh, z kosztami uprawnień do emisji CO₂ ok. 221 zł/MW, dla pracy w przemysłowych systemach ciepłowniczych.

5. Dla systemów ciepłowniczych małej mocy perspektywnymi technologiami kogeneracyjnymi opalanymi gazem ziemnym, charakteryzującymi się wysoką efektywnością energetyczną i ekonomiczną, są kogeneracyjne bloki gazowe (kogeneracyjne źródła rozproszone) z turbinami gazowymi pracującymi w obiegu prostym, o mocy cieplnej w skojarzeniu w zakresie od 1 MW do 20 MW, i z silnikami gazowymi, o mocy cieplnej w skojarzeniu w zakresie od 150 kW do 6,5 MW. Jednostki te, jeżeli nie przekraczają w paliwie nominalnej mocy 20 MW, nie są zobowiązane do zakupu uprawnień do emisji CO₂. Jednostkowe, zdyskontowane na 2019 rok, koszty wytwarzania energii elektrycznej dla tych jednostek wynoszą 295 - 312 zł/MWh, dla pracy z czasem wykorzystania elektrycznej mocy zainstalowanej i mocy cieplnej w skojarzeniu rzędu 4400 godz./rok, a 229 - 235 zł/MWh, dla pracy z czasem wykorzystania elektrycznej mocy zainstalowanej i mocy cieplnej w skojarzeniu 7200 godz./rok.

6. Ważnym problemem wpływającym na efektywność energetyczną i ekonomiczną kogeneracyjnych bloków gazowych i gazowo- parowych jest ściśle dostosowywanie mocy cieplnej w skojarzeniu bloku do zapotrzebowania na ciepło użytkowe w systemie ciepłowniczym (komunalnym lub przemysłowym), co powinno zapewnić tym blokom pracę w trybie pełnej kogeneracji (z maksymalną mocą cieplną w skojarzeniu) w możliwie długim czasie pracy.

7. Drugim ważnym parametrem wpływającym na efektywność energetyczną i ekonomiczną kogeneracyjnych bloków gazowych i gazowo-parowych, opalanych gazem ziemnym, jest zapewnienie im możliwie długiego czasu wykorzystania elektrycznej mocy zainstalowanej i ciepłej mocy w skojarzeniu. Problem zapewnienia jednostkom kogeneracyjnym możliwie długiego czasu wykorzystania elektrycznej mocy zainstalowanej i ciepłej mocy w skojarzeniu występuje szczególnie w miejskich (komunalnych) systemach ciepłowniczych, w których ma miejsce duża zmienność zapotrzebowania na ciepło w czasie. Dla rozwiązania tego problemu jest pożądane instalowanie w systemach ciepłowniczych kilku źródeł kogeneracyjnych o różnych mocach i różnych charakterystykach.

8. Poddane analizie perspektywiczne, dla polskiej elektroenergetyki, gazowe i gazowo-parowe technologie kogeneracyjne, wykorzystujące jako paliwo gaz ziemny, mają wiele zalet w zakresie: efektywności energetycznej, efektywności ekonomicznej, jednostkowej emisyjności CO₂ oraz elastyczności technologicznej, w porównaniu z innymi technologiami kogeneracyjnymi, w tym węglowymi.

DZIĘKUJĘ