



KONCEPCJA POPRAWY ELASTYCZNOŚCI UKŁADÓW ENERGETYCZNYCH

Cezary POLSKI¹⁾, Tomasz POLSKI¹⁾

Jacek ROMAN²⁾, Robert WRÓBLEWSKI²⁾

Jarosław BARTOSZEWICZ²⁾, Bartosz CERAN²⁾

1) *ENERGO THERM Sp. z o.o.*

2) *Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki,
Zakład Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej*



PLAN PREZENTACJI

1. Motywacja
2. Idea wynalazku
3. Obliczenia cieplno-energetyczne / Wnioski
4. Analiza ekonomiczna / Wnioski
5. Kierunki rozwoju wynalazku
6. Podsumowanie



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI

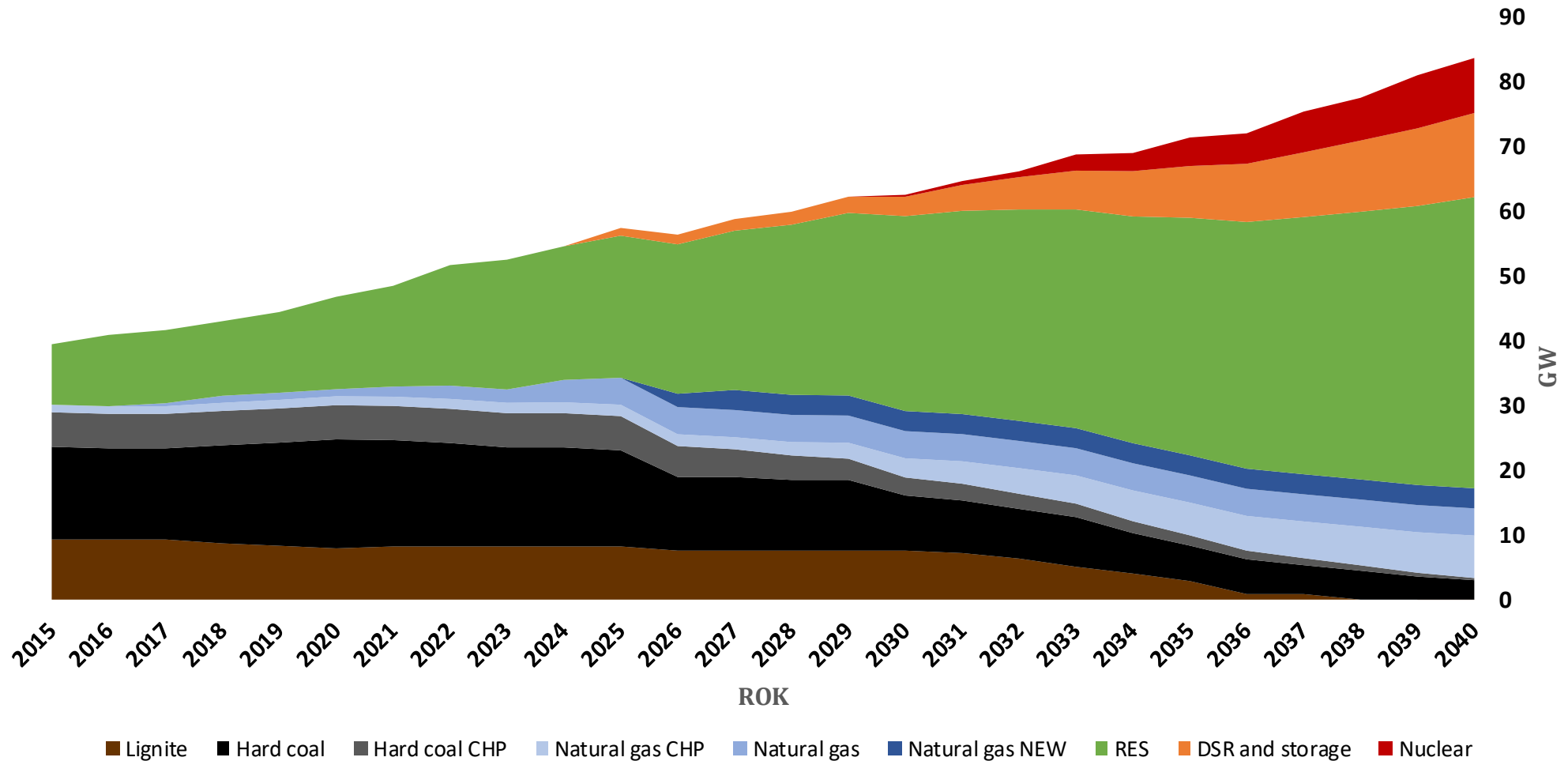


1

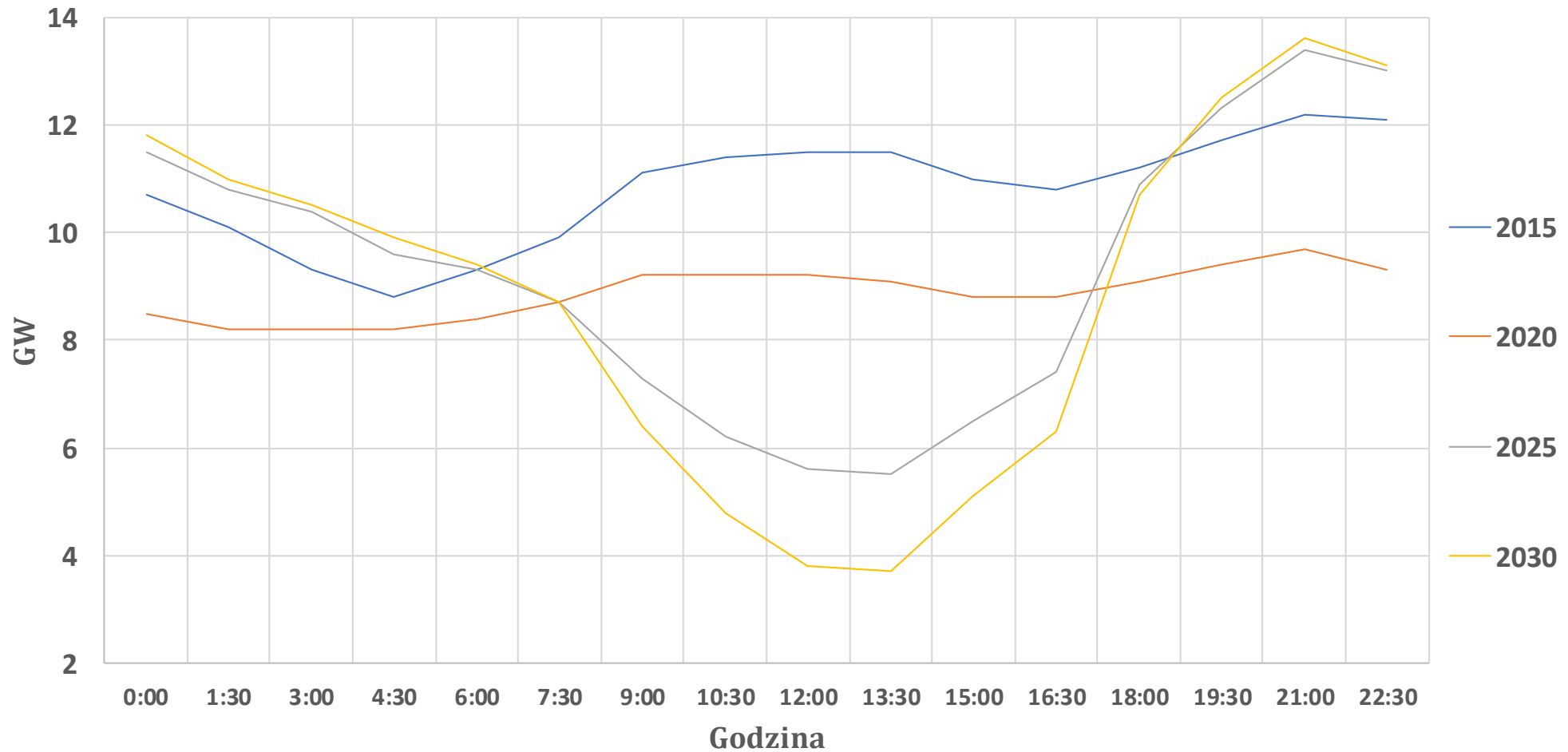
MOTYWACJA

- PEP 2040 wymaga zapewnienia pewności dostaw energii i lepszej integracji OZE w KSE
- Rosnący udział źródeł OZE o stochastycznym charakterze pracy w procesie produkcji energii elektrycznej
- Konieczność transformacji sektora wytwórczego KSE
- Konieczność zapewnienia świadczenia usług systemowych niezbędnych do utrzymania bezpieczeństwa KSE

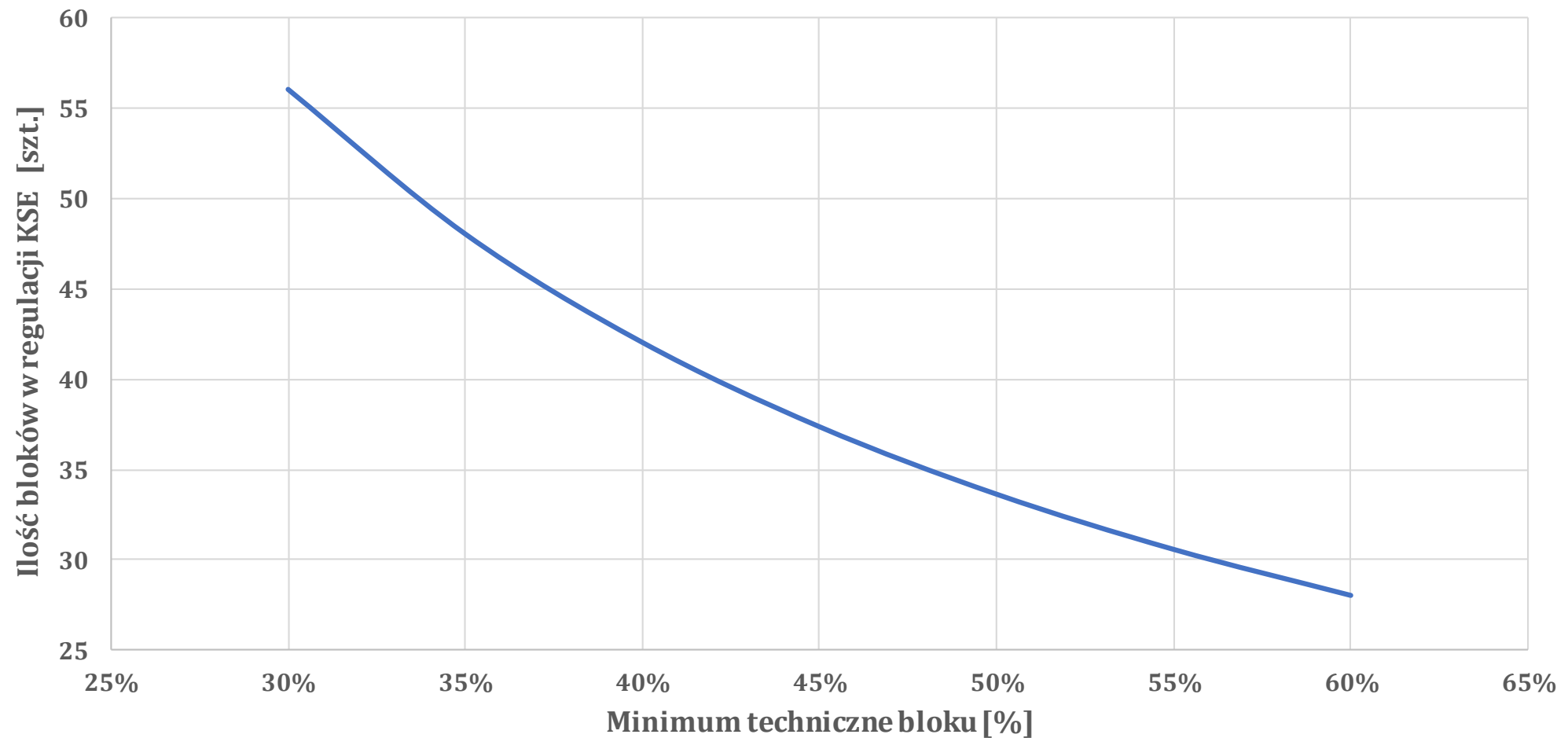
Moc zainstalowana w poszczególnych technologiach [GW]



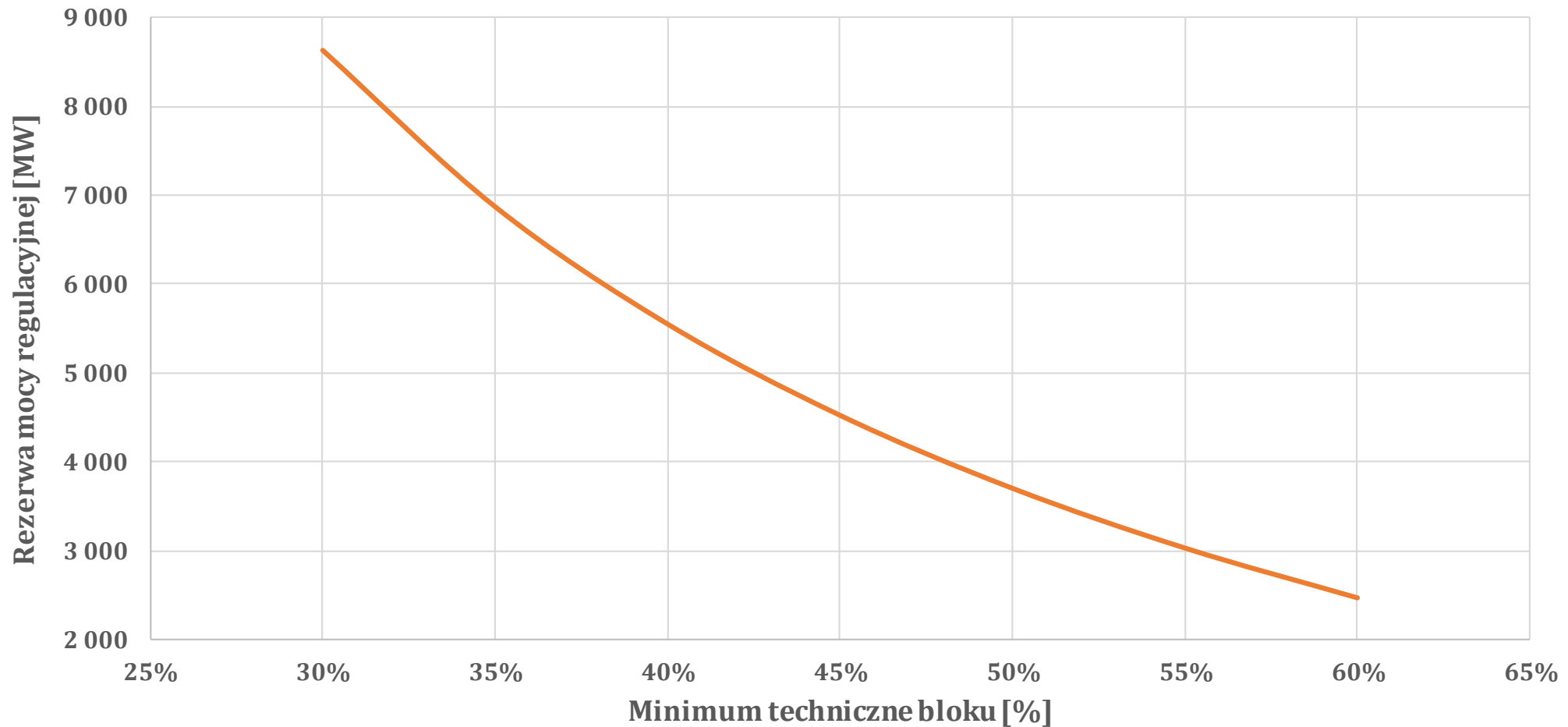
Przykładowy „Duck curve” polskiego KSE



Ilość bloków w regulacji KSE w funkcji minimalnego obciążenia bloku (na przykładzie roku 2030 i bloków klasy 200+)



Wielkość rezerwy regulacyjnej KSE w funkcji minimalnego obciążenia bloku (na przykładzie roku 2030 i bloków klasy 200+)



KONKLUZJA

- Zmiana „miksu” energetycznego wymusza duże zapotrzebowanie na źródła regulacyjne w celu stabilizacji KSE oraz rezerwowania OZE
- Bezpieczeństwo pracy KSE obecnie jest zapewniane głównie przez bloki węglowe, a w szczególności przez bloki klasy 200+
- Jednym z rozwiązań problemu był program NCBiR „Bloki 200+”, który miał za zadanie opracowanie technologii zwiększających elastyczność bloków węglowych oraz wdrożenie jej na bloku referencyjnym

SPOSOBY POPRAWY REGULACYJNOŚCI BLOKU

- Modernizacja bloku oparta na zmianie głównego strumienia paliwa
- Metody polegające na zmianie strumienia czynnika roboczego, głównie pary poprzez jej dławienie w wybranych punktach układu technologicznego
- Metody polegające akumulacji i późniejszym wykorzystaniu energii termicznej (magazyny ciepła)



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



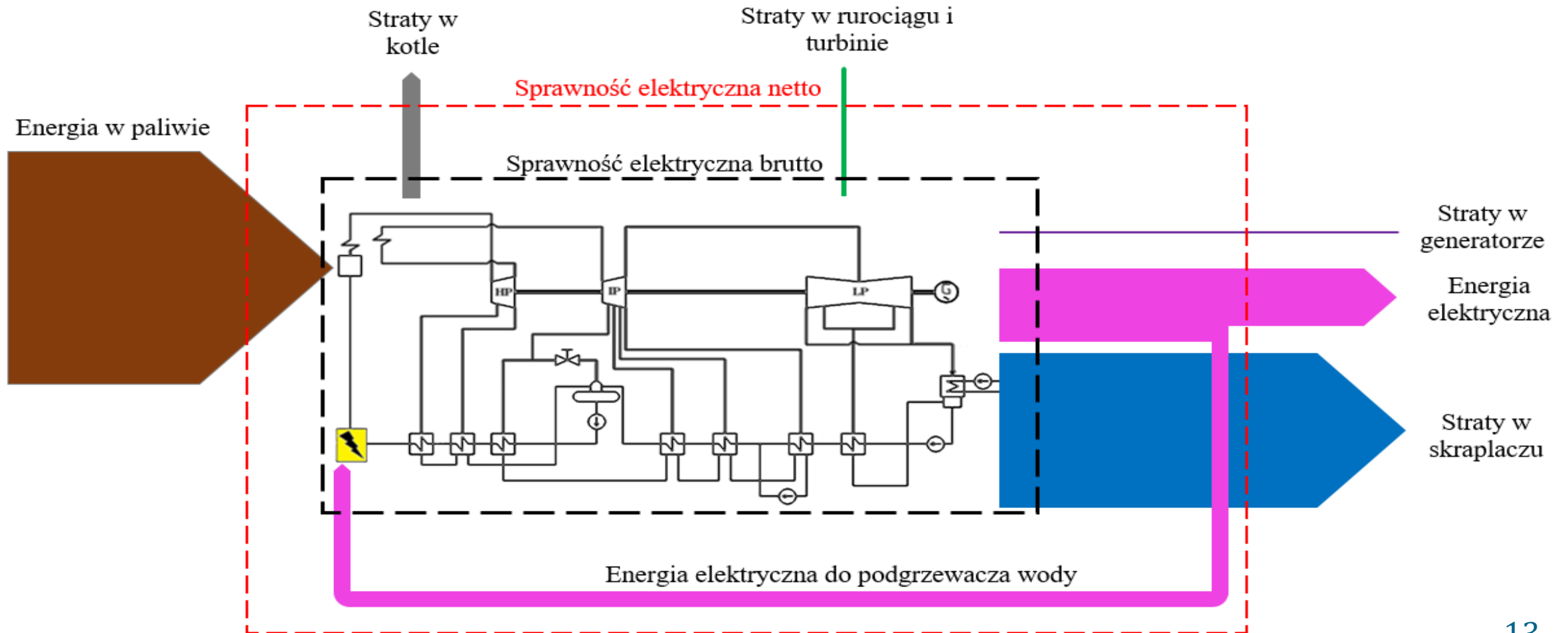
WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI



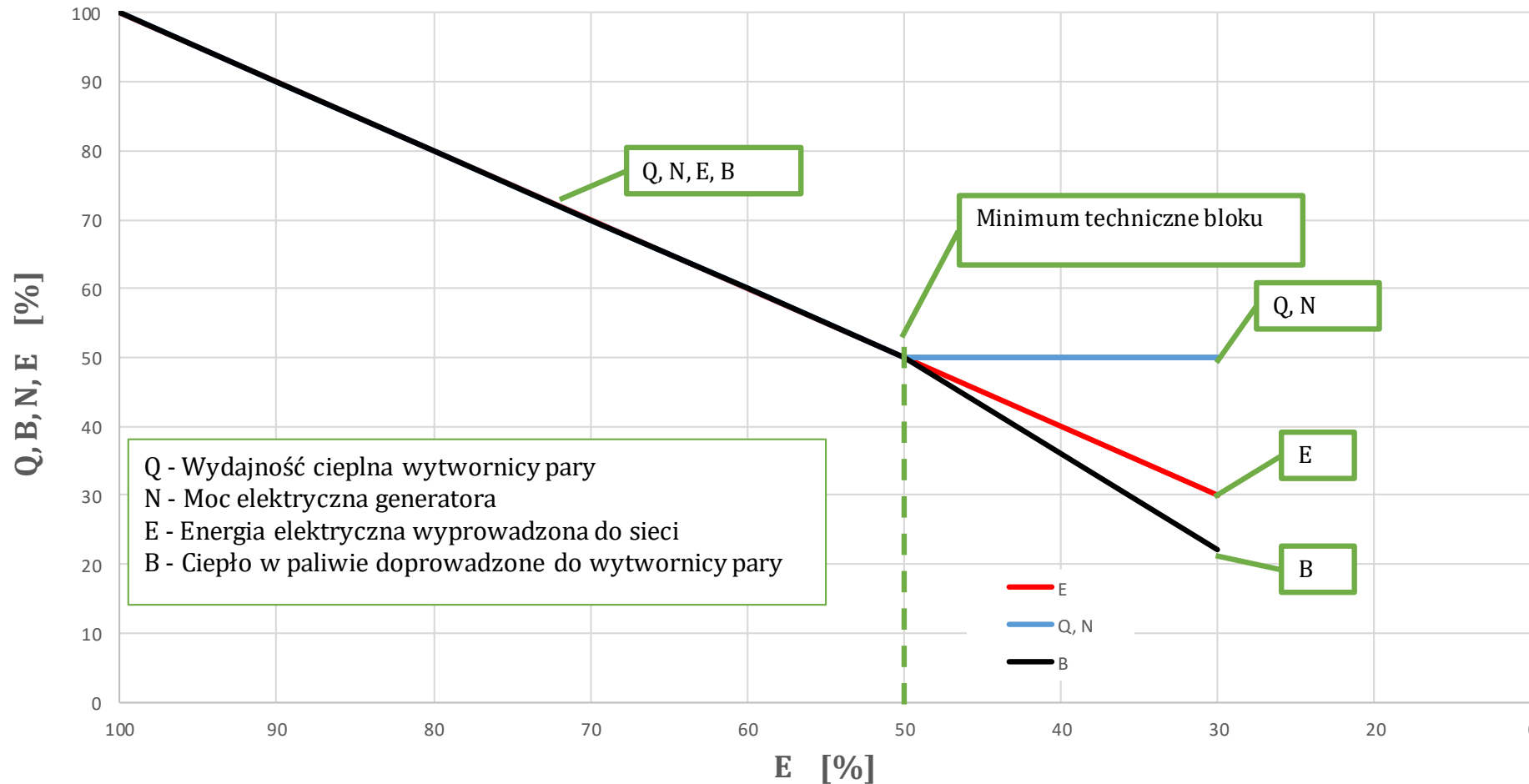
2

IDEA WYNALAZKU

Uproszczony schemat bloku klasy 200+ wraz z rozplywem energii



Wydajność ciepła kotła [Q], moc elektryczna generatora [N] i ciepło doprowadzone w paliwie do kotła [B] w funkcji energii elektrycznej wprowadzonej do KSE [E]





POLITECHNIKA POZNAŃSKA



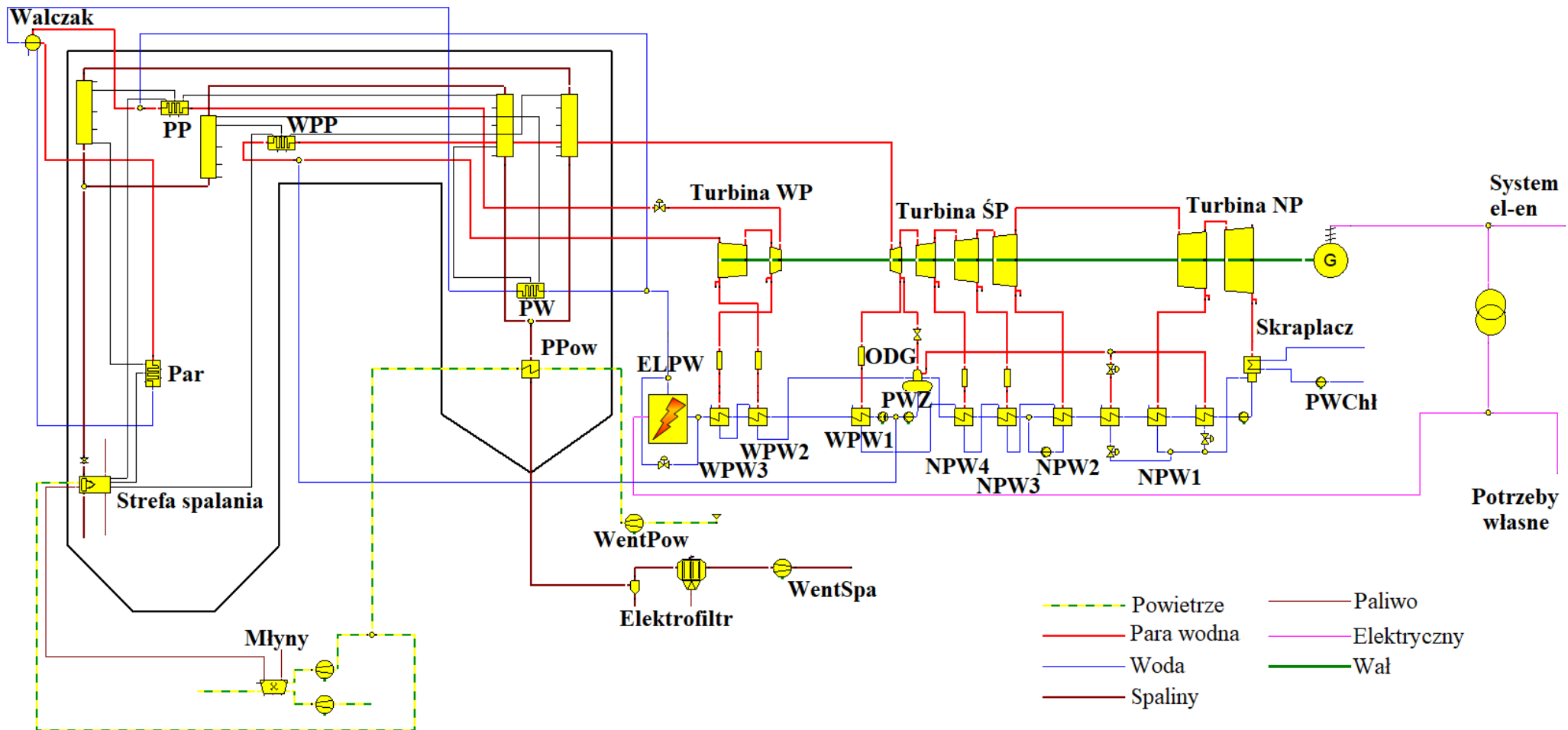
WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI



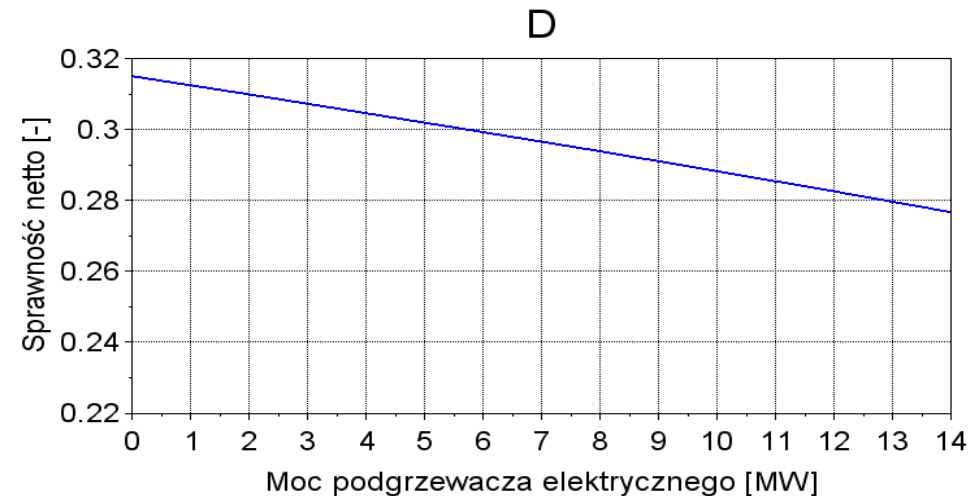
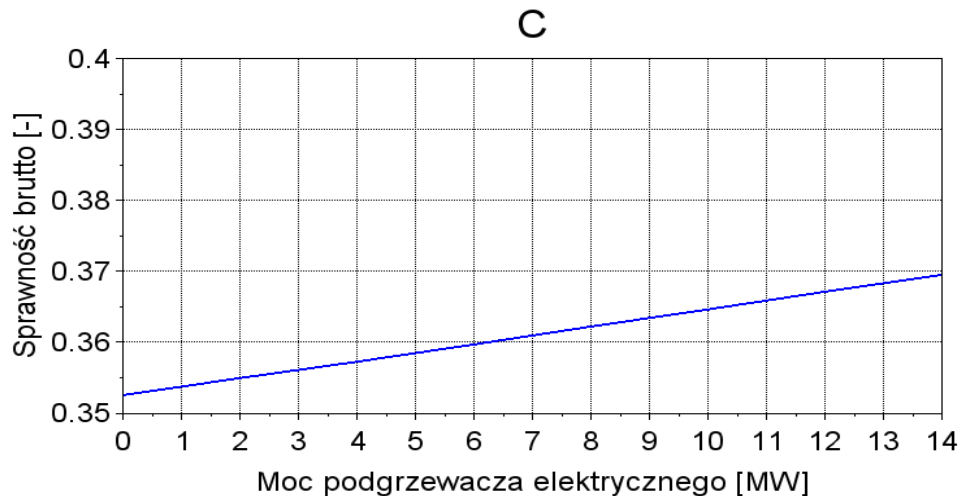
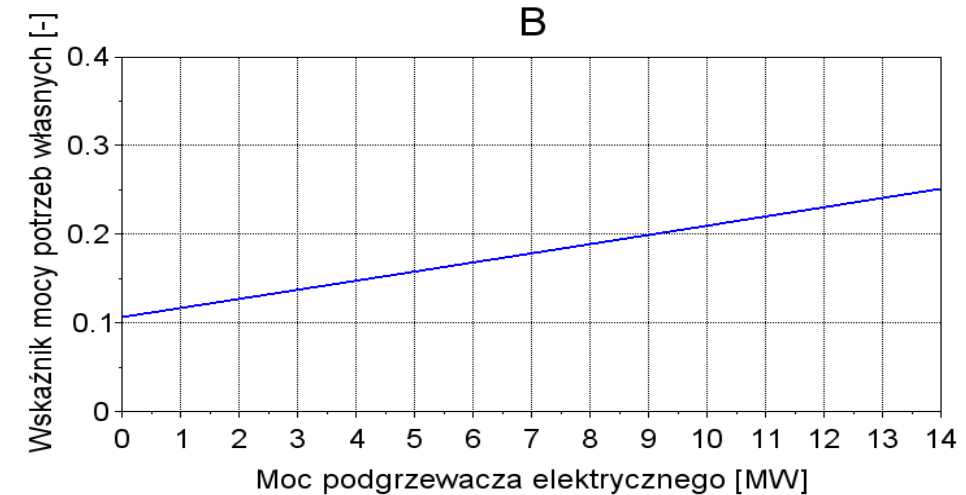
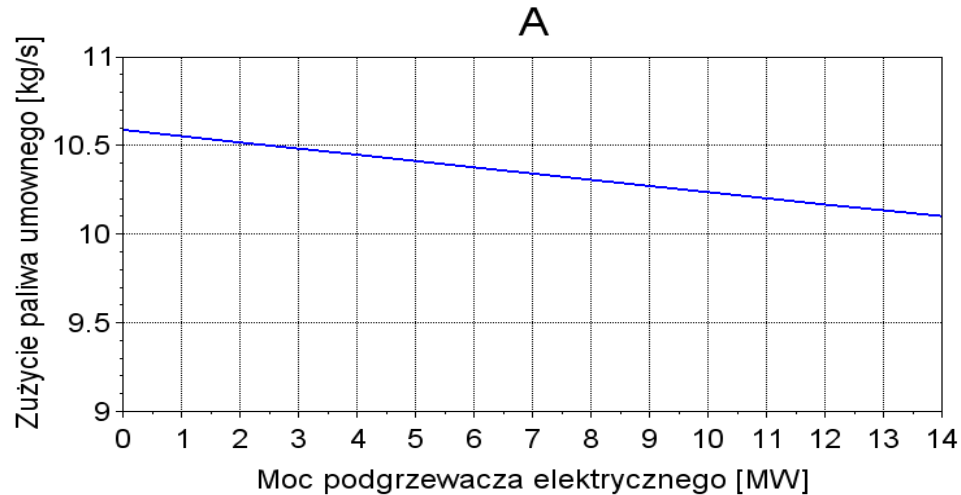
3

OBLICZENIA CIEPLNO-ENERGETYCZNE

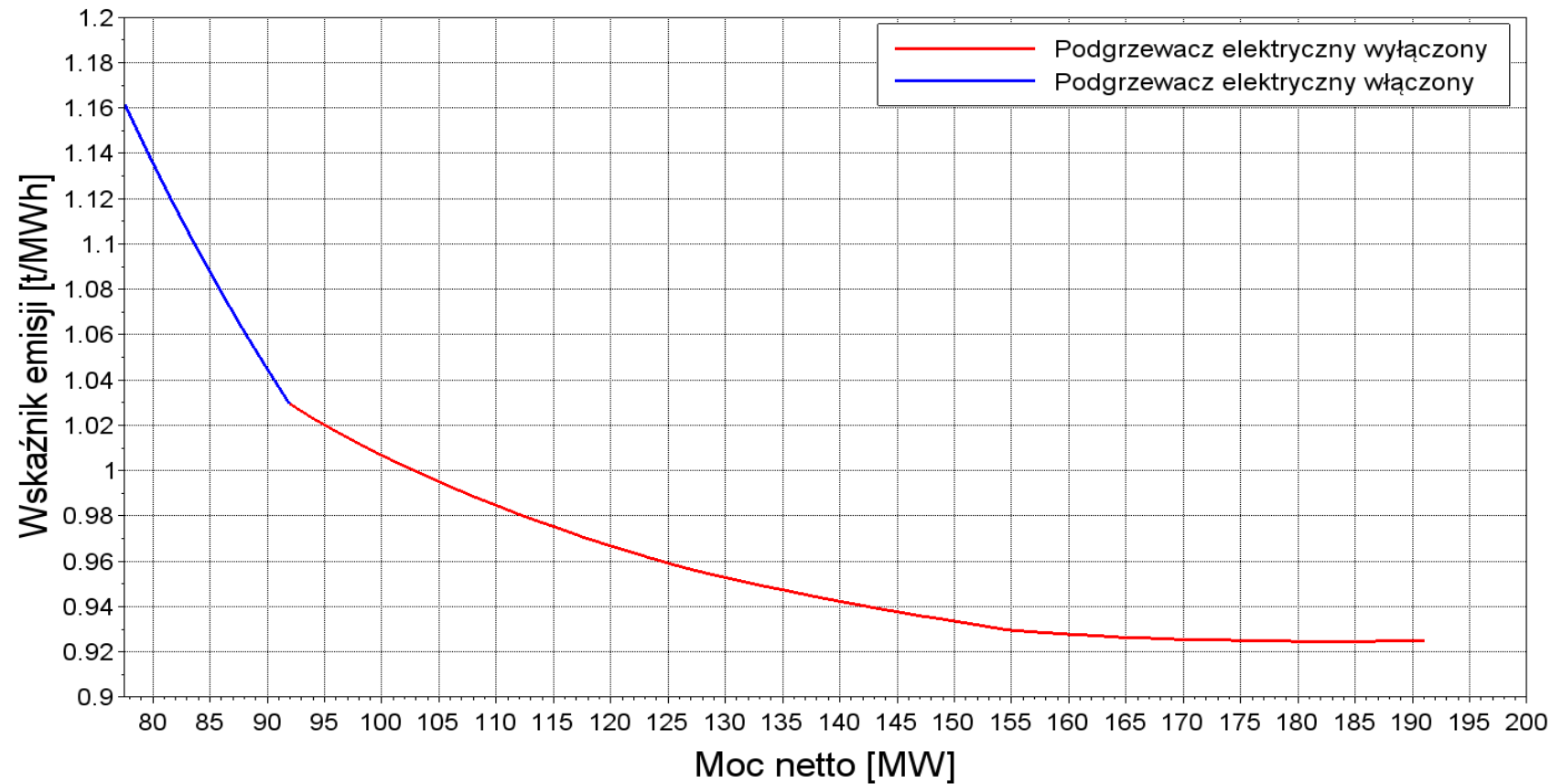
Model bloku klasy 200+ z elektrycznym podgrzewaczem wody zasilającej w środowisku Epsilon Professional



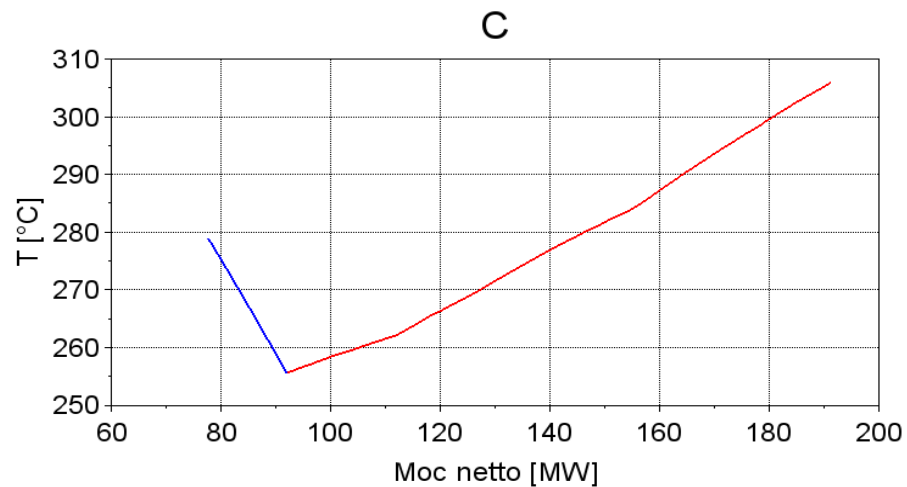
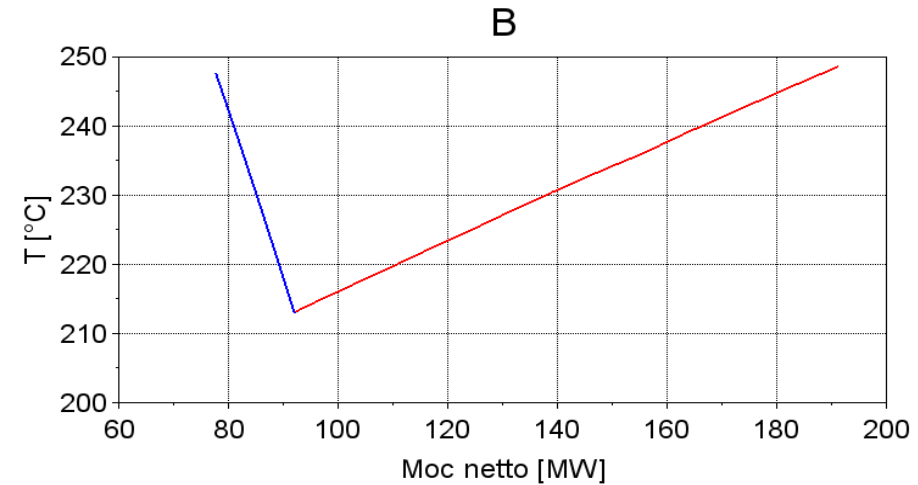
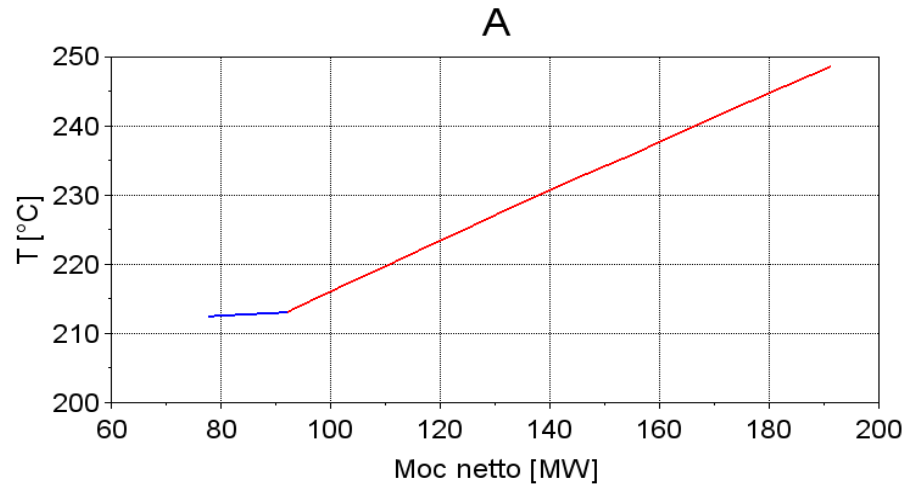
Charakterystyki: A) zużycia paliwa umownego, B) stosunku mocy urządzeń potrzeb własnych do mocy generowanej, C) sprawności brutto i D) netto elektrowni w funkcji mocy podgrzewacza elektrycznego



Wskaźnik jednostkowej emisji CO₂ w funkcji mocy elektrycznej netto

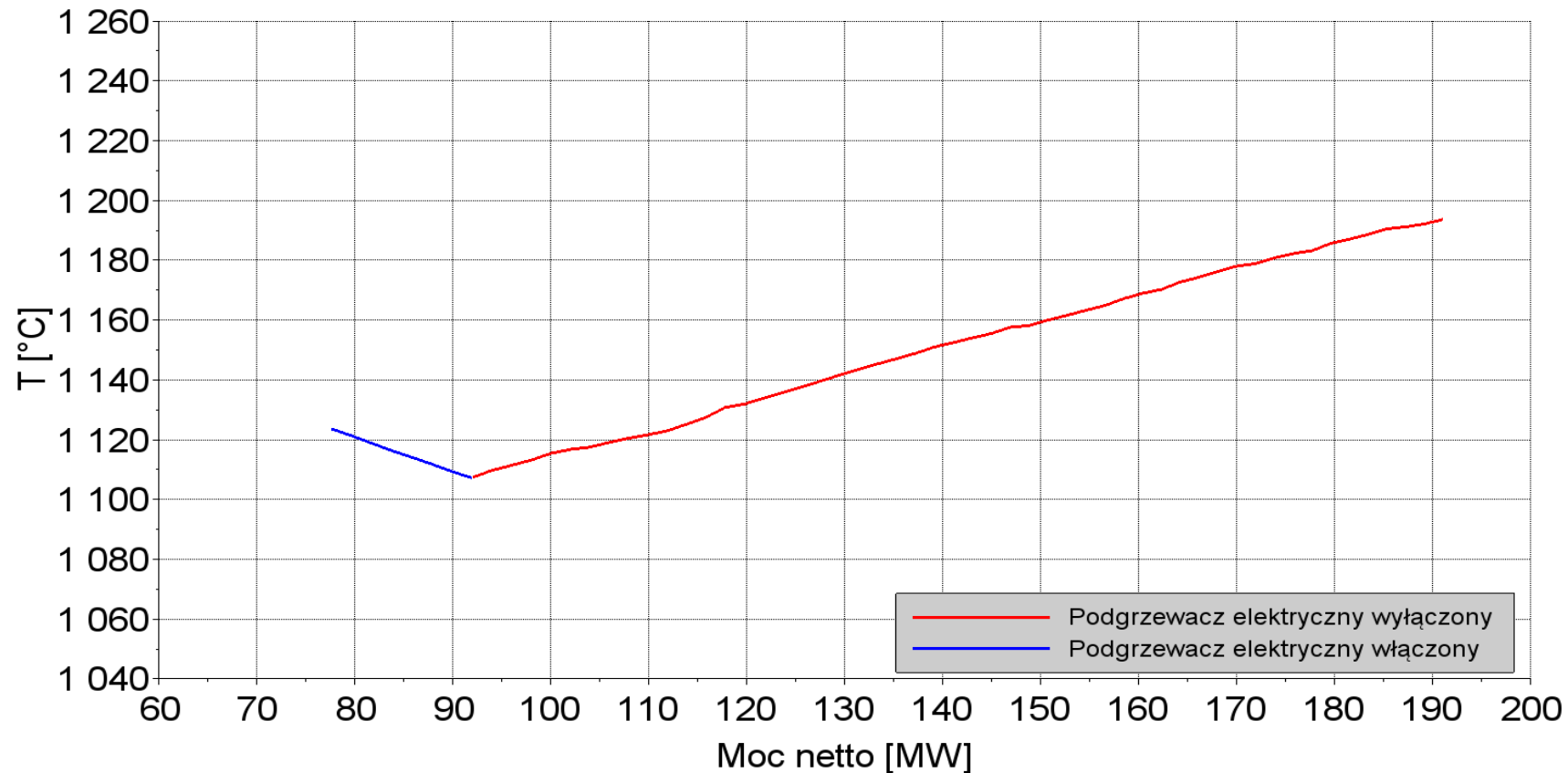


Charakterystyki temperatury wody zasilającej A) przed i B) za podgrzewaczem elektrycznym oraz C) temperatury wody zasilającej przed walczakiem w funkcji mocy elektrycznej netto

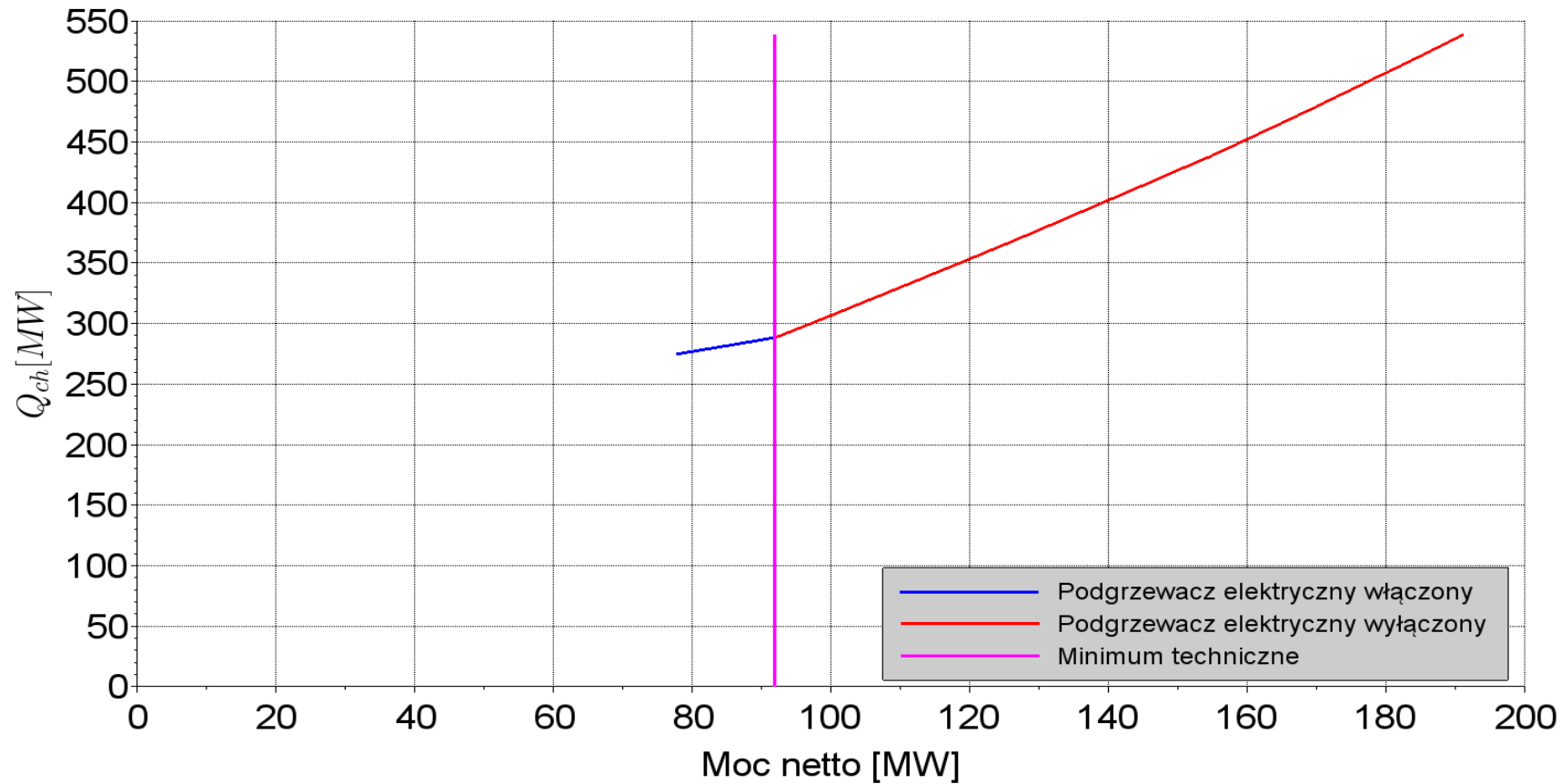


— Podgrzewacz elektryczny wyłączony
— Podgrzewacz elektryczny włączony

Charakterystyka temperatury spalin na wylocie z komory paleniskowej w funkcji mocy elektrycznej netto



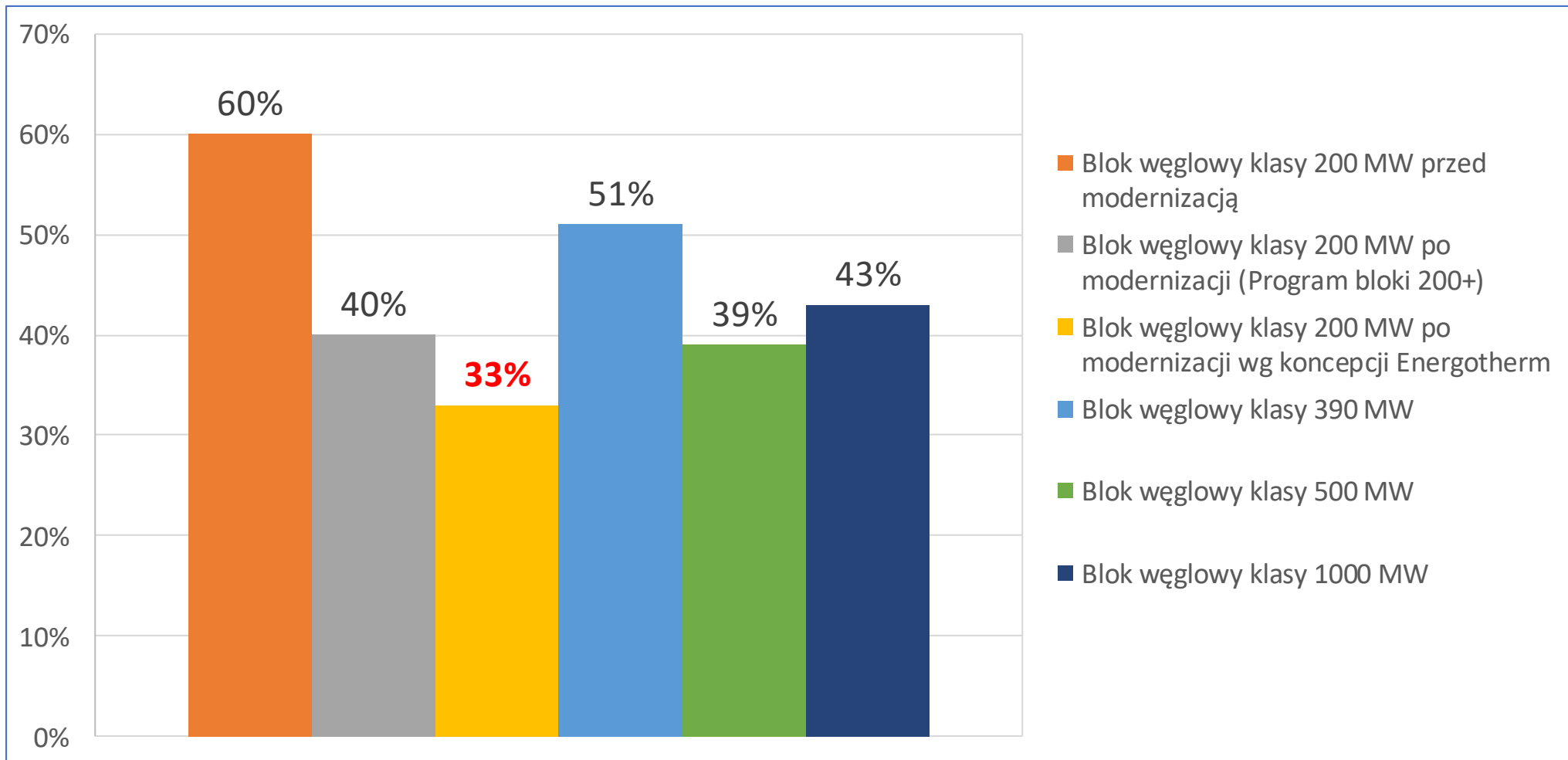
Charakterystyka eksploatacyjna bloku



Wskaźniki jednostkowego zużycia węgla i jednostkowej emisji CO₂ przed i po modyfikacji

Dana	Jednostka	Przed modernizacją	Po modernizacji
Jednostkowe zużycie węgla	GJ/MWh	10,42	10,57
Średnioroczna jednostkowa emisja CO ₂ pochodząca z generacji energii elektrycznej	t/MWh	0,9666	0,9796
Roczna emisja CO ₂ pochodząca z rozruchów	t	13136,5	0
Całkowita średnioroczna jednostkowa emisja CO ₂	t/MWh	0,9835	0,9796

Obciążenie minimalne bloku względem mocy oddawanej do KSE





Wnioski techniczne

Przeprowadzone badania symulacyjne w środowisku Epsilon Professional potwierdziły, że zastosowanie elektrycznego podgrzewu wody zasilającej umożliwia utrzymanie produkcji energii elektrycznej na paliwie podstawowym, przy oddawaniu do systemu elektroenergetycznego mocy mniejszej niż wynika to z minimum technicznego bloku.



Wnioski techniczne

Zastosowanie elektrycznego podgrzewacza wody zasilającej pozwala na zmniejszenie mocy oddawanej do systemu elektroenergetycznego do wartości około 14 MW poniżej mocy wynikającej z minimum technicznego bloku. Ze wzrostem obciążenia elektrycznego podgrzewacza rośnie wskaźnik potrzeb własnych ε oraz maleje sprawność elektryczna netto rozpatrywanego bloku. Dla obciążenia podgrzewacza 14 MW sprawność netto bloku wynosi 28.3%.



Wnioski techniczne

Proponowana modyfikacja zwiększa liczbę godzin pracy elektrowni, roczną generację energii elektrycznej oraz zmniejsza średnioroczną jednostkową emisję CO₂. Jednakże, ze względu na spadek sprawności, nieznacznie zmniejsza się wskaźnik jednostkowego zużycia paliwa.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI



4

ANALIZA EKONOMICZNA

Założenia do analizy ekonomicznej

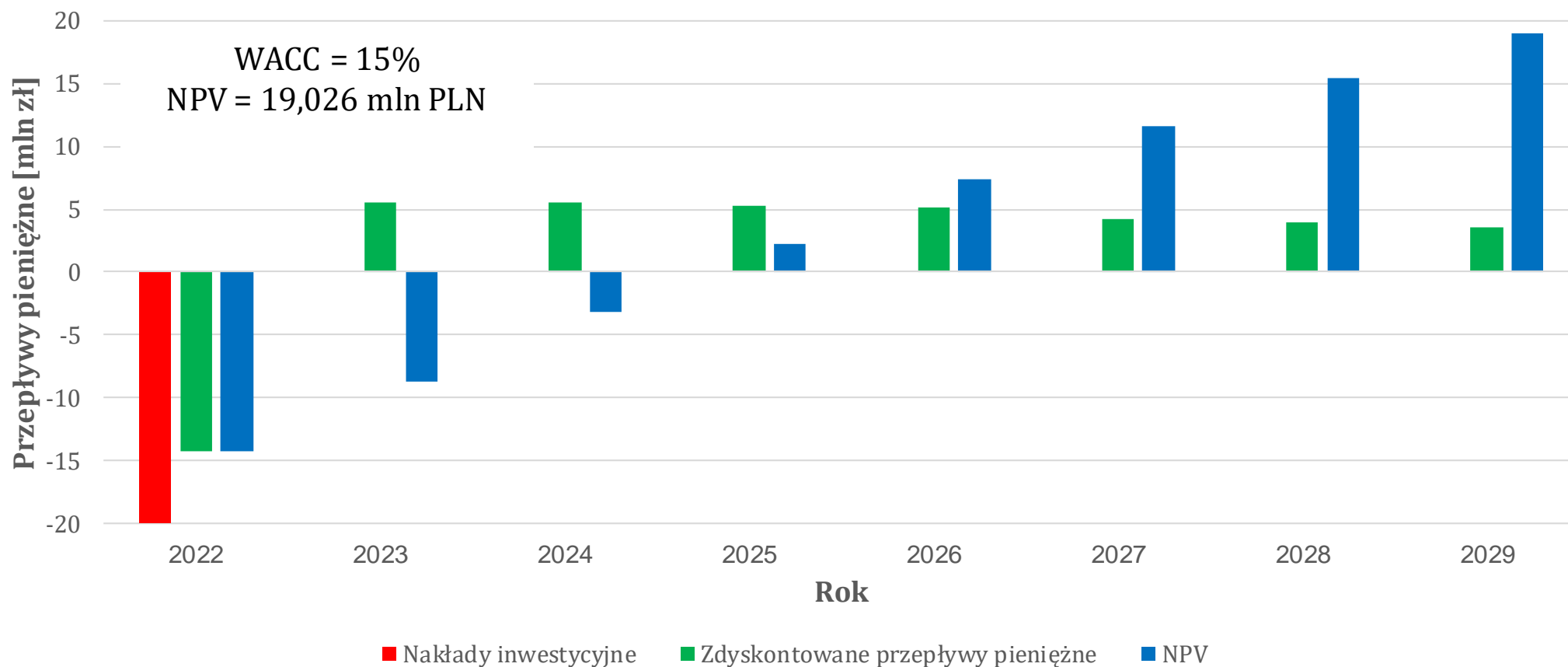
- Założono, że blok energetyczny po modernizacji nie będzie wyłączany w okresach zwiększonej generacji z OZE, a jedynie jego moc będzie zmniejszana do wartości minimalnej
- W efekcie tego założenia zmniejsza się średnia moc bloku ale wzrosła całkowita wygenerowana w ciągu roku energia elektryczna oraz czas pracy bloku

Założenia do analizy ekonomicznej

- W analizie uwzględniono:
 - Koszty rozruchów,
 - Koszty emisji CO₂,
 - Koszty paliwa,
 - Szacowane koszty modyfikacji,
 - Zyski pochodzące ze sprzedaży energii elektrycznej,
 - Inflację

- W obliczeniach ekonomicznych nie uwzględniono potencjalnych przychodów ze świadczenia usługi systemowej

Wyniki analizy przeprowadzonej na podstawie modelu różnicowego



Wnioski ekonomiczne

- Analiza opłacalności przeprowadzona na podstawie modelu różnicowego wykazała, że wdrożenie proponowanej modernizacji jest całkowicie zasadne
- Przy przyjętych danych wejściowych współczynnik NPV w czwartym roku inwestycji uzyskuje wartość dodatnią



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI



5

KIERUNKI ROZWOJU WYNAŁAZKU

- Rozwój wynalazku o elektryczny podgrzewacz powietrza przed i za obrotowym podgrzewaczem powietrza oraz zastosowanie elektrycznego podgrzewu spalin recyrkulacyjnych
- Kolejne planowane prace badawcze realizowane we współpracy z przemysłem będą dotyczyły zmodernizowania rzeczywistego bloku klasy 200+ wg przedstawionej koncepcji i wykonanie badań eksploatacyjnych bloku w warunkach rzeczywistych mających na celu m.in. wyznaczenie zakresu ekonomicznej pracy bloku elektrowni parowej



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI



6

PODSUMOWANIE



Podsumowanie

- Stosunkowo niski CAPEX i OPEX oraz O&M w porównaniu do innych rozwiązań
- Niski stopień ingerencji w układ technologiczny bloku
- Krótki czas zabudowy instalacji

Podsumowanie

- Brak wpływu na sprawność bloku przy wyłączonej instalacji podgrzewacza wody zasilającej
- Wzrost regulacyjności bloku w zakresach naboru i zrzutu obciążenia przy pracującej instalacji elektrycznego podgrzewacza wody zasilającej
- Korzyści ekonomiczne wynikające z utrzymywania przez PSE bloku w pracy wymuszonej



Podsumowanie

- Zmniejszenie średniorocznej emisji CO₂ w wyniku zwiększonej liczby godzin pracy bloku bez odstawień do rezerwy
- Zwiększenie zakresu rezerwy regulacyjnej KSE
- Możliwość utrzymywania większej „rezerwy wirującej” w KSE



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ
INŻYNIERII ŚRODOWISKA
I ENERGETYKI



Dziękujemy za uwagę

Zapraszamy do dyskusji