

25-lecie IGEOS

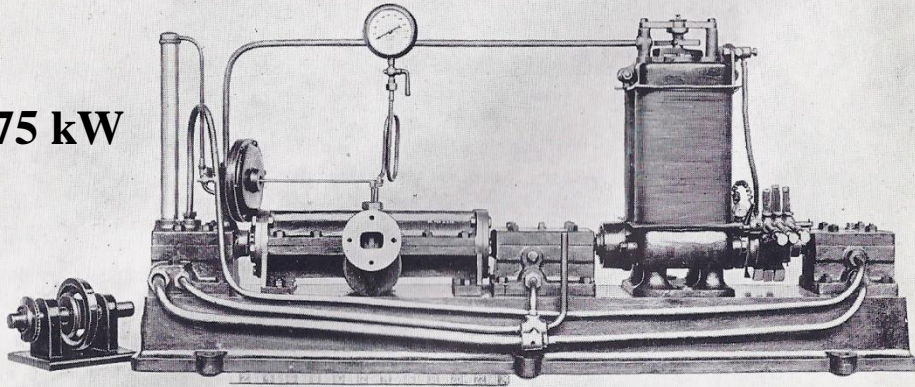
POLSKA ENERGETYKA – WCZORAJ I DZIŚ

**Tadeusz Chmielniak
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechnika Śląska**

Warszawa 26 październik 2017

WPROWADZENIE. Szczypta historii

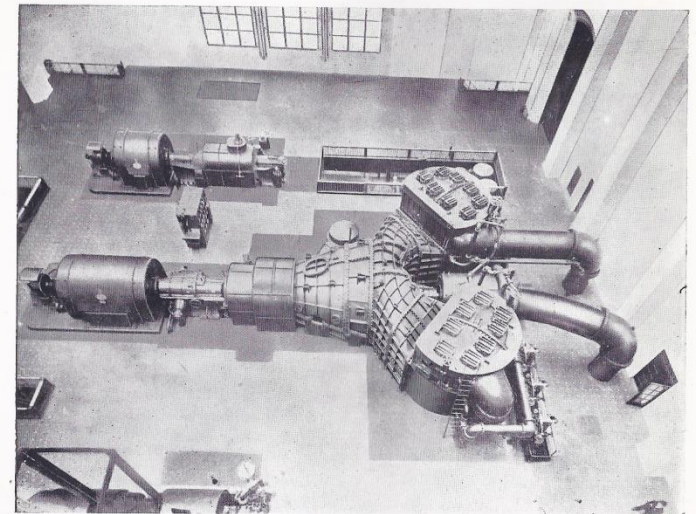
75 kW



The first Parsons steam turbine, 1884

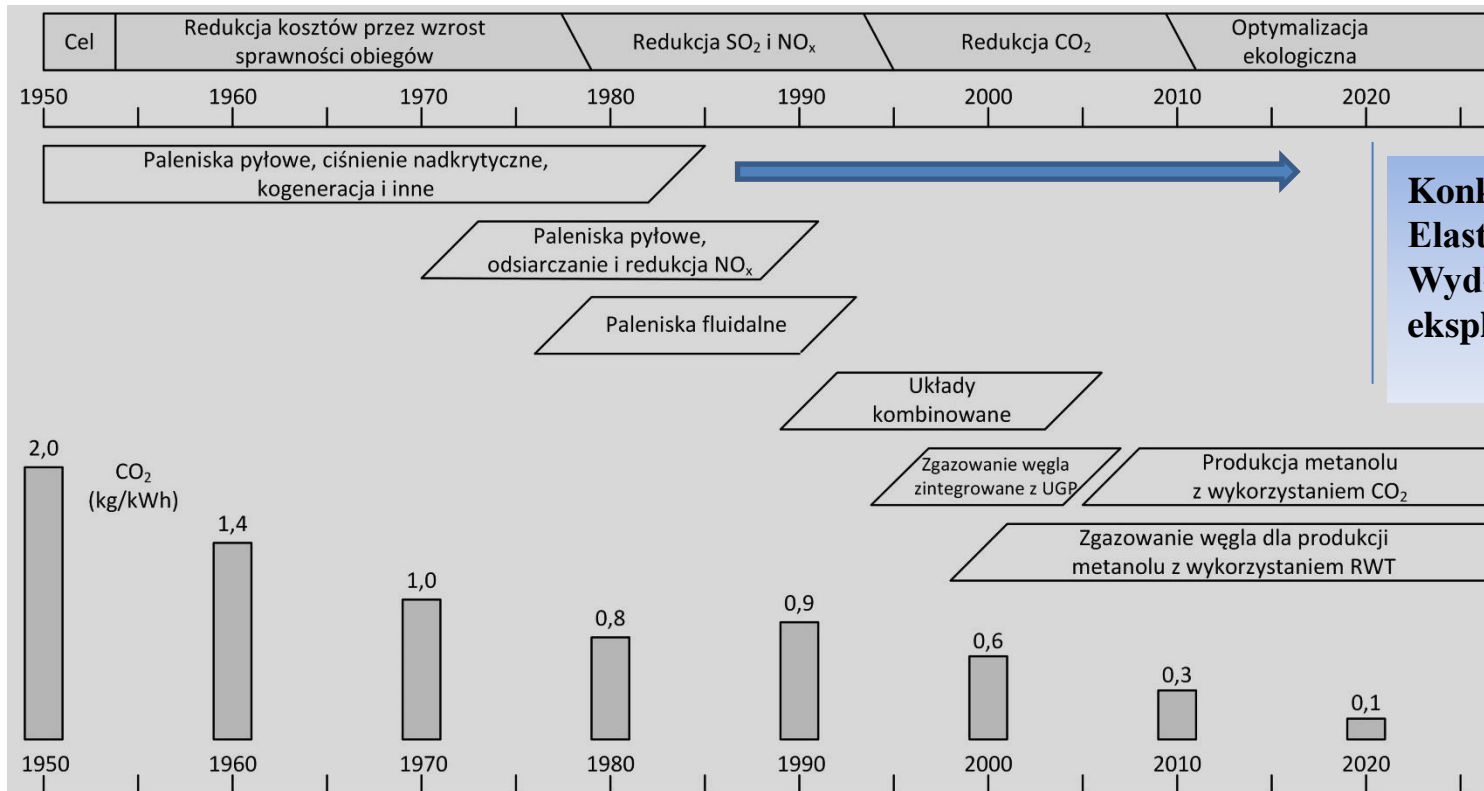
- Rok 1930: F.Whittle uzyskuje pierwszy patent na lotniczy silnik gazowy ;
- J.Ackeret i C.Keller patentują zamknięty układ turbiny gazowej (1935 r.);
- Rok 1939: Uruchomienie pierwszych instalacji turbin gazowych (zamkniętych, Escher-Wyss i otwartych, Brown-Boveri).

- Rok 1883: Turbina Laval
- Rok 1884: Podstawowe patenty C.A.Parsonsa i pierwsza jego konstrukcja turbiny reakcyjnej, rys. obok;
- W roku 1896 powstaje konstrukcja stopnia turbinowego ze stopniowaniem prędkości (koło Curtisa);
- W roku 1897 Rateau a w 1903 Zollt przedstawiają konstrukcję wielostopniowych turbin akcyjnych;
- Rok 1904: uruchomienie przeciwbieżnej turbiny promieniowej (turbina Ljungstroma).



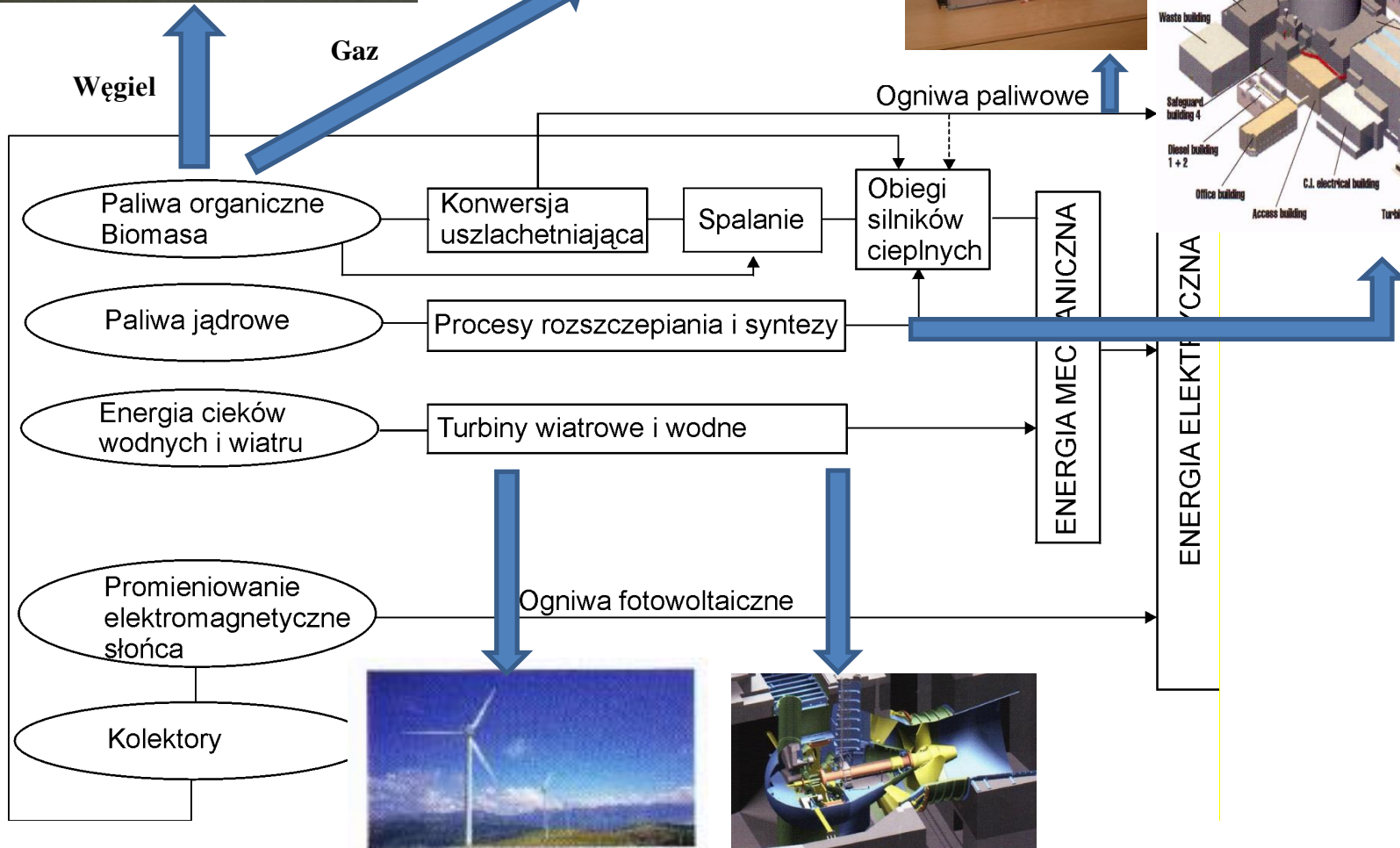
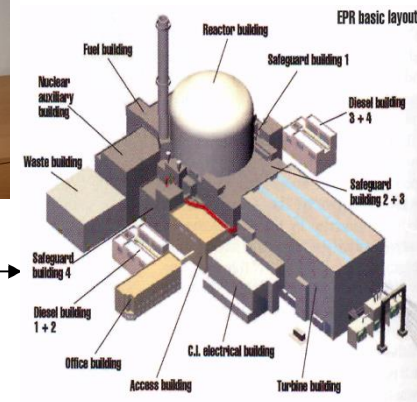
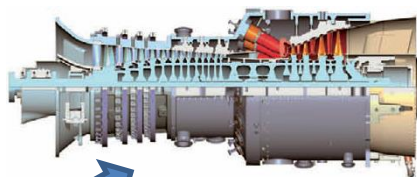
Parsons turbo-alternator of 50,000 kw. installed at Chicago 1923

ETAPY ROZWOJU

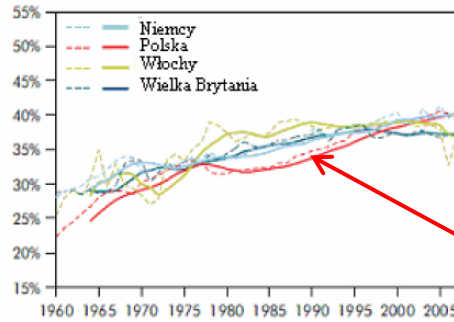
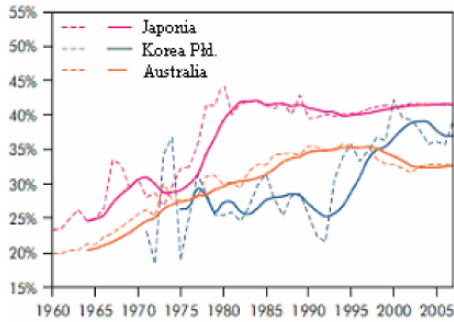


Konkluzje BAT
Elastyczność cieplna
Wydłużenie czasu eksploatacji

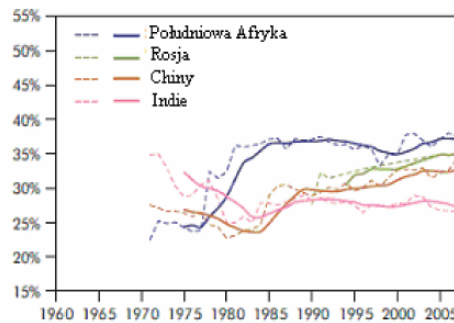
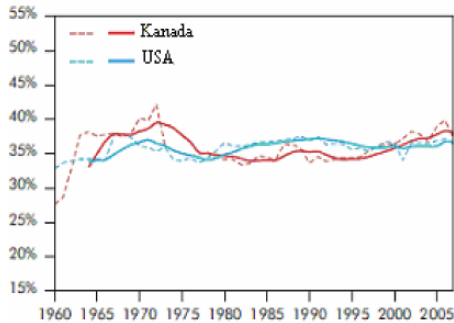
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROCESÓW KONWERSJI ENERGII c.d.



ETAPY ROZWOJU



Polska



Dominująca rola technologii węglowych na rynku elektryczności,

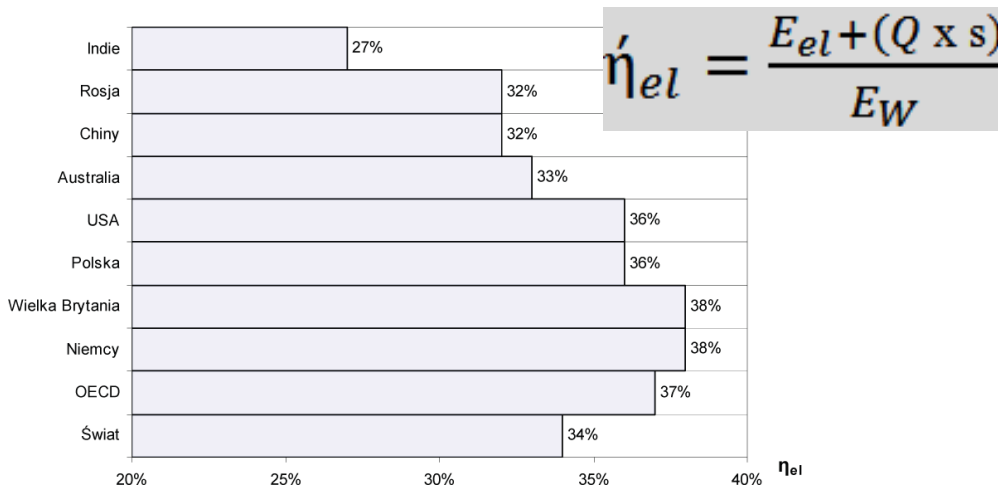
Stosunkowo niska efektywność termodynamiczna (w porównaniu do oferowanych obecnie technologii węglowych),

Duża monotoność technologiczna (około 60 bloków o mocy 200 MW, 16 bloków o mocy 360 MW),

Wysoki stopień wyczerpania żywotności wielu bloków energetycznych

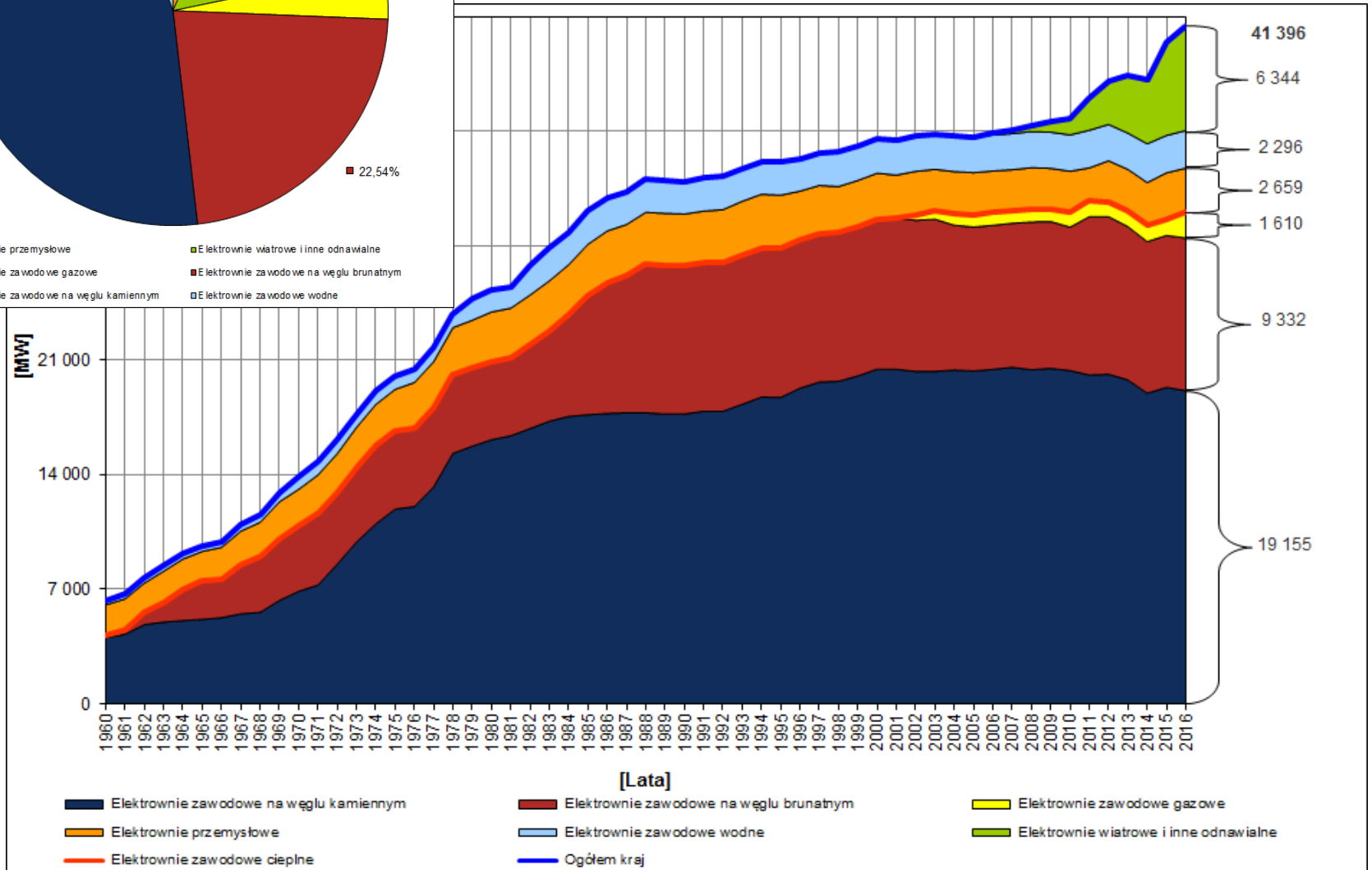
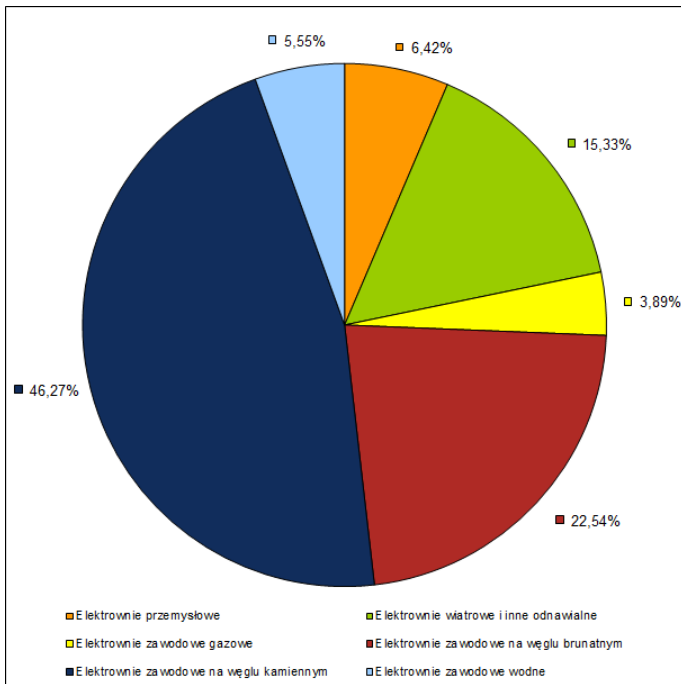
Średnia dynamika (w skali całej energetyki) podejmowania projektów modernizacyjnych i przygotowania odbudowy mocy,

Dobra sytuacja kadrowa energetyki i jej otoczenia

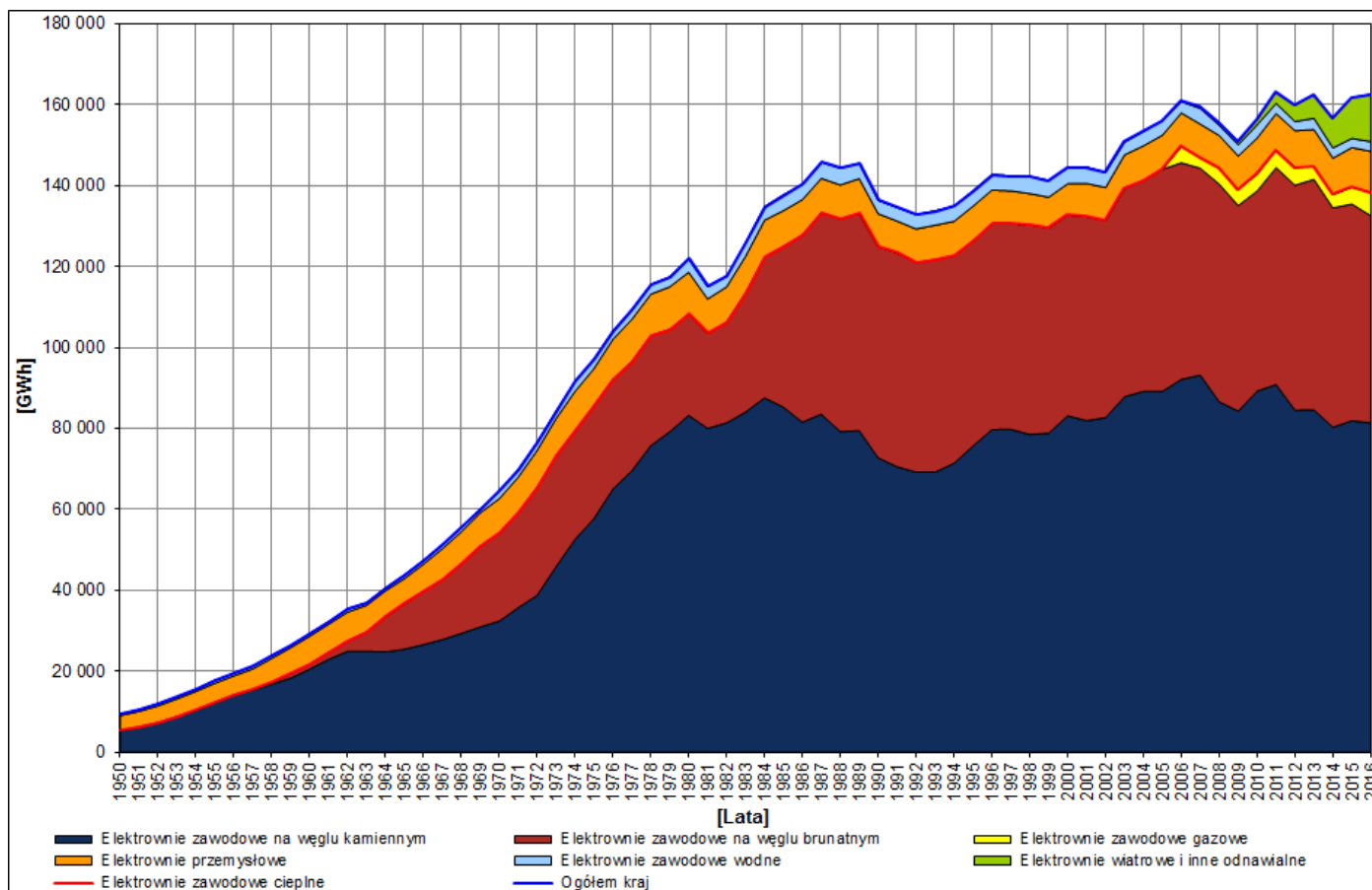


$$\eta_{el} = \frac{E_{el} + (Q \times s)}{E_w}$$

ETAPY ROZWOJU

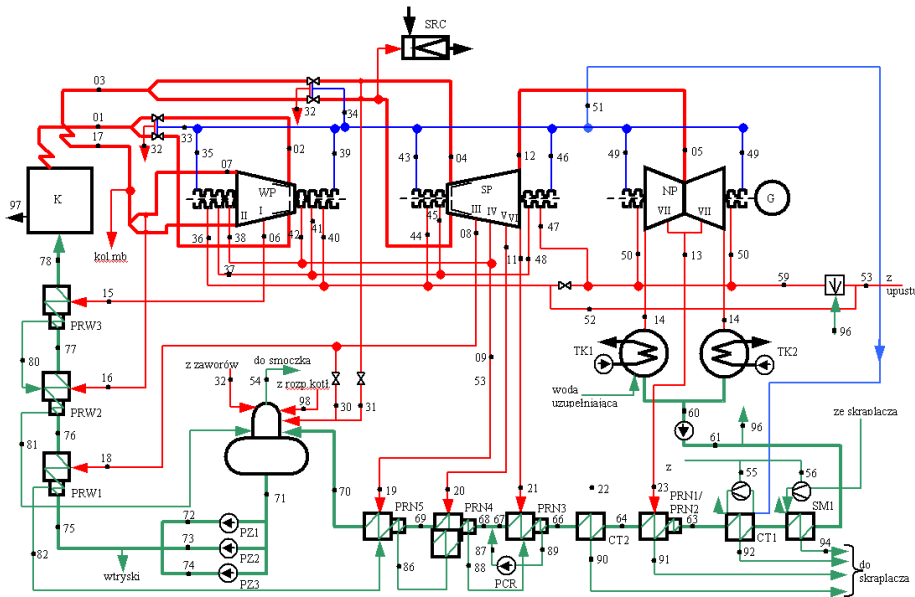


ETAPY ROZWOJU. Produkcja elektryczności

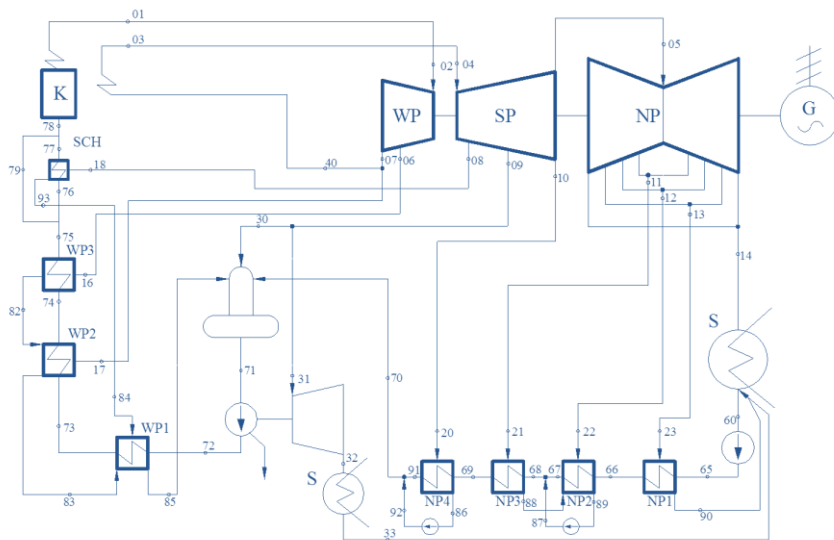


10.78%
89.22%
3.56%

SCHEMATY CIEPLNY BLOKÓW



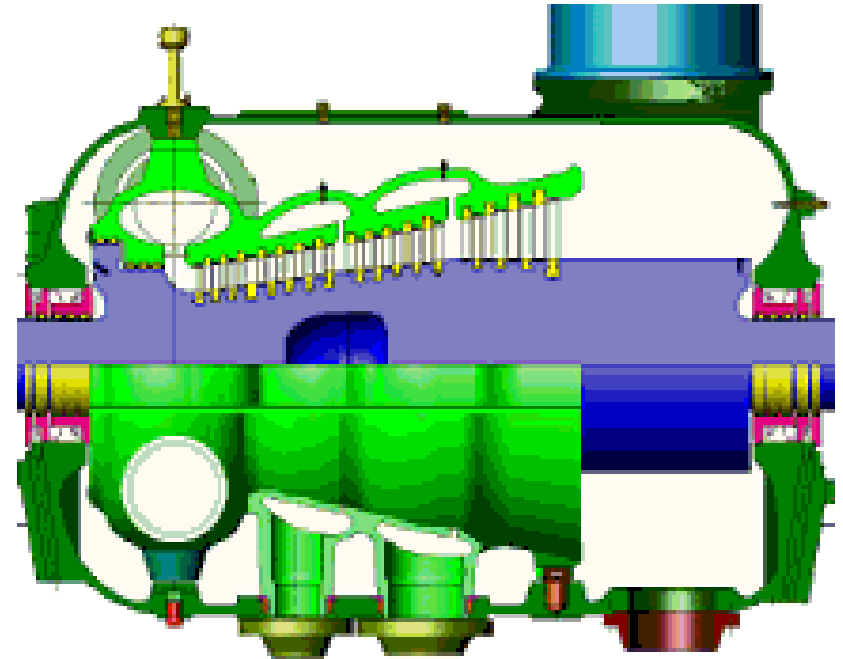
Schemat cieplny bloku 200 MW.



Schemat charakterystyczny dla współczesnych bloków

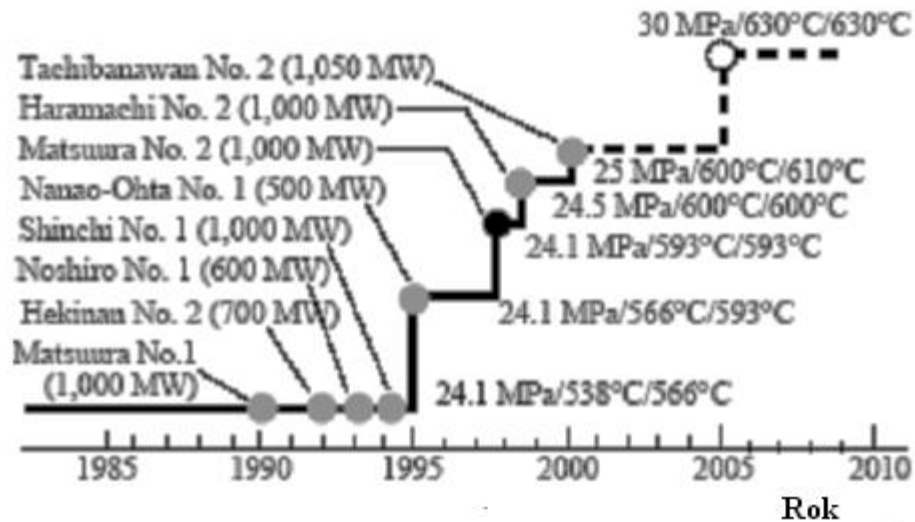
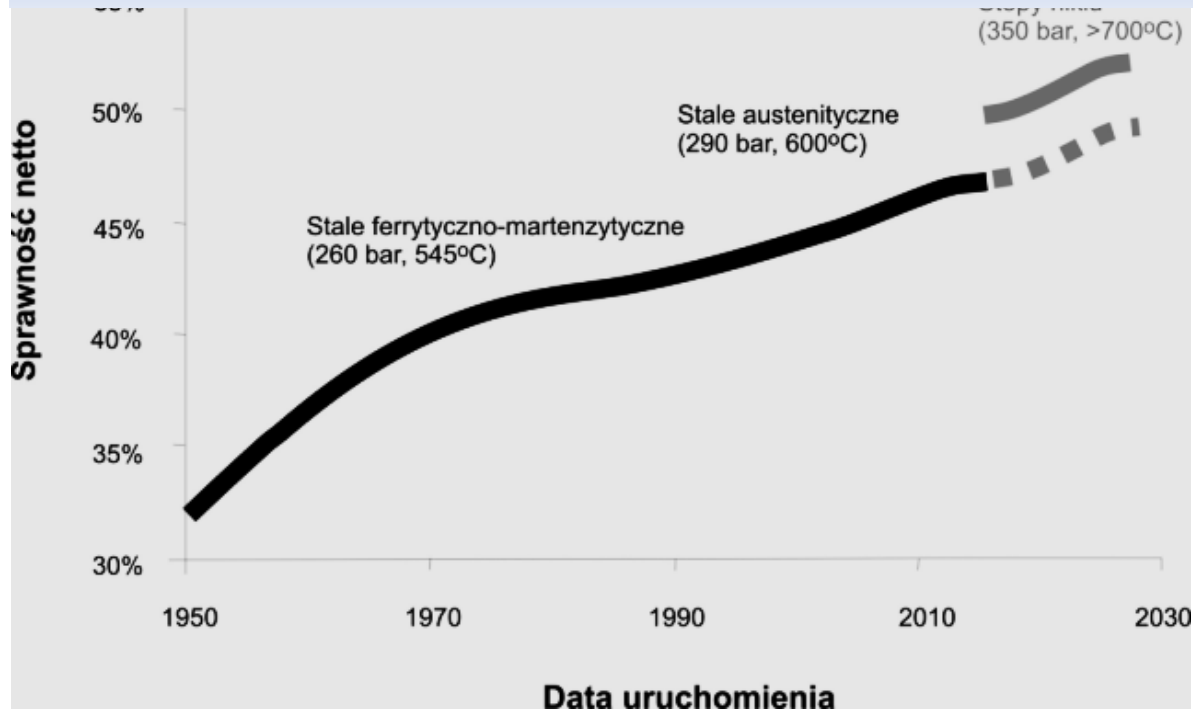
MODERNIZACJA

Eksploatowane polskie bloki kondensacyjne są blokami głównie podkrytycznymi . Ich ciągła modernizacja w zakresie poprawy sprawności kotłów , turbin i innych urządzeń oraz układów częściowo zmniejsza dynamikę rosnącej luki między energetyką europejską a polską. Dzięki dużemu wysiłkowi inwestycyjnemu w miarę opanowano zagrożenia związane z emisjami NO_x i tlenków siarki i podniesiono sprawność obiegów poszczególnych bloków



Ogólna koncepcja modernizacji części SP turbiny 360 MW(koncepcja Alstom' a)

PARAMETRY



Instalacje węglowe ze spalaniem powietrznym (kotły pyłowe i fluidalne) bez wychwyty dwutlenku węgla

Jednostki nadkrytyczne klasy 500-1000 MW



Moc brutto 1075 MW
Sprawność netto 45.6%
Paliwo: węgiel kamienny
Parametry pary
PŚ: 603°C/25,0 MPa
PP: 621°C/5,5 MPa



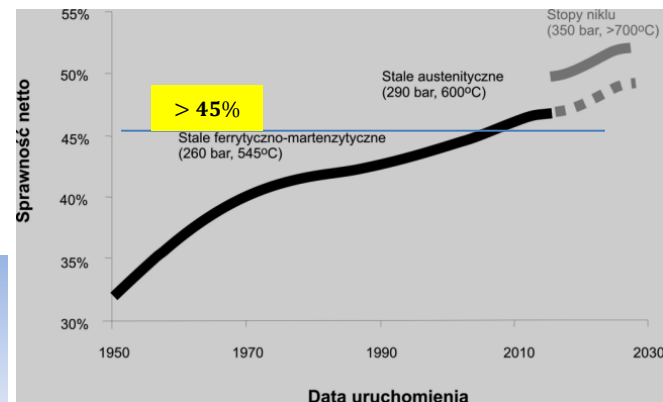
Moc brutto 447,5 MW
Spełnia standardy emisyjne BREF: (SO₂ ≤75 mg/m³, NO_x ≤85 mg/m³, Pył ≤5 mg/m³)

Sprawność netto 43,1%
Paliwo: węgiel brunatny
Parametry pary:
PŚ: 605°C / 28,6 MPa
PP: 615°C / 5,9 MPa



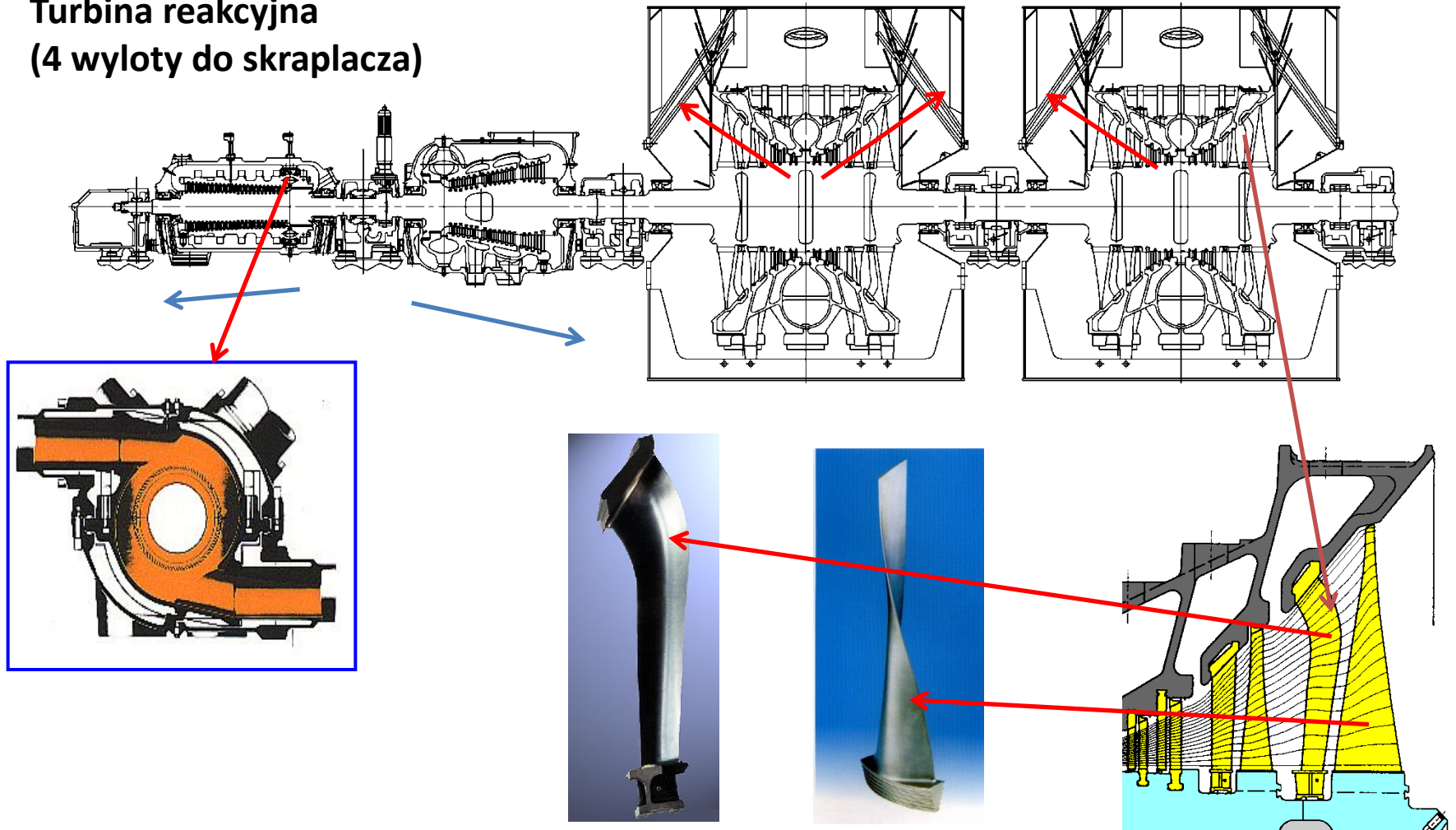
Moc brutto 910 MW
Sprawność netto 45.9%
Paliwo: węgiel kamienny
Parametry pary
PŚ: 600°C/27.5 MPa
PP: 610°C/5,8 MPa

Parametry pary: PŚ: 600- 610°C/25-30 MPa
PP: 610-620°C/5.5-6,0 MPa, sprawność netto 46(47%) – chłodzenie przepływowe zamknięte z chłodniami mokrymi
 $\epsilon < 700 \text{ kg/MWh}$



TURBINY PAROWE

Turbina reakcyjna
(4 wyloty do skraplacza)

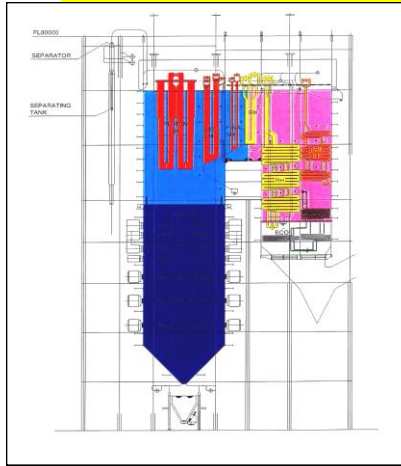


Podstawowe parametry wybranych turbin produkowanych przez ZAMECH

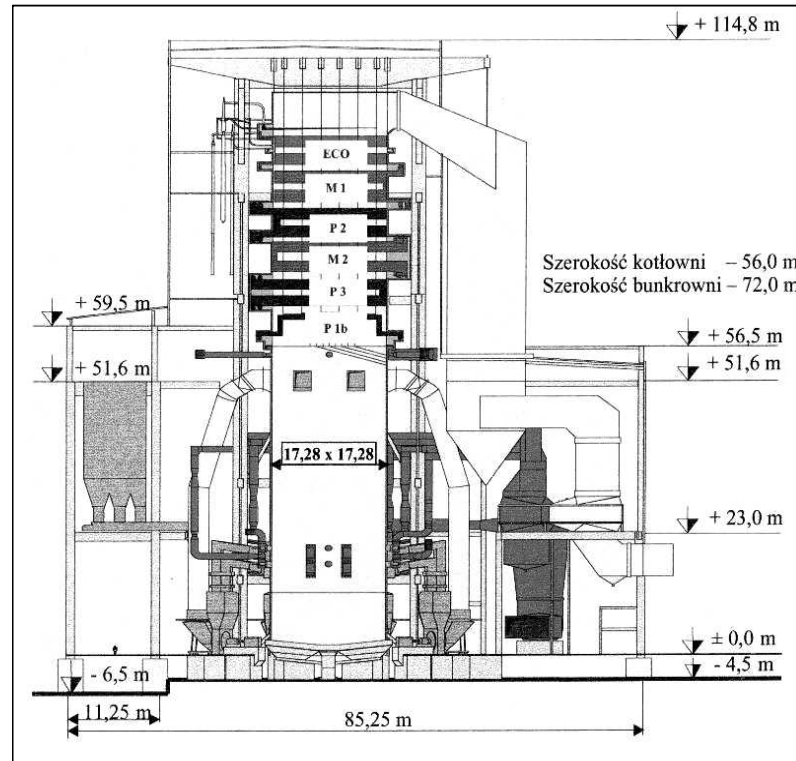
	Symbol turbiny	Moc nominalna [MW]	Parametry pary					Przepływ pary pierwotnej [kg/s]
			Pierwotnej		Wtórnej		Wylotowej	
			ciśnienie [MPa]	temper. [°C]	ciśnienie [MPa]	temper. [°C]	ciśnienie [kPa]	
Turbin kondensacyjne	13K215	215	12,75	535	2,55	535	4,2	163,6
	18K360	360	17,7	535	4,05	535	6,7	302,5

	Symbol turbiny	Moc znamionowa [MW]	Parametry pary dolotowej		Pobór pary [kg/s]	Ciśnienie upustów [MPa]	Ciśnienie wylotowe [MPa]
			ciśnienie [MPa]	Temperatura [°C]			
Turbin przemysłowe upustowo- przeciwprężne	6UP25	21,5	6,28	435	59,7	0,59/1,32	0,59
	9UP22,5	22,5	8,82	500	43,3	2,74/1,57/0,882	0,29
	9UP25	25	8,82	520	45,5	0,785	0,29
	9UP32	32	8,82	535	66,7	3,14/1,37	0,24
Turbin ciepłownicze przeciwprężne i upustowo- kondensacyjne	7C50	50	6,87	500	66,7		104,6
	7UC60	52	6,87	500	83,3	1,47	95,6
	9C50	45	8,82	535	66,7		110,4
	13UP55	55	12,75	535	63,9	0,98	106,4
	13UP65	65	12,75	535	79,4	1,23	126,2
	13UC105	94,5	13,0	535	127,8	0,2/1,2	124,1
	13UK125	120	12,75	535	102,7	0,50	158,7

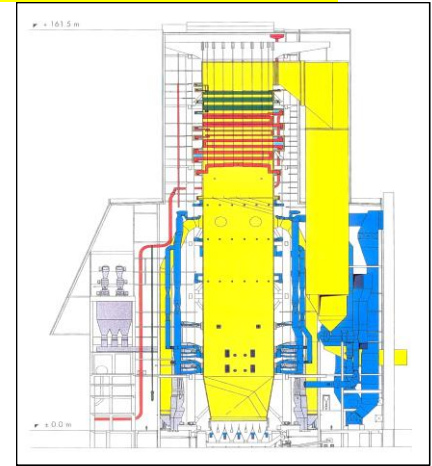
KOTŁY PYŁOWE. PRZYKŁADY KONSTRUKCYJNE



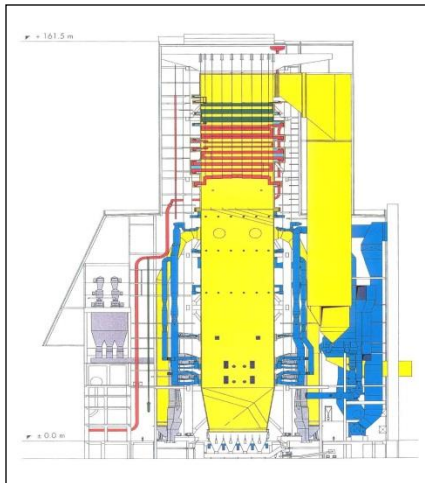
Kocioł dwuciągowy



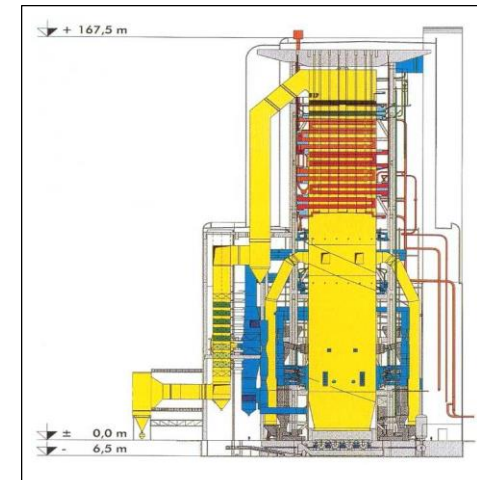
Kocioł dla bloku 460 MW w El. Pątnów II



Kocioł wieżowy

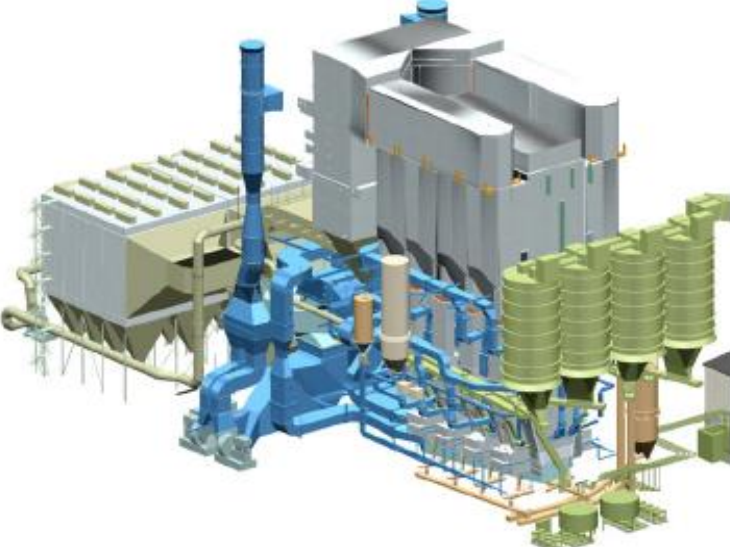
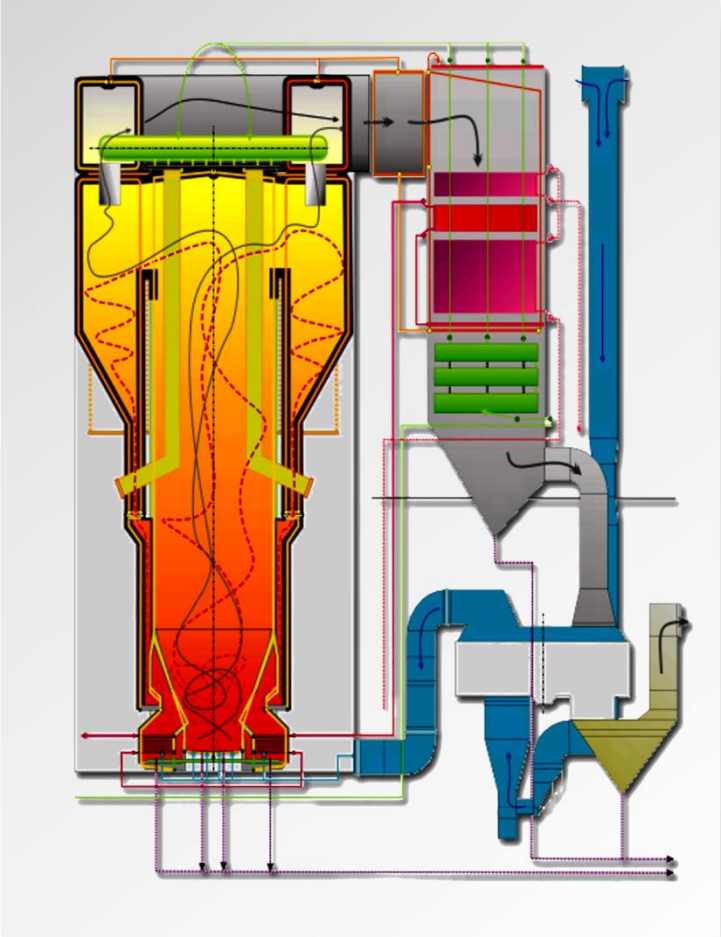
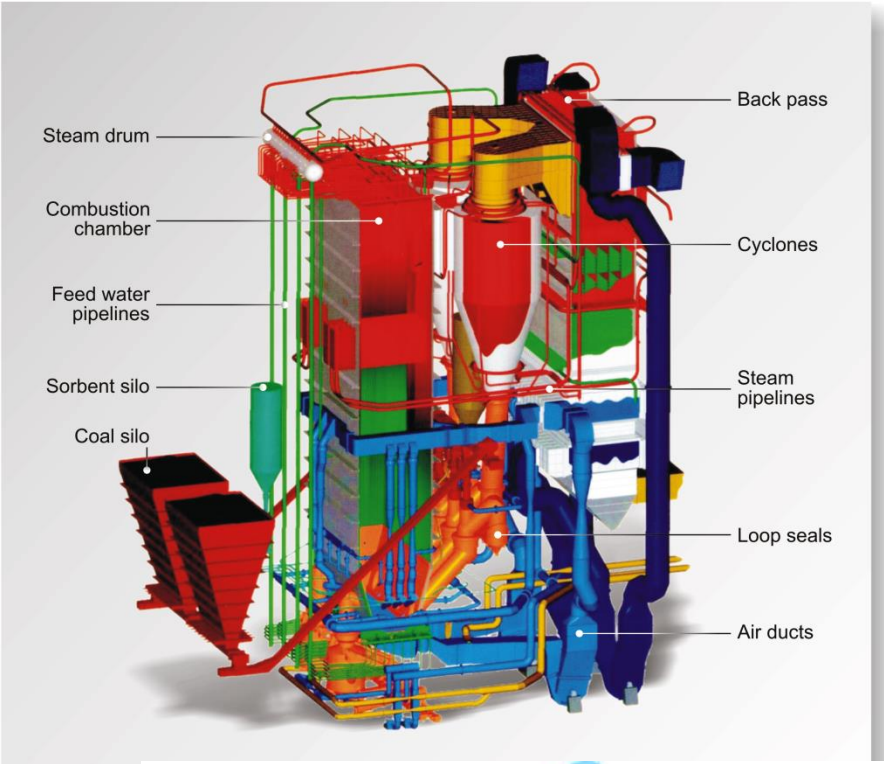


Kocioł dla El Schwarze Pumpe

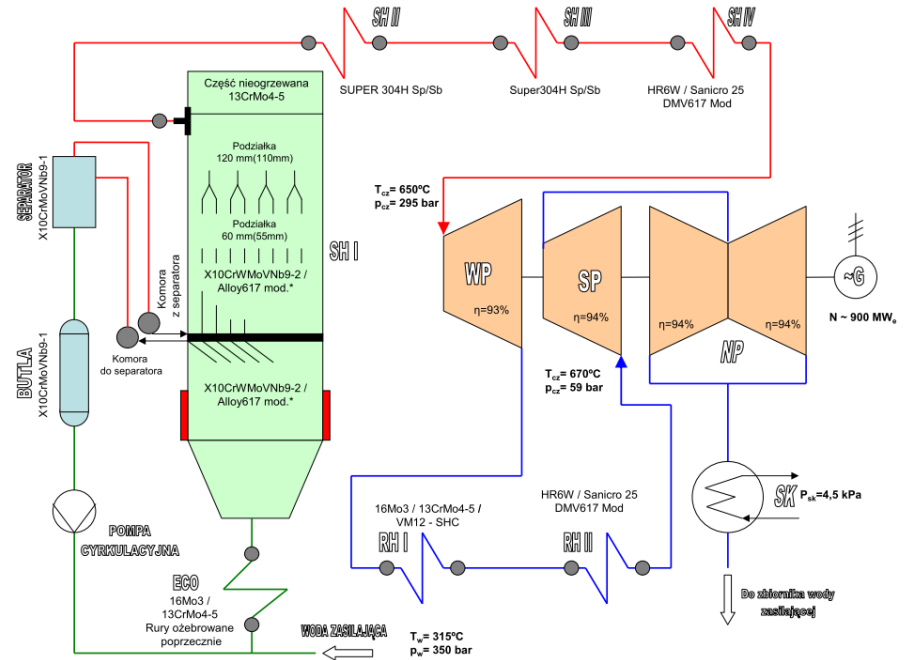
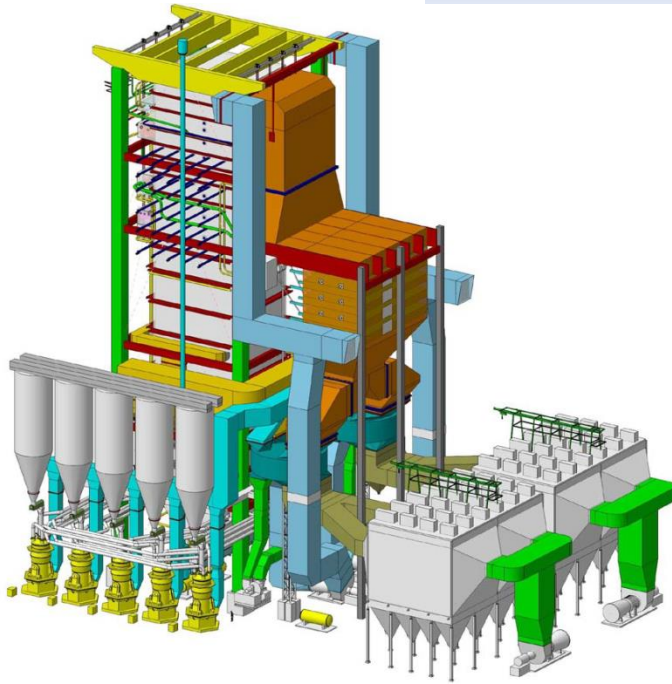


Kocioł dla El Niederaußem

KOTLY FLUIDALNE

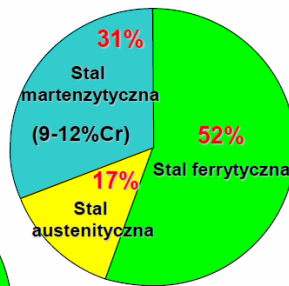
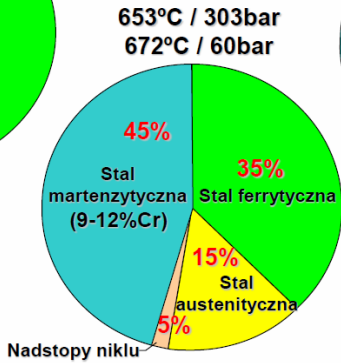
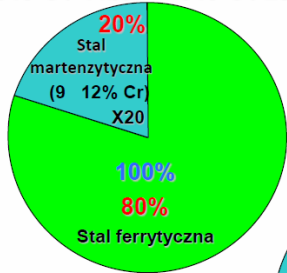


KONCEPCJA WYSPY KOTŁOWEJ

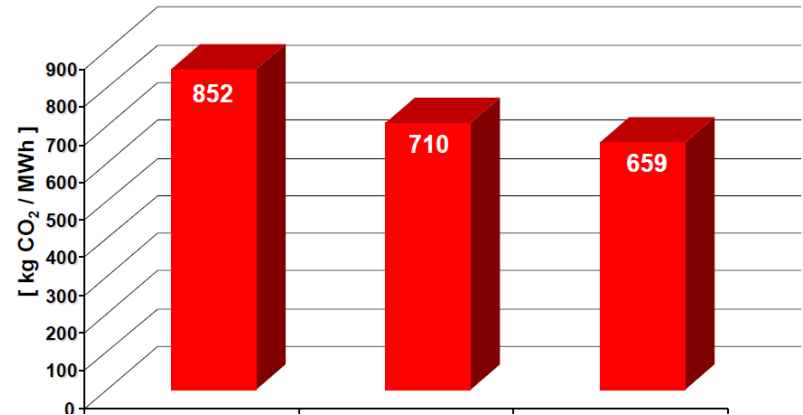


540°C / 182bar
540°C / 44bar
540°C / 135bar
540°C / 23bar

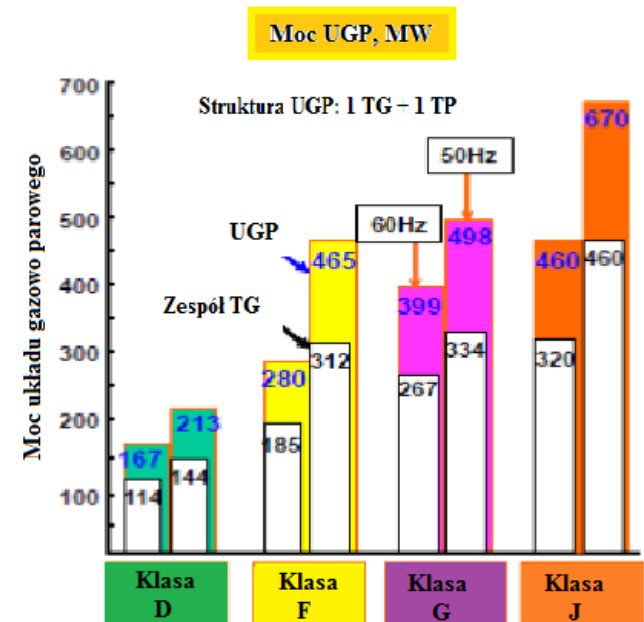
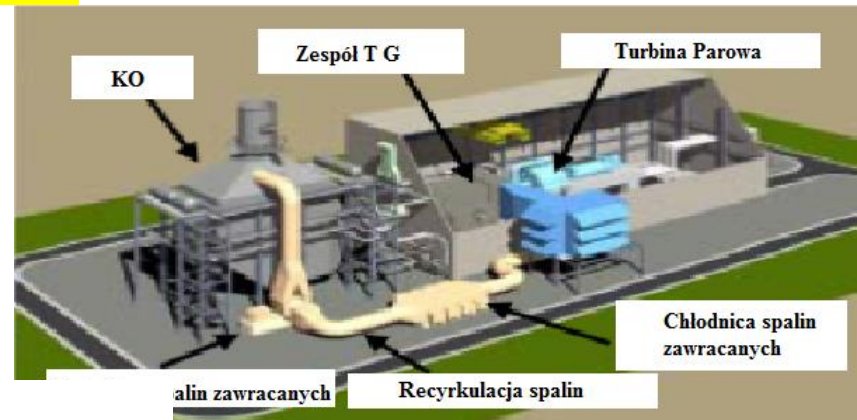
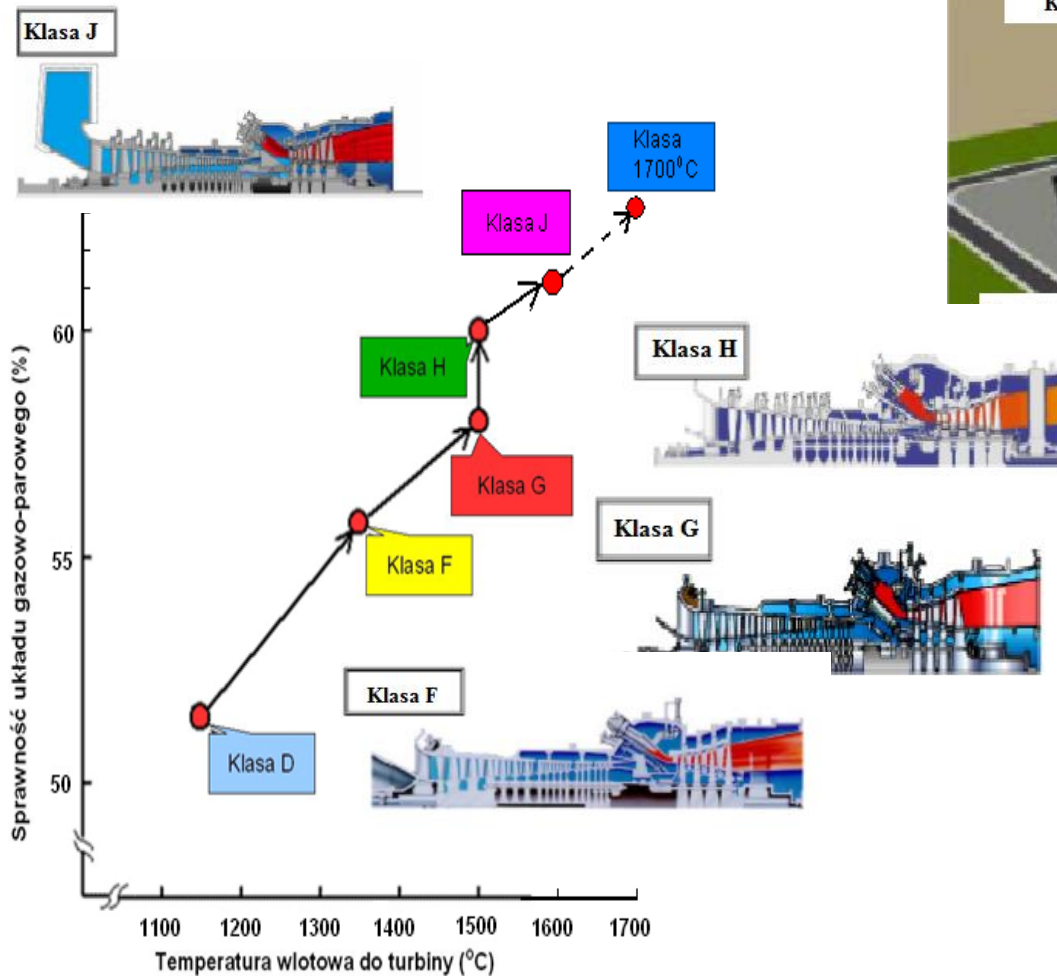
600°C / 285bar
610°C / 59bar



Ilość wygenerowanego CO₂ na 1MWh

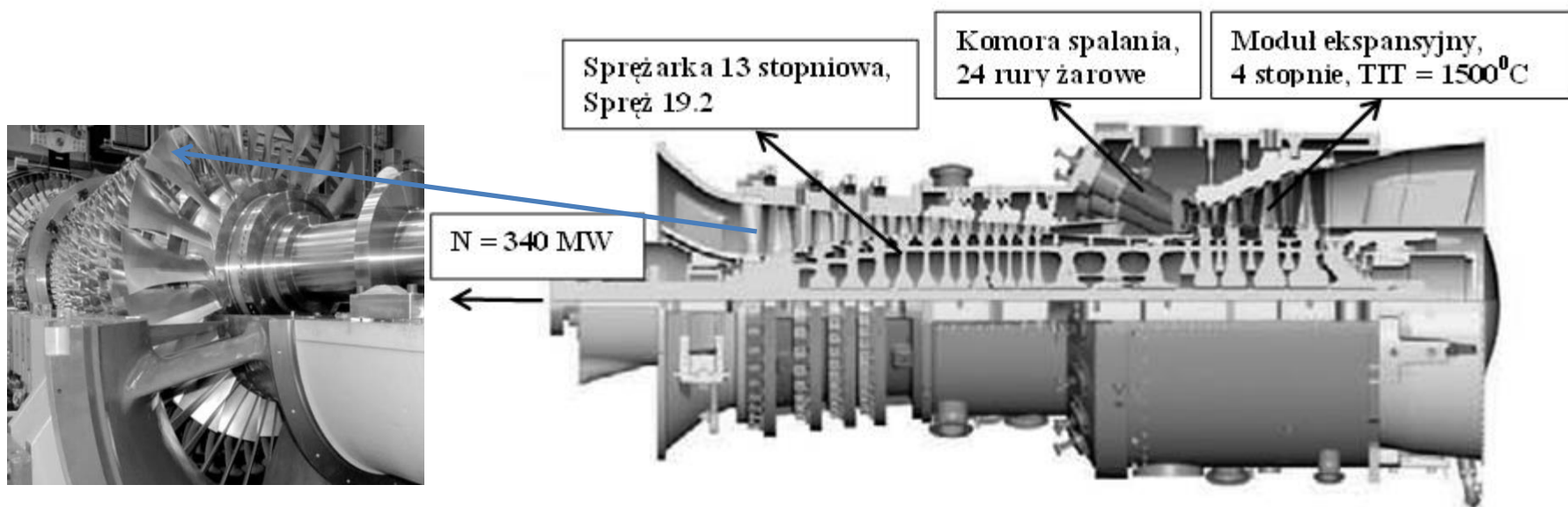


ENERGETYKA GAZOWA DUŻEJ MOCY

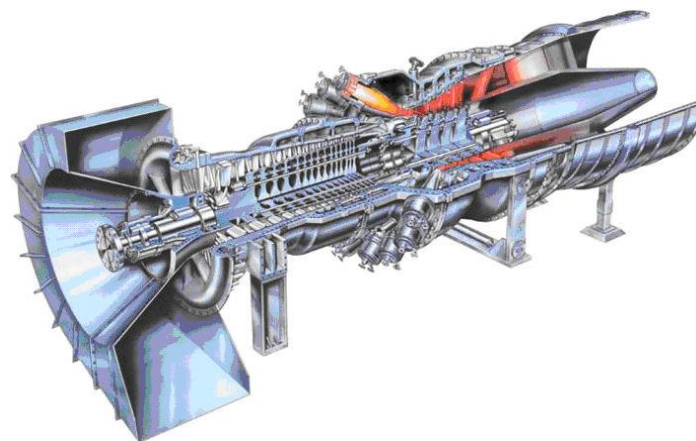


Źródła: 1. A.Maekawa, *Evolution and Future Trend of Large Frame Gas Turbine for Power Generation*, J. of Power and Energy Systems, Vol.5 No2, 2011 ; 2. T.Chmielniak, *Turbiny gazowe. Kierunki rozwoju*, [w Strategie rozwojowe w zakresie Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Eds. T.Chmielniak, M. Struzik, Gliwice 2009]

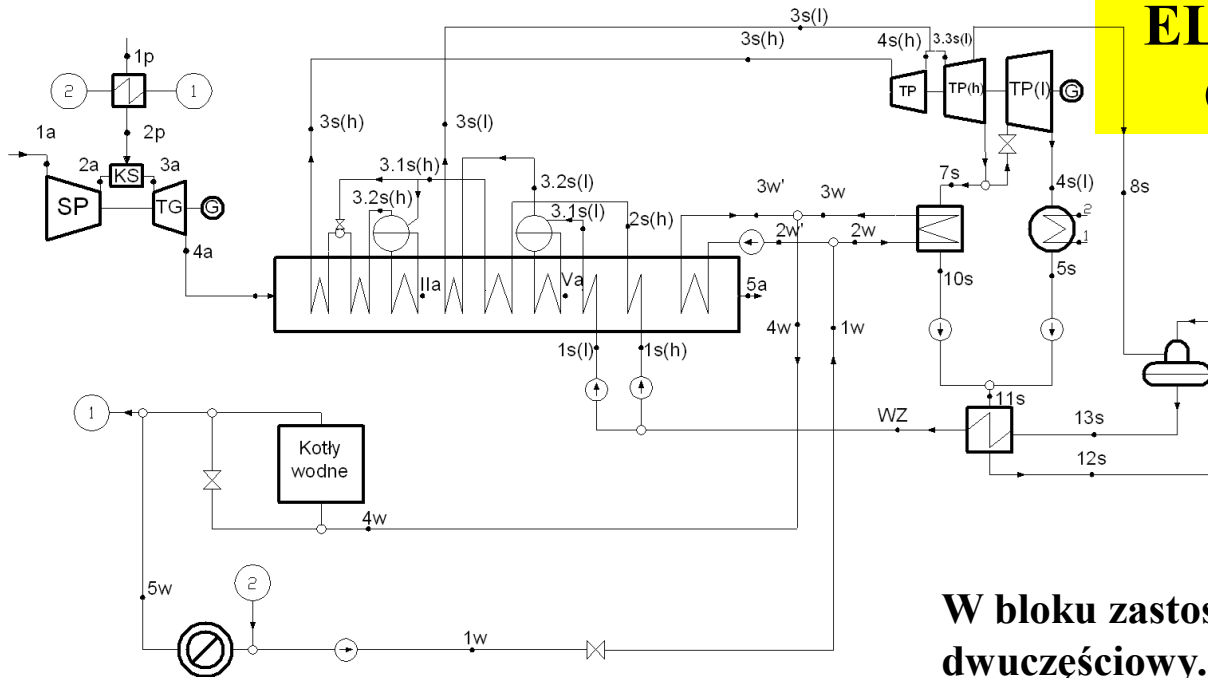
PRZYKŁADY KONSTRUKCYJNE: SGT5-8000H



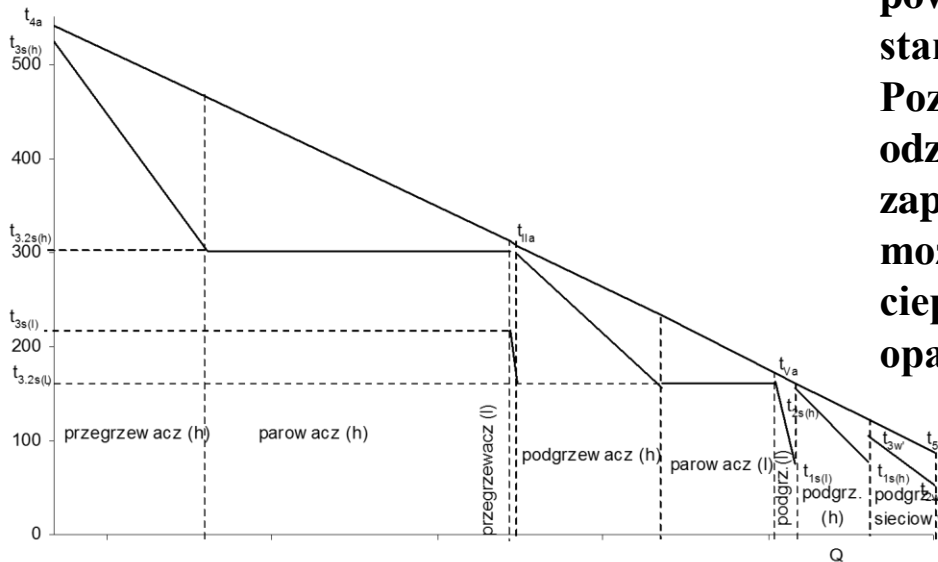
Główne dane konstrukcyjne : 13 stopniowa sprężarka(z czterema ustawialnymi wieńcami kierowniczymi, tarcze wirnikowe samonośne połączone centralnym cięgnem oraz sprzęgłem Hirtha), pierścieniowa komora spalania z 24 niskoemisyjnymi palnikami hybrydowymi(gaz, paliwo ciekłe)



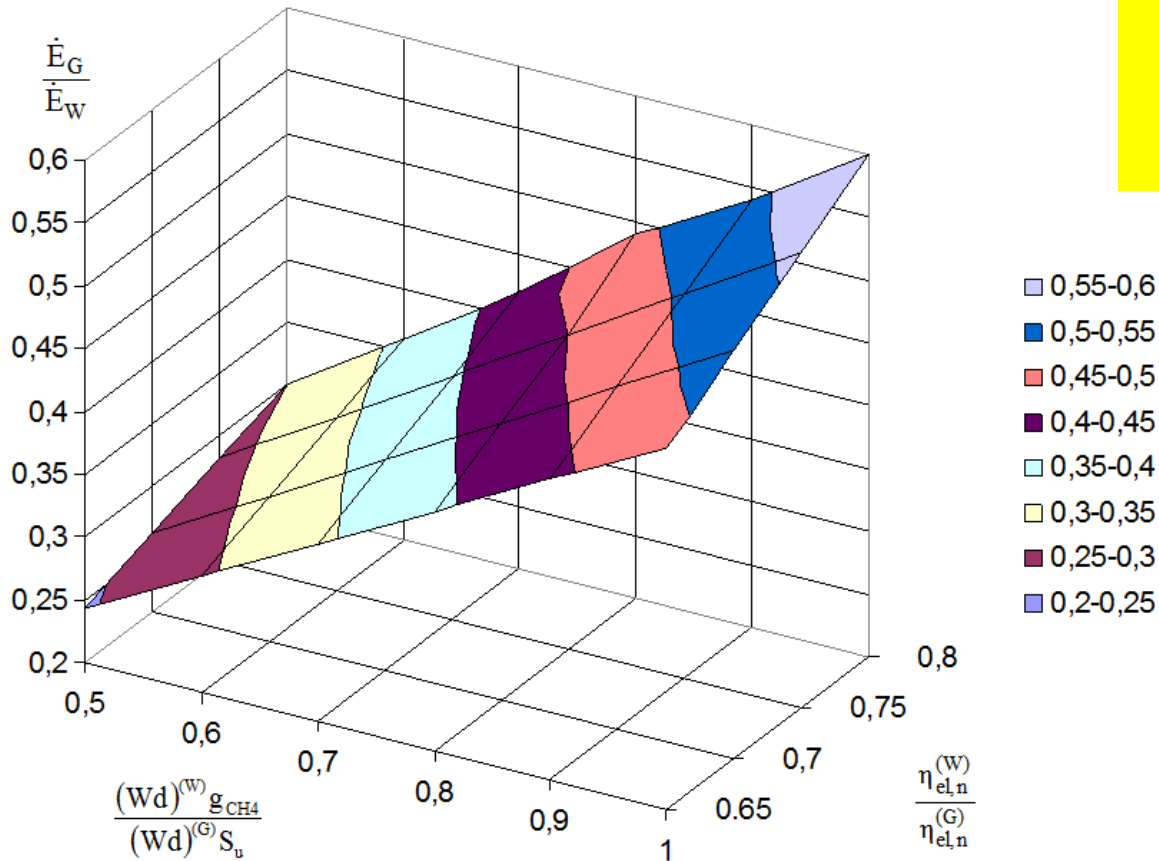
ELEKTROCIEPŁOWNIE GAZOWO-PAROWE



W bloku zastosowano wymiennik ciepłowniczy dwuczęściowy. Jego pierwsza część zasilana jest parą z upustu regulowanego. Ostatnia powierzchnia ogrzewalna w kotle odzyskowym stanowi drugą część wymiennika ciepłowniczego. Pozwala to schłodzić spaliny opuszczające kocioł odzyskowy do temperatury . W przypadku gdy zapotrzebowanie na ciepło jest większe od możliwości produkcyjnych wymiennika ciepłowniczego to załączane są kotły wodne opalane węglem.



UKŁADY GAZOWO-PAROWE. Emisje



Zależność stosunku $\frac{\dot{E}_G}{\dot{E}_W}$ od stosunku sprawności technologii węglowej ($\eta_{el,n}^{(W)}$) i sprawności instalacji gazowej ($\eta_{el,n}^{(G)}$) i parametru $\frac{W_d^{(W)} g_{CH_4}}{W_d^{(G)} S_u} \cdot \frac{\dot{E}_G}{\dot{E}_W}$ - emisje odpowiednio z technologii gazowej i węglowej, $W_d^{(W)}$, $W_d^{(G)}$ - wartości opałowe odpowiednio węgla i gazu, g_{CH_4} - udział masowy metanu w gazie (ewentualnie udział masowy substancji palnej przeliczony na udział metanu), S_u - stopień uwęglenia paliwa węglowego.

ENERGETYKA JĄDROWA I

W energetyce główne znaczenie mają reaktory termiczne wodne:

- **PWR (Pressurized Water Reaktor, około 210 GW mocy zainstalowanej)**
- **BWR (Boiling Water Reactor, około 70 GW)**
- **PHWR-CANDU (Pressurized Heavy Water moderated and cooled Reactor, około 20 GW)**
- **LWGR (Light Water cooled Graphite moderated Reactor, około 19 GW).**

Ponadto w eksploatacji są reaktory chłodzone dwutlenkiem węgla:

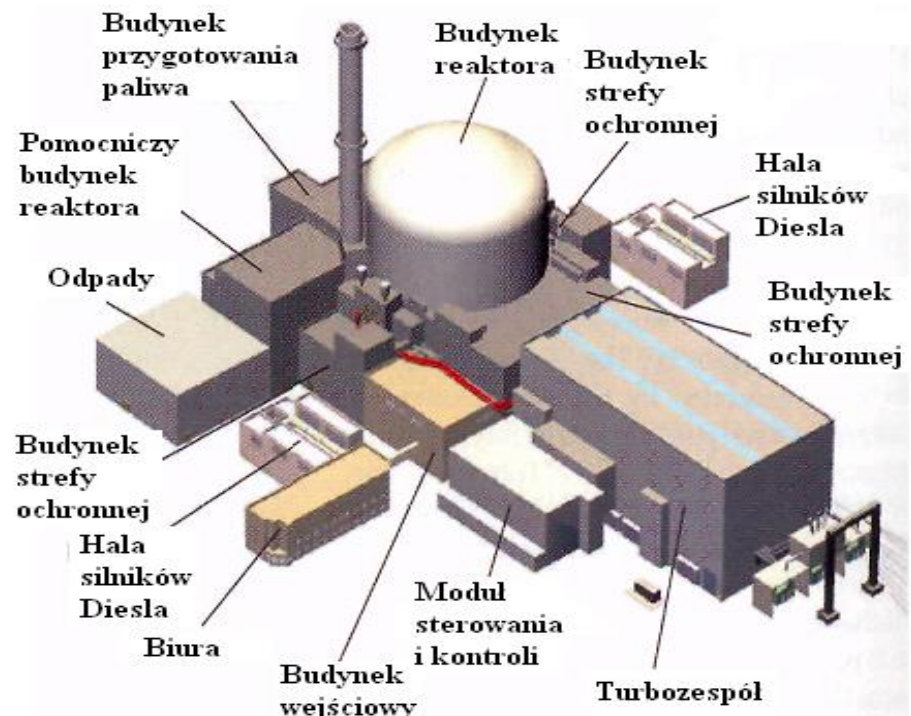
- **AGR (Advanced Gas cooled graphite moderated Reactor),**
- **GCR (Gas Cooled graphite moderated Reactor)**

oraz reaktory prędkie chłodzone ciekłymi metalami -**FBR (Fast Breeder Reactor)**.

Reaktory PWR , BWR, CANDU, AGWR instalowane między 1970-1990 tworzą II Generację reaktorów .

III Generacja obejmuje wodne reaktory zmodernizowane na przełomie 1990/2000 (np. AP-600, System +, ACR-700) .

Aktualnie budowane w Europie reaktory EPR(European Pressurized Water Reaktor) we Francji(Flamanville 3) i w Finlandii(Olkiluoto 3), o mocy elektrycznej po 1600 MW każdy, mieszczą się także w tej klasie reaktorów.



ENERGETYKA JĄDROWA II

Po 2010 r. wejdą do eksploatacji reaktory Generacji III+. Będą to głównie udoskonalone reaktory lekkowodne (czasem do tej grupy zalicza się reaktor AP 1000) reaktory CANDU, wysokotemperaturowe reaktory chłodzone helem (PBMR-High Temperature Pebble Bed Reactor- Południowa Afryka) oraz udoskonalone reaktory powielające (np. reaktor IFBR-Indie)

W 2000r. Departament Energetyki (DOE) USA powołał Generation IV International Forum (GIF), które łącznie z International Project on Innovative Nuclear Reactor (INPRO) ustalonym przez IAEA mają wskazać na kierunki rozwoju reaktorów jądrowych i wytypować projekty o najwyższym potencjale technologicznym, ekonomicznym i poziomie bezpieczeństwa Rozważane są głównie reaktory na neutrony prędkie chłodzone ciekłymi metalami i ich solami oraz wysokotemperaturowe chłodzone gazem, rys obok.

Reaktory IV Generacji osiągną dojrzałość technologiczną nie wcześniej niż w 2035(2040)r.

Energetyka jądrowa ma istotne znaczenie w ograniczeniu emisji dwutlenku węgla. Jest mało prawdopodobnym by bez jej rozwoju udało się osiągnąć zakładaną stabilizację tej emisji.

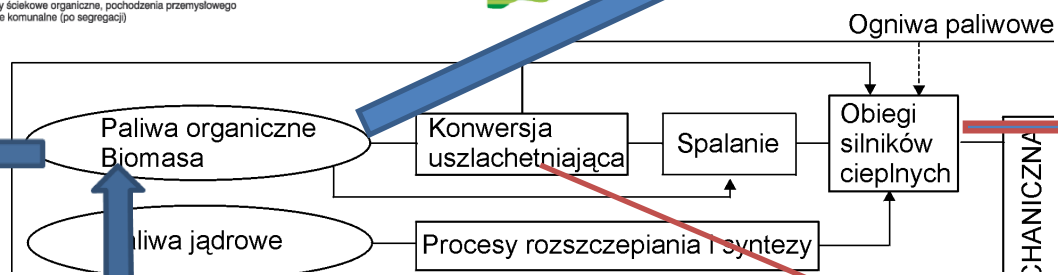
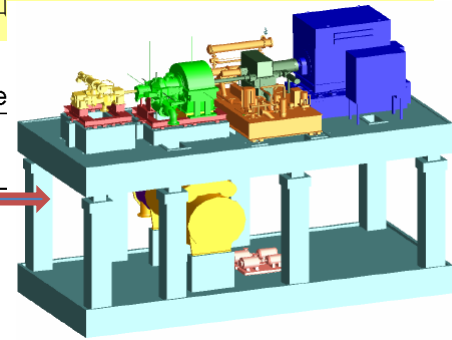
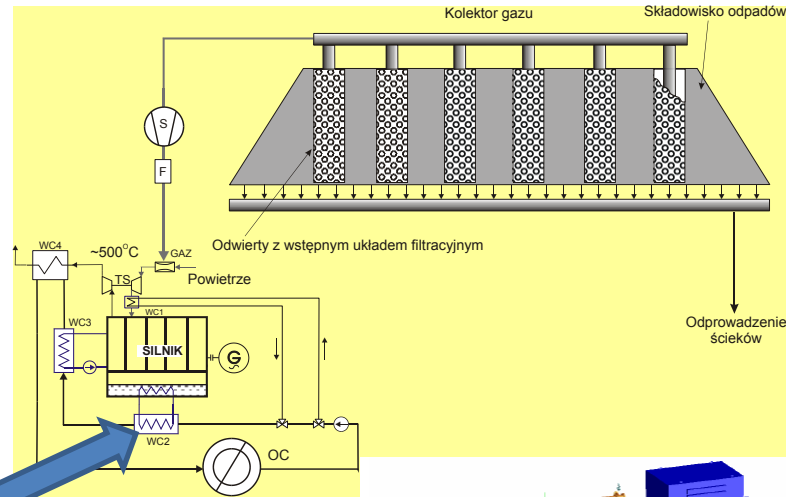
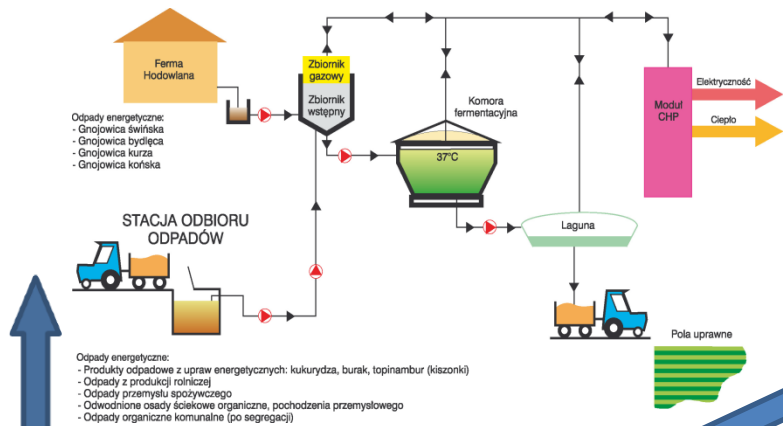
Ograniczenie emisji o 1 mld t C/rok w 2050 wymaga podwojenia zainstalowanej mocy, co wobec konieczności odbudowy mocy, nie jest zadaniem trywialnym. Niektóre programy zakładają osiągnięcie w 2050 r. mocy 1500GW. W tym przypadku potrzeby paliwowe przy wykorzystaniu termicznych reaktorów lekkowodnych wynoszą 1 mln uranu naturalnego, co nie jest istotniejszym ograniczeniem. Zastosowanie reaktorów powielających złagodzi paliwowe ograniczenia rozwoju energetyki atomowej.

EPR MAIN DATA

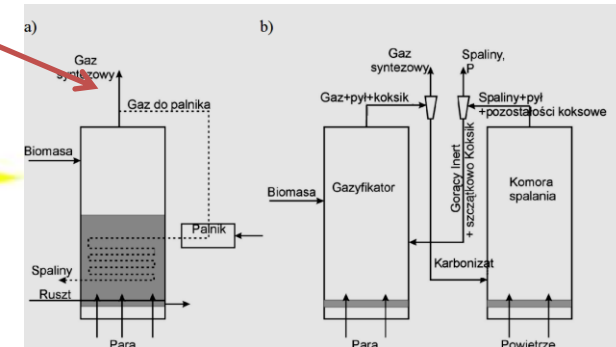
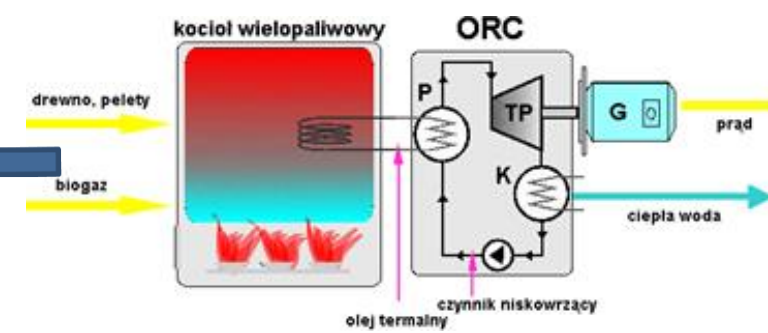
Thermal power (MWt)	4300
Electric output (MWe)	1600
Reactor pressure (bar)	154
Steam temperature (°C)	290
Pressure vessel height (m)	13
Reactor core height (m)	4.2
Number of fuel elements	241
Quantity of UO ₂ in reactor (t)	128
Number of control rods	89
Containment height (m)	63
Containment width (m)	49
Containment wall thickness (m)	2

TECHNOLOGIE ENERGETYCZNE.

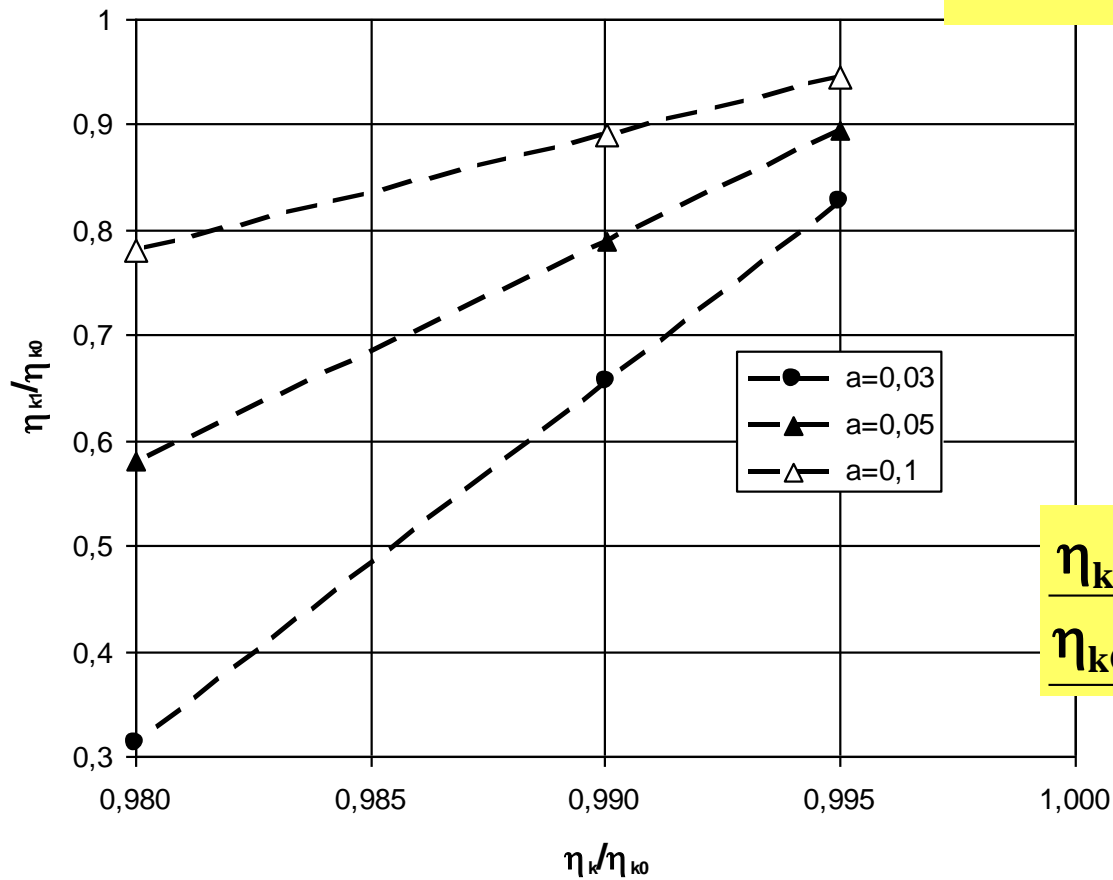
Biomasa



Różny stopień dojrzałości do wdrożenia poszczególnych technologii



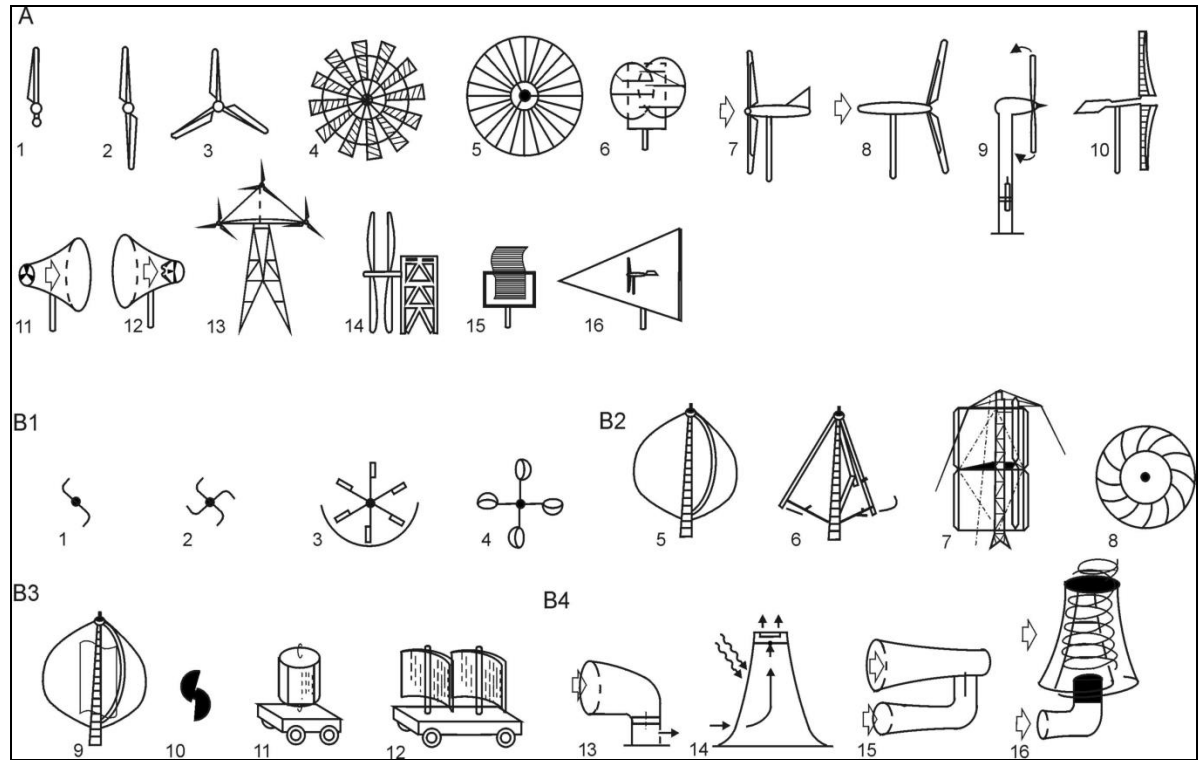
Efektywność dopalania



$$\frac{\eta_{k1}}{\eta_{k0}} = \frac{1+a}{a} \left(1 - \frac{\Delta\eta_k}{\eta_{k0}} \right) - \frac{1}{a} \eta_{k0}$$

TURBINY WIATROWE

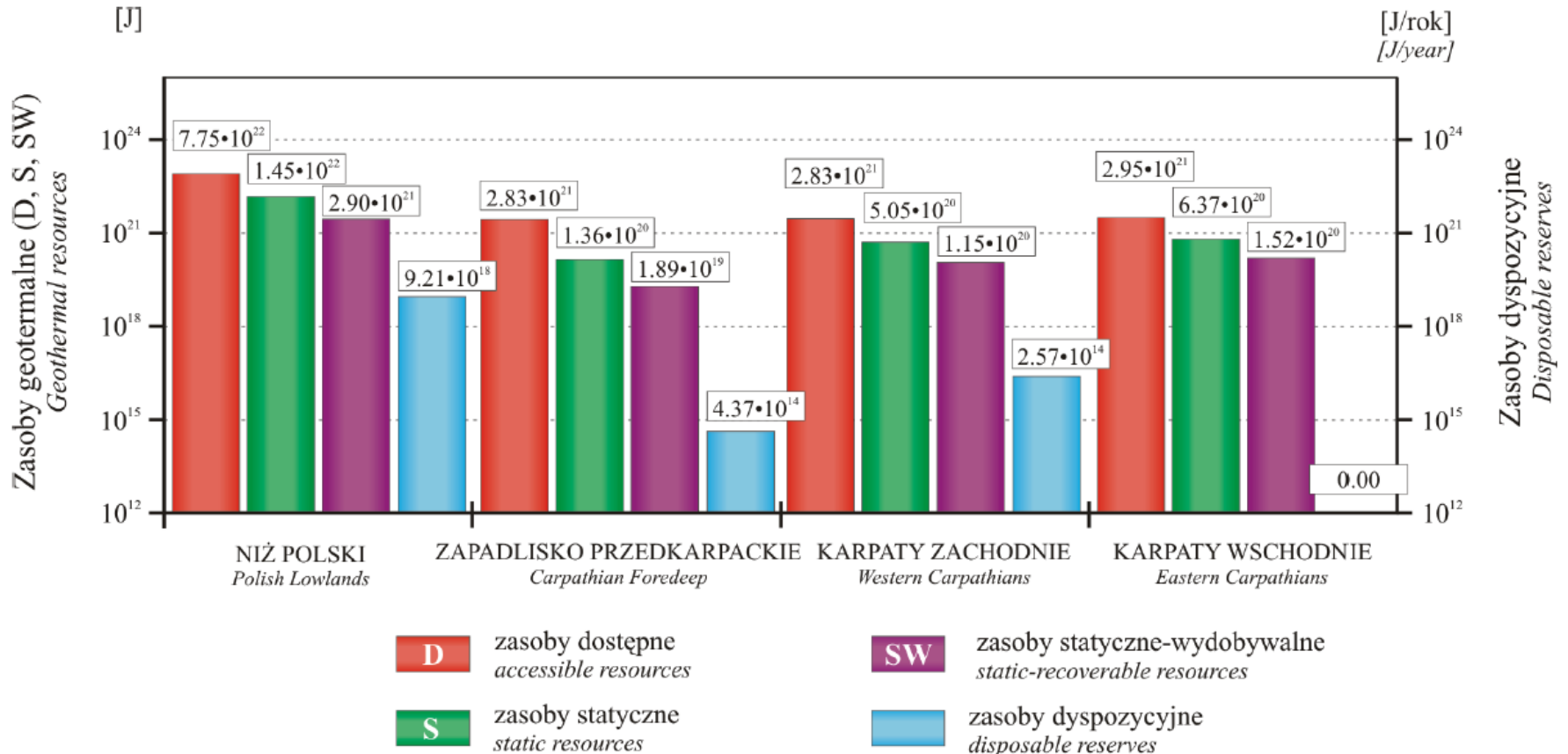
Turbiny, w których następuje konwersja energii wiatru (odnawialne źródło energii) w energię mechaniczną, to turbiny wiatrowe. Dzielimy je zasadniczo na dwie grupy: *turbiny o osi poziomej i pionowej*. Nie wyklucza to innych klasyfikacji, np. na turbiny z wirnikami jednoskrzydłowymi i wieloskrzydłowymi.



TURBINY WIATROWE. Lokalizacja

Miejscowość	Liczba jednostek	Typ	Odległość piasty od podłoża, m	Średnica, m	Moc nom. MW	Operator, Data uruchomienia
Barzowice	6	Vestas V52	67	52	5	2001
Zagórze	15	Vestas V80	80	80	30	Tauron, 2003
Kisielice	43	GE 1.5sl	85	77	76.5	PGE, 2007-2014
Jagniątkowo	17	Vestas V90		90	30.6	PGE, 2007
Krzęcin	7	Gamesa G90/2000	100	80	6	RWE, 2008
Kamieńsk	25	Emercon E-4	85	71	30	PGE, 2007
Suwalki	18	Siemens SWT 2.3-93	103	92.8	41	RWE, 2009
Lipniki	15	REpower MM92	83.3	92.5	30	Tauron. 2011
Pągów	17	Vestas V112-3	119	112	51	GDF Suez, 2012
Hża	27	Vestas V90	119	100	54	2014

ZASOBY GEOTERMALNE. POLSKA 2013



Źródło: M. Hajto (2013)
GeoDH Wksp in Poland, March 2013,
www.geodh.eu

T.CH.,2014

STAN OBECNY

Zasadnicze dokumenty determinujące przyszłość energetyki w Polsce

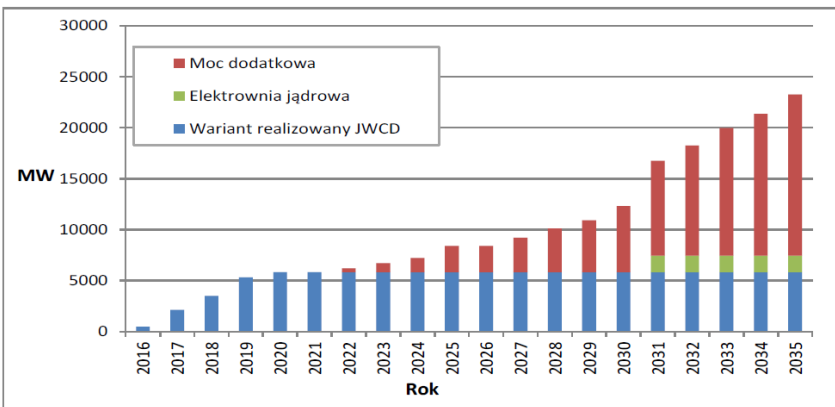
- **Na poziomie UE:**
 - porozumienie paryskie z 2015 r.
 - rewizja ETS (MSR, LRF, derogacje i kompensacje, MF),
 - Dyrektywa IED oraz konkluzje BAT.

- **Na poziomie kraju:**
 - kształt rynku mocy,
 - zasady implementacji konkluzji BAT,
 - rozwój OZE,
 - przyszła Polityka Energetyczna Polski.

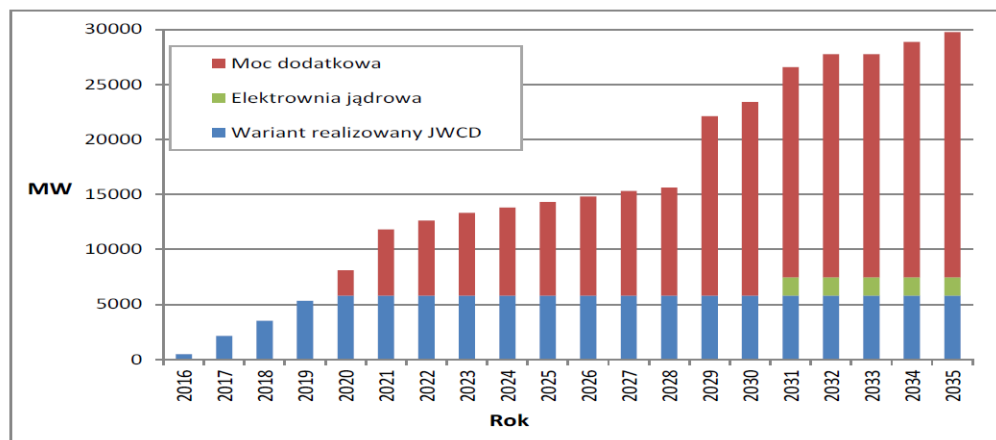
Na podstawie K. Szynol : Unia Energetyczna Konferencja z perspektywy przedsiębiorstw.
Materiały Konferencji *Unia energetyczna: implikacje dla Polski Gliwice 18 września 2017 r.*

Konkluzje BAT – bilans przyrostu mocy

Wymagany przyrost mocy w scenariuszu modernizacyjnym BAT



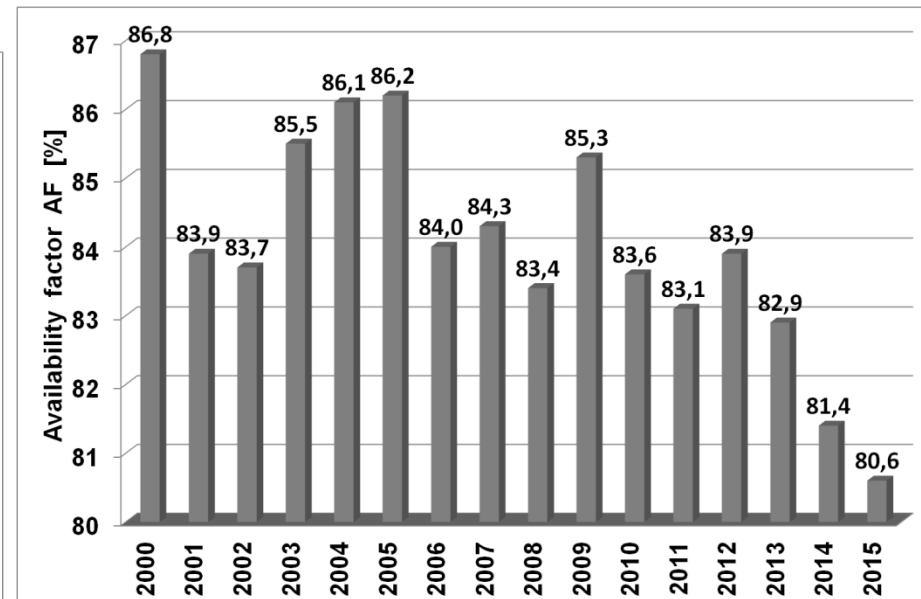
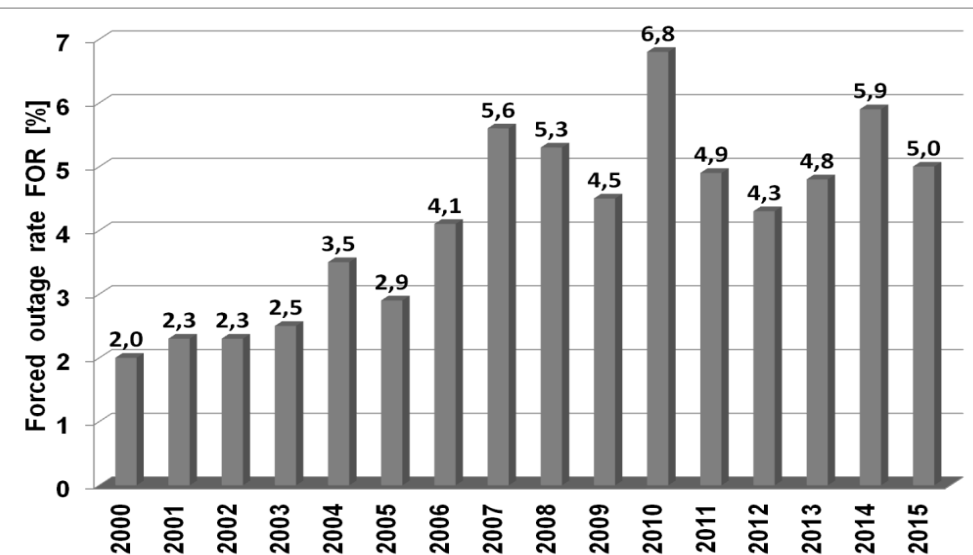
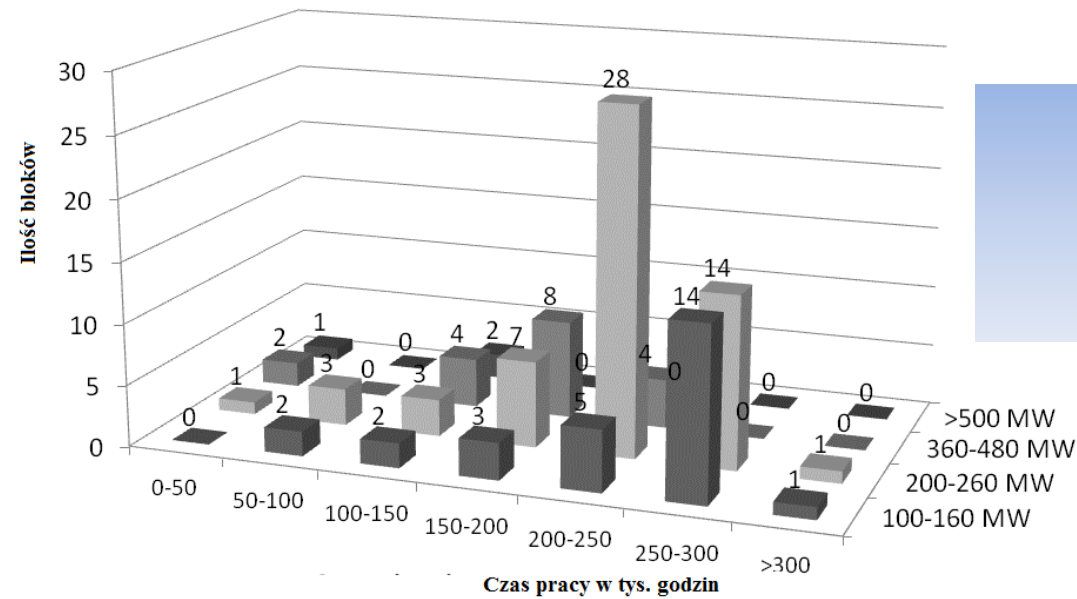
Wymagany przyrost mocy w scenariuszu wycofań BAT



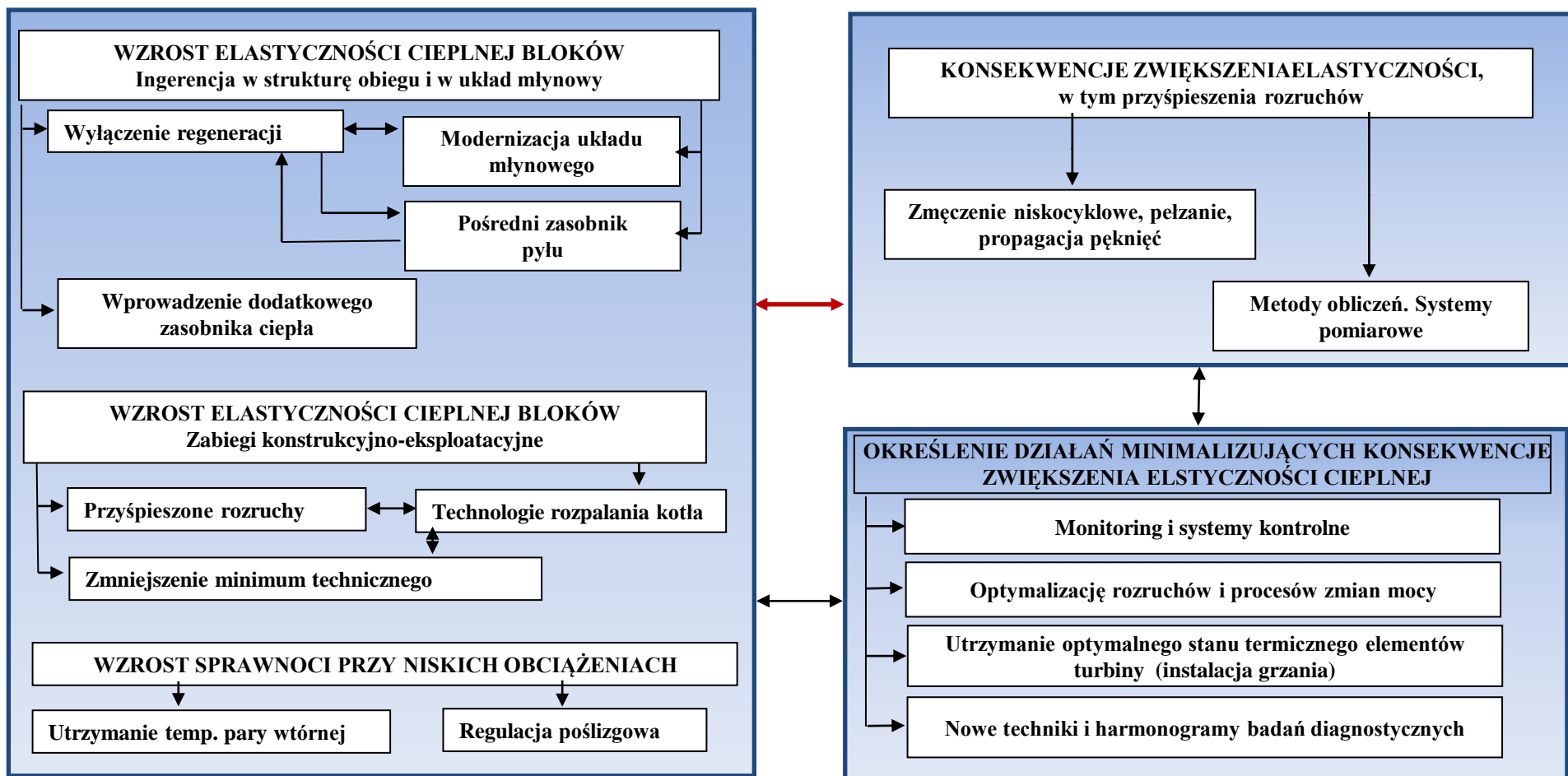
Rok	2020	2025	2030	2035
Moc dodatkowa [MW]	2 300	8 500	17 600	22 300
Moc sumaryczna* [MW]	8 100	14 300	23 400	29 750

Na podstawie K. Szynol : Unia Energetyczna Konferencja z perspektywy przedsiębiorstw.
Materiały Konferencji *Unia energetyczna: implikacje dla Polski Gliwice 18 września 2017 r.*

WIEK, WSKAŹNIKI AWARYJNOŚCI I DYSPOZYCYJNOŚCI

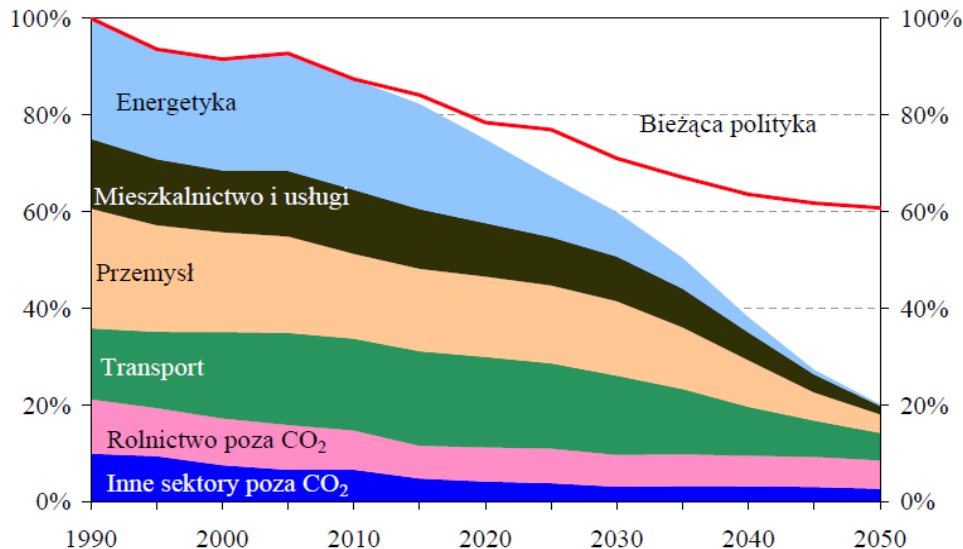


ZAGADNIENIA



SCENARIUSZE TECHNOLOGICZNE I

Technologie paliw kopalnych pod prężeniem nowych wymagań:



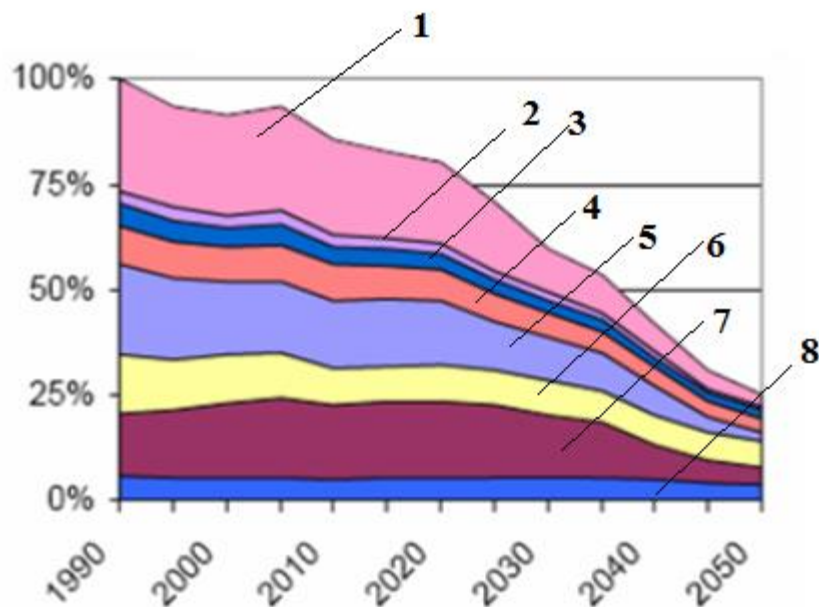
Ekologicznych

Przewidziana(potencjał) redukcja emisji gazów cieplarnianych w podziale na sektory(*Energy Roadmap 2050. COM(2011)112*)

Ścieżka redukcji emisji gazów cieplarnianych według *Energy Roadmap 2050. COM(2011)112,*

Redukcja emisji gazów cieplarnianych w porównaniu z poziomem z 1990	2005 %	2030 %	2050 %
Łącznie(CO ₂)	7	40 - 44	79 -82
Podział na sektory:			
Energetyka	7	54 - 68	93 -99
Przemysł	20	34 -40	83 -87
Transport(łącznie z lotnictwem ale bez transportu morskiego)	-30	-20 do 9	54 -67
Mieszkalnictwo i usługi	12	37 - 53	88 - 91
Rolnictwo(poza CO ₂)	20	36 - 37	42 - 49
Inne emisje poza CO ₂	30	72 - 73	70 - 78 ²

SCENARIUSZE TECHNOLOGICZNE II



- Scenariusz redukcji dwutlenku węgla według *Eurelectric* (Hans ten Berge: *The Electricity Sector at a Crossroads*. VGB Congress 2011 Bern). 1- Produkcja elektryczności i ciepła, 2 – inne gałęzie energetyki, 3 – usługi, 4 – mieszkalnictwo, 5 - CO₂ poza sferą energetyki i przemysłu, 6 – przemysł, 7 – transport, 8- inne,

Przedstawiony na rys. *Scenariusz Eurelectric* charakteryzuje się nieco mniejszą dynamiką redukcji dwutlenku węgla w sektorze energetycznym. Jego realizacja zakłada konieczność wykorzystania potencjału wszystkich opcji technologicznych oraz niemal pełną elektryfikacji po stronie popytu (elektryfikacja napędów, ogrzewania, akumulacja energii). Akcentuje się przy tym, że opóźnienie wdrażania CCS oraz eliminacja energetyki jądrowej przesunie w czasie osiągnięcie celów klimatycznych. W większym stopniu niż w przypadku *Energy Roadmap 2050* zakłada się, że zauważalna redukcja emisji CO₂ jest możliwa po 2025.

SCENARIUSZE TECHNOLOGICZNE III

W kontekście obu omówionych scenariuszy warto także zwrócić uwagę na stanowisko *The European Power Plant Suppliers Association (EPPSA)* (F.J. Mengede: *Power Market , Technologies & Acceptance: Status & Perspectives*. VGB Congress 2011 Bern).

Jego istotne elementy są następujące:

- Zapotrzebowanie na elektryczność w UE-27 będzie wzrastać do 2020 i w dalszym okresie czasu,
- Wiele nowych siłowni wykorzystujących paliwa kopalne powinno być uruchomionych w okresie do 2020,
- Tylko ciągły proces inwestycyjny gwarantuje postęp technologiczny
- Emisja CO₂ musi być ograniczana zgodnie z polityką UE
- Wzrost sprawności jest podstawowym warunkiem zmniejszenia emisji
- Konieczne jest zastosowanie w istniejących i nowych elektrowniach w instalacje separacji CO₂
- Konieczne jest skrócenie procedury uzyskiwanie pozwoleń na inwestycje
- Konieczna stabilizacja prawa
- Ważnym zadaniem jest uzyskanie pozwolenia społecznego na uruchomienia nowych technologii

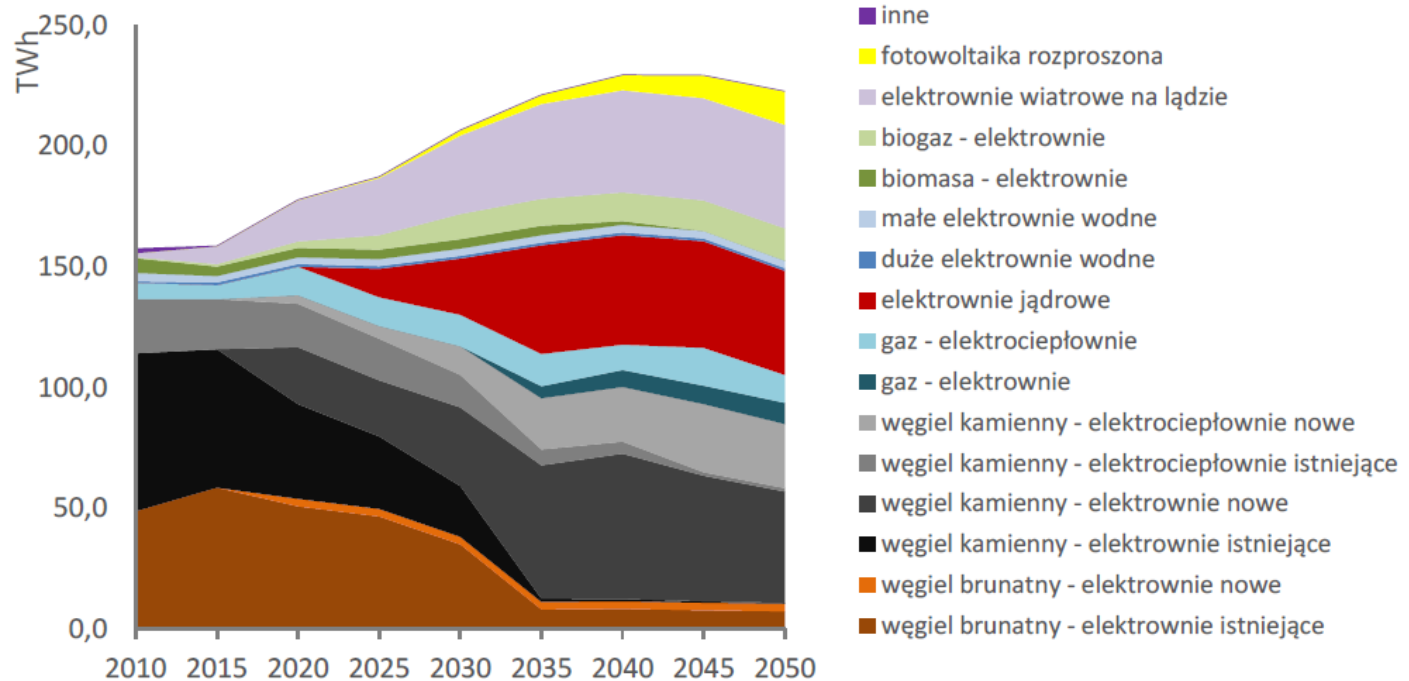
SCENARIUSZE IV

Tab. Źródła odnawialne. Potencjał (Moce zainstalowane)[4]

Lata	2007	2020	2030	2050
Energetyka wiatrowa	56	180	288.5	462
Energetyka wodna	102	120	148	194
Ogniwa fotowoltaiczne	4.9	150	397	962
Biomasa	20.6	50	58	100
Geotermia	1.4	4	21.7	77
Elektrownie słoneczne	0.011	15	43.4	96
Energia oceanów	-	2.5	8.6	65
Łącznie, GW	185	521.5	965.2	1, 956

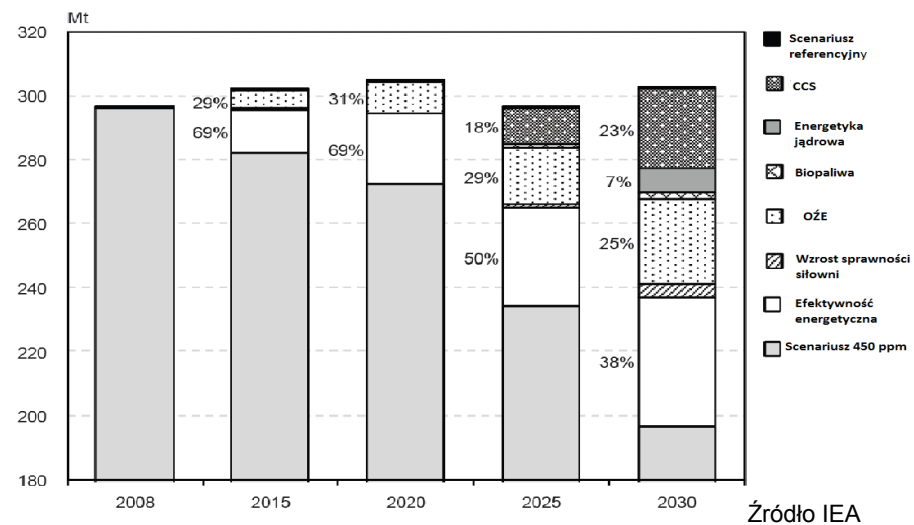
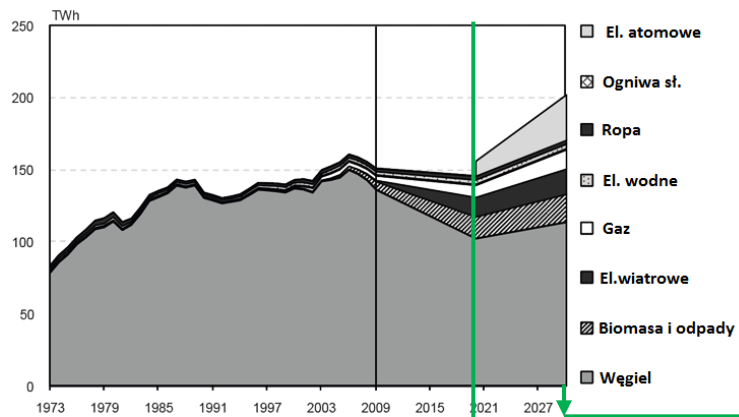
Odmienne scenariusze przedstawiają instytucje promujące upowszechnienie energetyki źródeł odnawialnych. W tabelicy 2 pokazano dane dla scenariusza EREC(*European Renewable Energy Council*)[4]. Charakteryzuje go ogromna dynamika wprowadzania instalacji energetyki słonecznej(Fotowoltaika i Elektrownie słoneczne) i stosunkowo umiarkowne tempo, w porównaniu z i innymi źródłami, wprowadzania technologii energetycznego wykorzystania biomasy. Zakłada on całkowitą rezygnację z energetyki paliw kopalnych i energetyki jądrowej w UE w 2050, podczas gdy jeszcze w 2030 roku udział instalacji nieodnawialnych w produkcji elektryczności przekraczałby 35%.

SCENARIUSZE TECHNOLOGICZNE V. Energetyczna Polska 2050



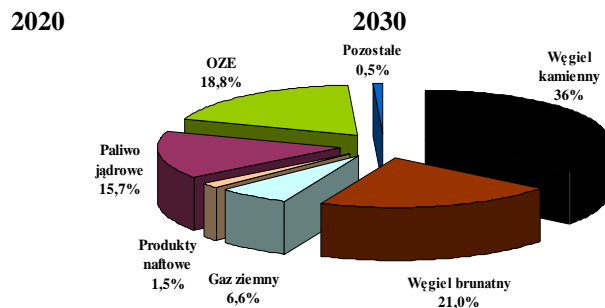
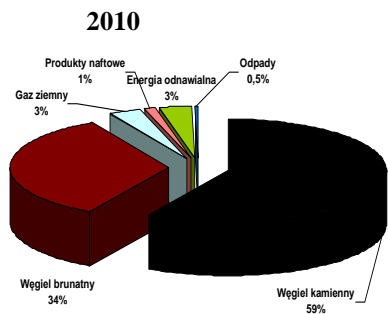
Źródło: symulacje własne za pomocą modelu POESSIA, WISE Institute

SCENARIUSZE



Źródło IEA

KORYTARZ POLITYCZNY (Polska)



TECHNOLOGIE WĘGLOWE DO ODBUDOWY MOCY

Należy rozpatrywać następujące technologie produkcji elektryczności :

- *Instalacje węglowe ze spalaniem powietrznym (kotły pyłowe i fluidalne) bez wychwytu dwutlenku węgla*
- *Układy kombinowane węglowo – gazowe, czy węglowo - biomasowe*
- *Układy gazowo – parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla*

W dalszej perspektywie

- *Instalacje węglowe ze spalaniem tlenowym*
- *Ultra-nadkrytyczne bloki z kotłami pyłowymi (bloki 50+)*
- *Instalacje węglowe ze spalaniem powietrznym (kotły pyłowe i fluidalne) z wychwytem dwutlenku węgla*

Stan technologii	Potencjalna możliwość wykorzystania w procesie inwestycyjnym
Wysoka dojrzałość Technologiczna. Duży stopień upowszechnienia	++
Wysoka dojrzałość technologiczna. Niewielki stopień upowszechnienia	+
Dobry stopień dojrzałości technologicznej. Mały stopień upowszechnienia	- - +
Instalacje demonstracyjne	+ -
Wysoki stopień analiz systemowych. Sprawdzone materiały. Brak instalacji demonstracyjnych	- - +
Opracowane koncepcje wychwytu. Instalacje pilotowe separacji CO ₂ . Brak instalacji dem. dużych mocy	- - +

TECHNOLOGIE GAZOWE

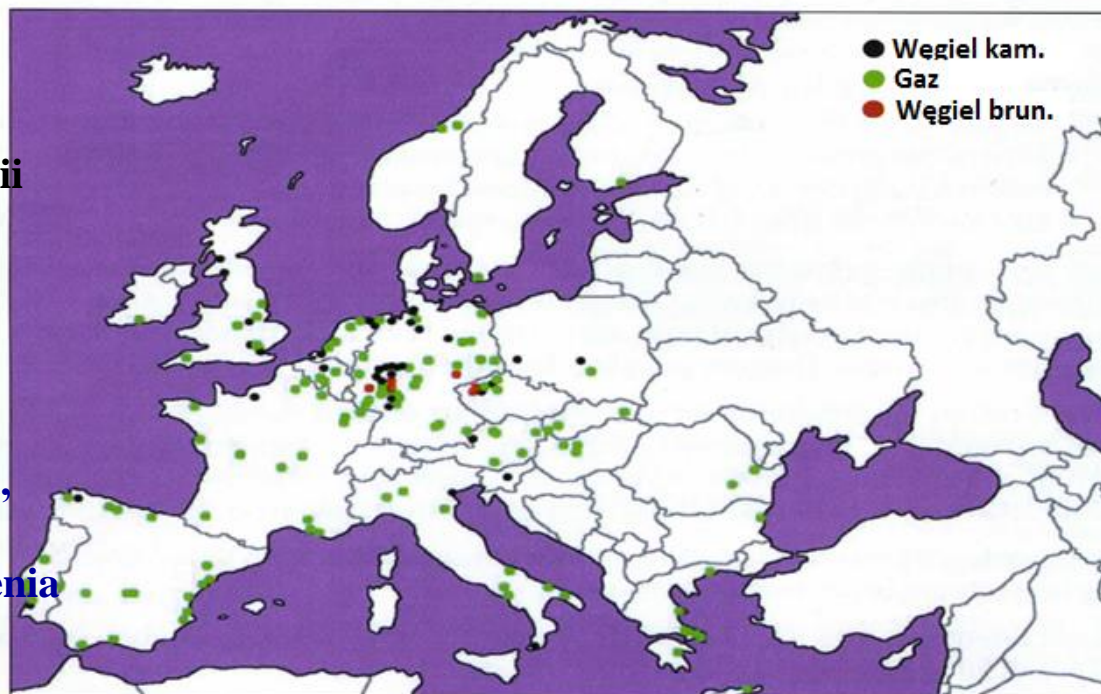
Mimo rosnącego uzależnienia UE od importu gazu realizuje i przygotowuje się w krajach Unii nowe inwestycje w energetyce gazowej różnych mocy. Jest to uzasadnione zważywszy na:

- Możliwość uzyskania wysokich sprawności układów gazowo-parowych(58-60%-najwyższa sprawność w układach z silnikami cieplnymi),
- Małe obciążenie środowiska naturalnego w procesie wytwarzania elektryczności i ciepła,
- Wysoką niezawodność i elastyczność eksploatacyjną.
- Istotne funkcje w zakresie usług systemowych(głównie autonomiczne zespoły turbin gazowych)

Obecnie rośnie znaczenie technologii gazowych. Zakres ich zastosowań obejmuje nie tylko autonomiczne zespoły turbinowe, czy turbiny stacjonarne dla układów gazowo - parowych na gaz ziemny

Główne współcześnie formułowane wymagania w stosunku do technologii energetycznych:

- wysoka niezawodność i dyspozycyjność,
 - wysoka sprawność,
 - niska emisja,
 - wysoka elastyczność eksploatacyjna,
 - elastyczność paliwowa,
 - niskie koszty utrzymania, prowadzenia eksploatacji,
- obowiązują także dla układów energetycznych z turbinami gazowymi.



PODSUMOWANIE

Wyzwania techniczne związane z upowszechnieniem technologii o losowym wytwarzaniu – *ekonomiczność przy zmiennym obciążeniu, przyspieszona degradacja związana z zwiększoną dynamiką zmian obciążenia*. Problematyka dekarbonizacji przesuwają technologie paliw kopalnych do funkcji bilansujących przy braku generacji elektryczności ze źródeł odnawialnych. Dla podkreślenia wagi problemu warto wskazać, że przy założeniu 80 % udziału OZE w produkcji elektryczności system wymaga 300% mocy zainstalowanej w tych źródłach, co i tak zabezpiecza przy 5% możliwości magazynowania energii tylko 15-25 % produkcji pewnej (bezpiecznej). W konsekwencji wymaga to zainstalowania 70 – 80 % wartości mocy szczytowej w technologiach paliw kopalnych. Przy obecnie obowiązującym rynku energii brak jest ekonomicznych impulsów gwarantujących nowe inwestycje – to wyzwanie ekonomiczne.

Nowe bloki przy zmiennym obciążeniu rzadko są eksploatowane w punkcie maksymalnej sprawności co prowadzi do trudności z czasem zwrotu. Problem ten prowadzi do tzw. *missing money*. Podobnie ignorowane są potrzeby modernizacji istniejących bloków do pracy w systemie zmiennego obciążenia. Dla Polski nie jest to jeszcze problem zasadniczy, ale w najbliższej przyszłości może się on okazać istotnym..

PODSUMOWANIE

- Nikt, kto kieruje się racjonalnym osądem obecnej sytuacji w zakresie technologii generacji elektryczności, nie może negować tezy, że w najbliższych dekadach bezpieczny technicznie i ekonomicznie dostęp do elektryczności może być zapewniony tylko przez wykorzystanie **dobrze zbilansowanej struktury paliwowej, ujmującej zarówno paliwa kopalne jak i źródła jądrowe i odnawialne.** Optymalizacja tej struktury jest zadaniem ciągłym i wyklucza skokowe zmiany.
- **Wprowadzenie do polskiego sektora wytwarzania elektryczności technologii gazowych jest koniecznością.** Układy autonomiczne mogą spełniać istotną rolę regulacyjną. Układy gazowo-parowe o dużej elastyczności cieplnej obok ograniczenia emisji dwutlenku węgla mogą także spełniać funkcje regulacyjne. Zespoły turbin gazowych mogą stanowić również podstawę do budowy instalacji akumulacyjnych. Główną barierą może okazać się niestabilność na rynku paliwa gazowego, w związku z poważnie zwiększonym zainteresowaniem tą klasą technologii w wielu częściach globu.

PODSUMOWANIE 2

- **Wprowadzenie do polskiego sektora wytwarzania elektryczności technologii gazowych jest koniecznością. Układy autonomiczne mogą spełniać istotną rolę regulacyjną. Układy gazowo-parowe o dużej elastyczności cieplnej obok ograniczenia emisji dwutlenku węgla mogą także spełniać funkcje regulacyjne. Zespoły turbin gazowych mogą stanowić również podstawę do budowy instalacji akumulacyjnych. Główną barierą może okazać się niestabilność na rynku paliwa gazowego, w związku z poważnie zwiększonym zainteresowaniem tą klasą technologii w wielu częściach globu. Dla upowszechnienia tej klasy technologii w polskiej energetyce ważne znaczenie ma rozwój sytuacji w zakresie gazu łupkowego;**
- **Nie ma zasadniczych sprzeczności technologicznych między poszczególnymi technologiami, w tym sensie, że możliwe jest wykorzystanie ich charakterystyk w budowie racjonalnej struktury paliwowej systemu elektroenergetycznego. Wzrastający udział wytwarzania losowego (źródła o małej gęstości energetycznej) zwiększa wymagania w stosunku do źródeł o dużej gęstości (energetyka paliw kopalnych)- elastyczność cieplna, ekonomia zmiennego obciążenia;**
- **Ważnym jest podejmowanie badań nad racjonalnym wykorzystaniem OZE**

PODSUMOWANIE

Transformacja technologiczna w energetyce jest nieunikniona. Główną motywacją określenia jej zasadniczych kierunków jest stopień wyczerpywalności pierwotnych zasobów przyrody, w tym głównie paliw, bezpieczeństwo energetyczne w skali globu, regionów oraz krajów, ekologiczne uwarunkowania rozwoju a także, co nigdy nie jest bez znaczenia, warunki ekonomiczne. W tym kontekście podstawowym obowiązkiem jest nieustanna dyskusja nad optymalnym, w danych warunkach, wyborem kierunków badań naukowych i działalności technicznej, ciągle podejmowanie prób doskonalenia procesu kształcenia. Bardzo istotnym jest także poszukiwanie najefektywniejszych sposobów współdziałania z instytucjami przemysłowymi. **Od naszej aktywności i skuteczności w tych dziedzinach zależy czy będziemy w stanie wnieść do rozwoju technologicznego energetyki nowe i oryginalne wartości, czy też skazemy się na adaptację rozwiązań innych.**

Racjonalne przyspieszenia transformacji systemu energetycznego wymaga ciągłego poszerzenia wiedzy w społeczeństwie. Tylko w ten sposób można uniknąć powstania wrogości wobec jednej klasy technologii i przecenienia roli innych. Jest to zadanie kierowane nie tylko do całego systemu edukacji ale także polityków i działaczy gospodarczych .

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ