



PROGRAM BADAWCZO-WDROŻENIOWY WĘGLOWE OGNIWA PALIWOWE



**Inicjatywa i patronat
MINISTERSTWO
GOSPODARKI**

**Wicepremier
Waldemar PAWLAK**

Warszawa, 2010.06.16

Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku

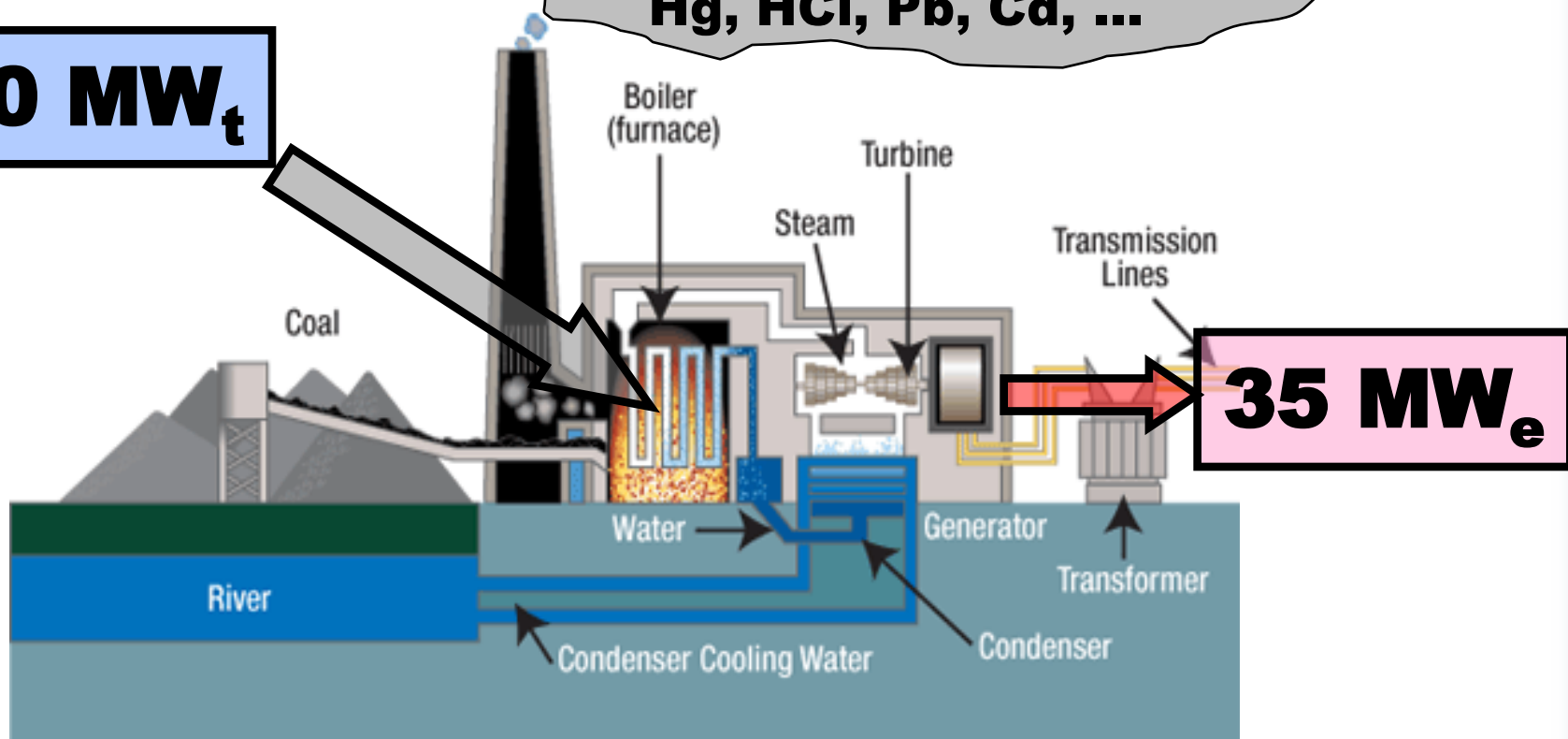
re. → rozdz. 3 „Wzrost Bezpieczeństwa Energetycznego”,
podrozdz. 3.1, pkt. 3.1.1, ppkt. 3.1.1.1

Cel programu:

opracowanie założeń oraz budowa prototypu
węglowego ogniwa paliwowego,
zasilanego węglem kamiennym, brunatnym
oraz pozyskiwanym z biomasy i paliw odpadowych.

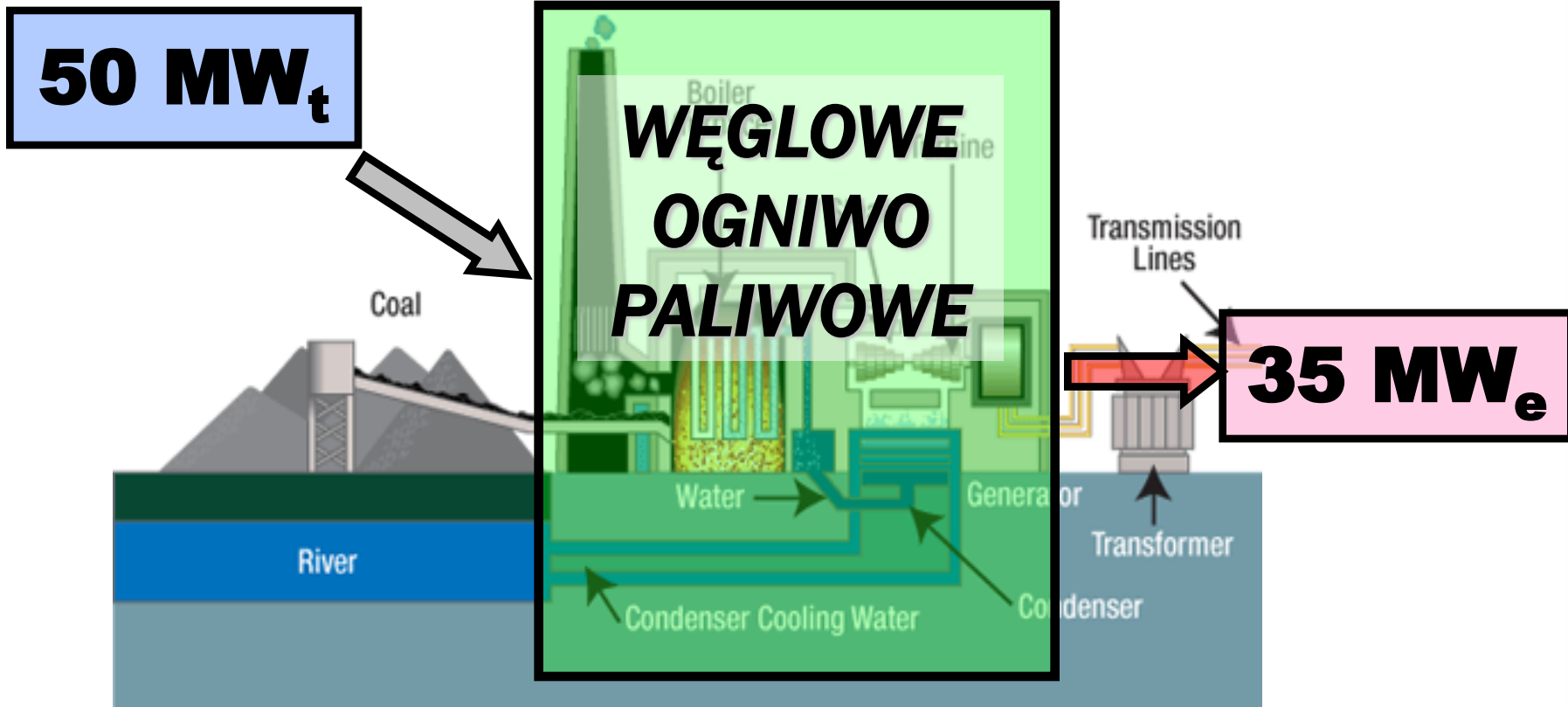
Zakres przewidzianych prac:

badania podstawowe oraz prace badawczo-rozwojowe,
nakierowane na niezbędne rozwiązania techniczne
dla wdrożenia przemysłowej technologii produkcji
i eksploatacji węglowych ogniw paliwowych.

TAK JEST...**100 MW_t****CO₂, SO₂, NO_x, CO,
Hg, HCl, Pb, Cd, ...**

Energia elektryczna z węgla: *nieefektywna, brudna* lecz **TANIA**
USA – 71% , Chiny – 51%, Polska – 93%

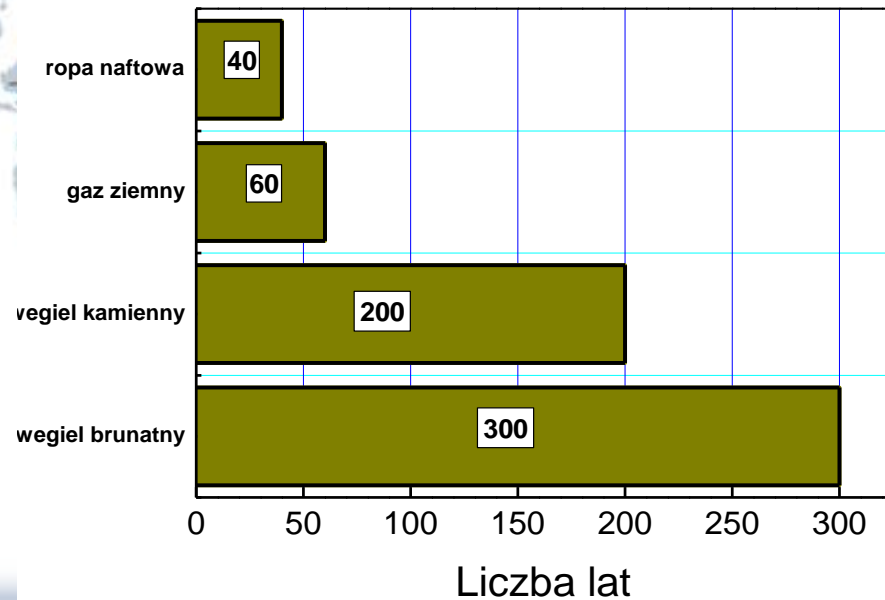
... A TAK MOŻE BYĆ



CAŁKOWITA SPRAWNOŚĆ do 70%; TANIE I MOŻLIWE DO ZAINSTALOWANIA W KAŻDEJ ELEKTROWNI WĘGLOWEJ

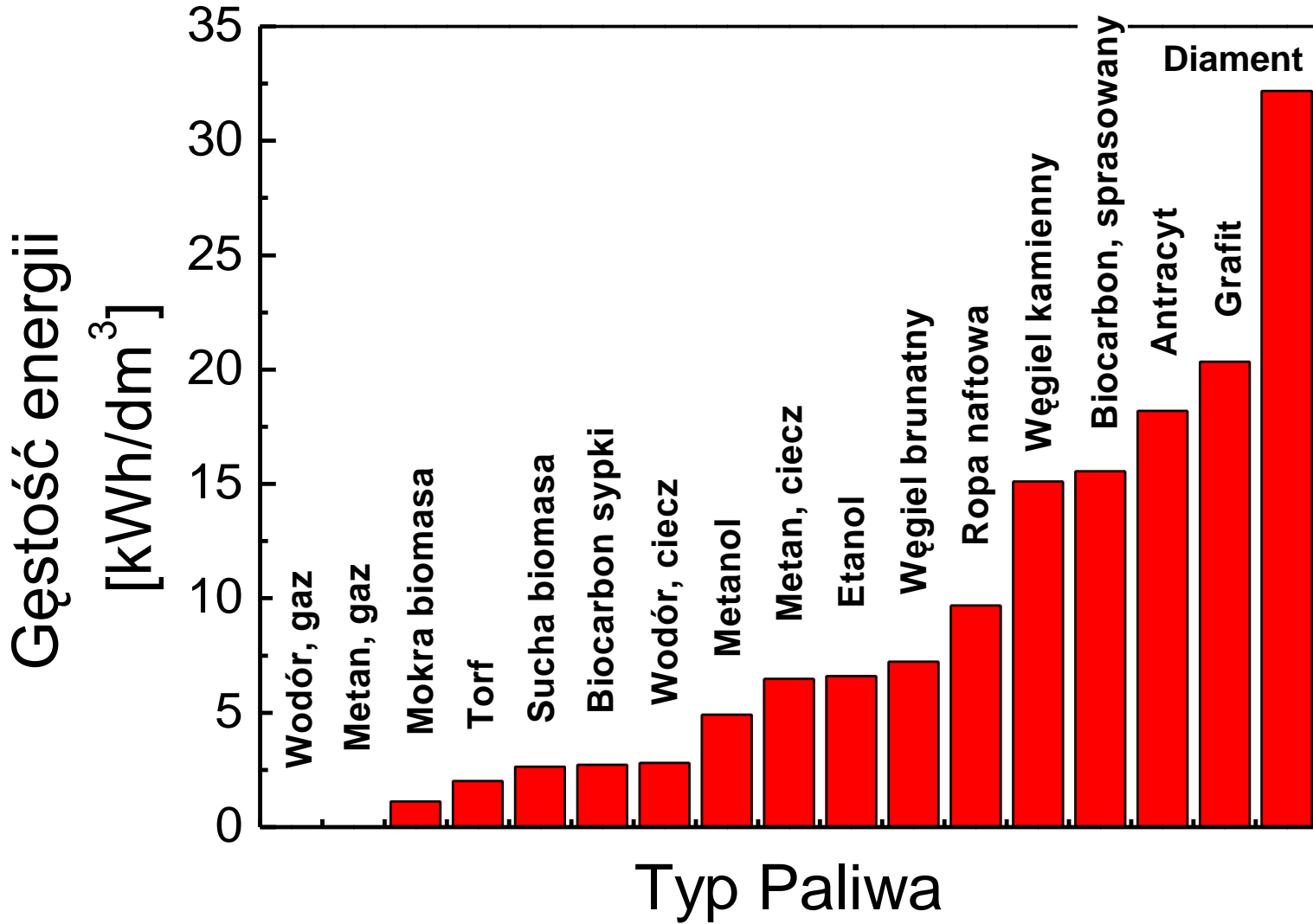
ZASOBY GŁÓWNYCH NOŚNIKÓW ENERGII I PROGNOZA WYSTARCZALNOŚCI

Location of the World's Main Fossil Fuel Reserves (Gigatonnes of oil equivalent)



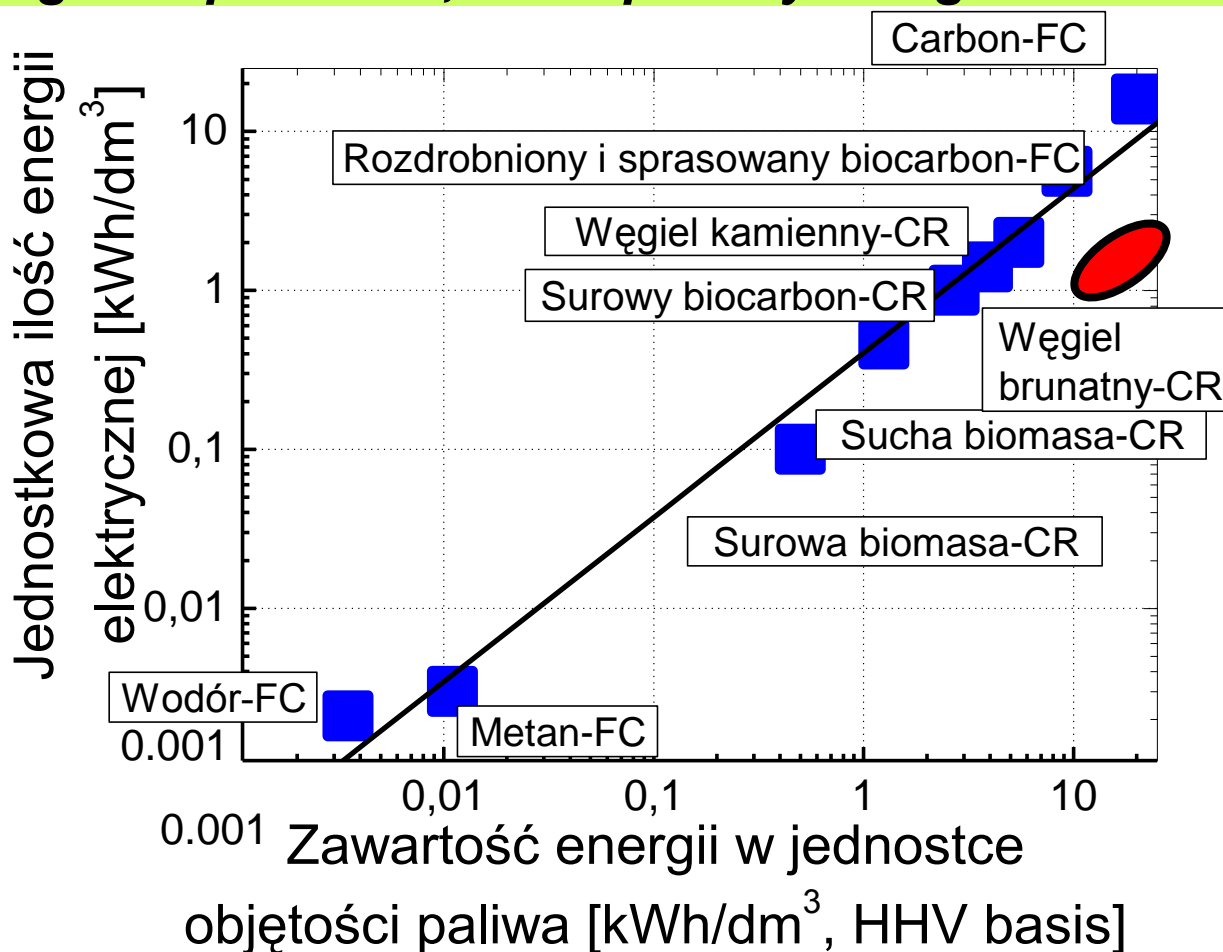


WĘGIEL → przyszłościowy nośnik energii



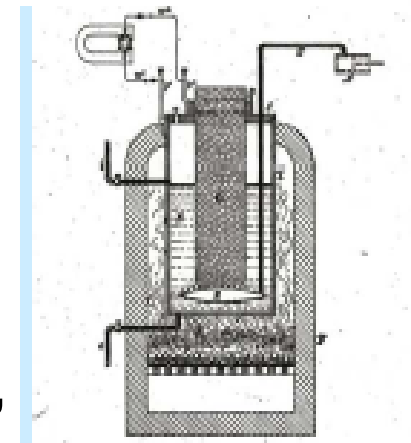
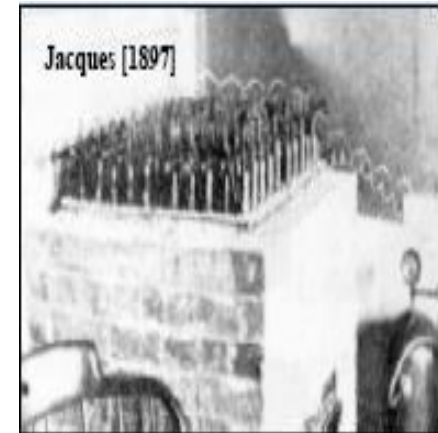
Uzysk energii z różnych paliw z uwzględnieniem sprawności procesów konwersji

FC – ogniwo paliwowe, CR – parowy obieg Clausiusa-Rankine'a



DLACZEGO WĘGLOWE OGNIWO PALIWOWE?

- Zasoby węgla + tani i łatwy w magazynowaniu i transporcie,
- Prosta budowa, brak katalizatorów (np. Pt), tanie materiały,
- Bezpośrednia i efektywna konwersja energii C w elektryczność,
- Duża ilość energii z jednostki objętości paliwa,
- Sprawność termodynamiczna 100% (ogniwo H₂ 70%),
- Produkty i substraty odseparowane wzajemnie (→ łatwe CCS),
- Możliwe jest utrzymanie wysokiej sprawności (50-80%);
 - energia VM wykorzystana np. w GT, SOFC,
- Wysokoskondensowany CO₂ gotowy do wykorzystania lub sekwestracji bez pasożytniczego zużycia energii na składowanie,
- Skondensowany CO₂ także z IGCC & Oxyfuel lecz wymagają one drogich i energochłonnych technologii separacji tlenu.
- DCFC nie podlega ograniczeniom sprawności wynikającym z II zas. term.





POTENCJAŁ WĘGLOWYCH OGNIW PALIWOWYCH

$$\text{Sprawność ogniwa} = \frac{\text{Energia elektryczna}}{\text{Ciepło spalania paliwa}}$$

$$\text{Sprawność ogniwa} = (G/H)_{\text{teor}} \mu \varepsilon_v$$

	Limit teoretyczny, G/H	Wsp. Wykorzystania, μ	$\varepsilon_v = V_{@I} / V_{@I=0}$	Sprawność
C	1,003	1	0,8	0,8
CH₄	0,895	0,8	0,8	0,57
H₂	0,7	0,8	0,8	0,45

Typowa sprawność ogniwa Węgiel/Powietrze wynosi 80%
(Degradacja sprawności wskutek kosztów energii do produkcji paliwa)



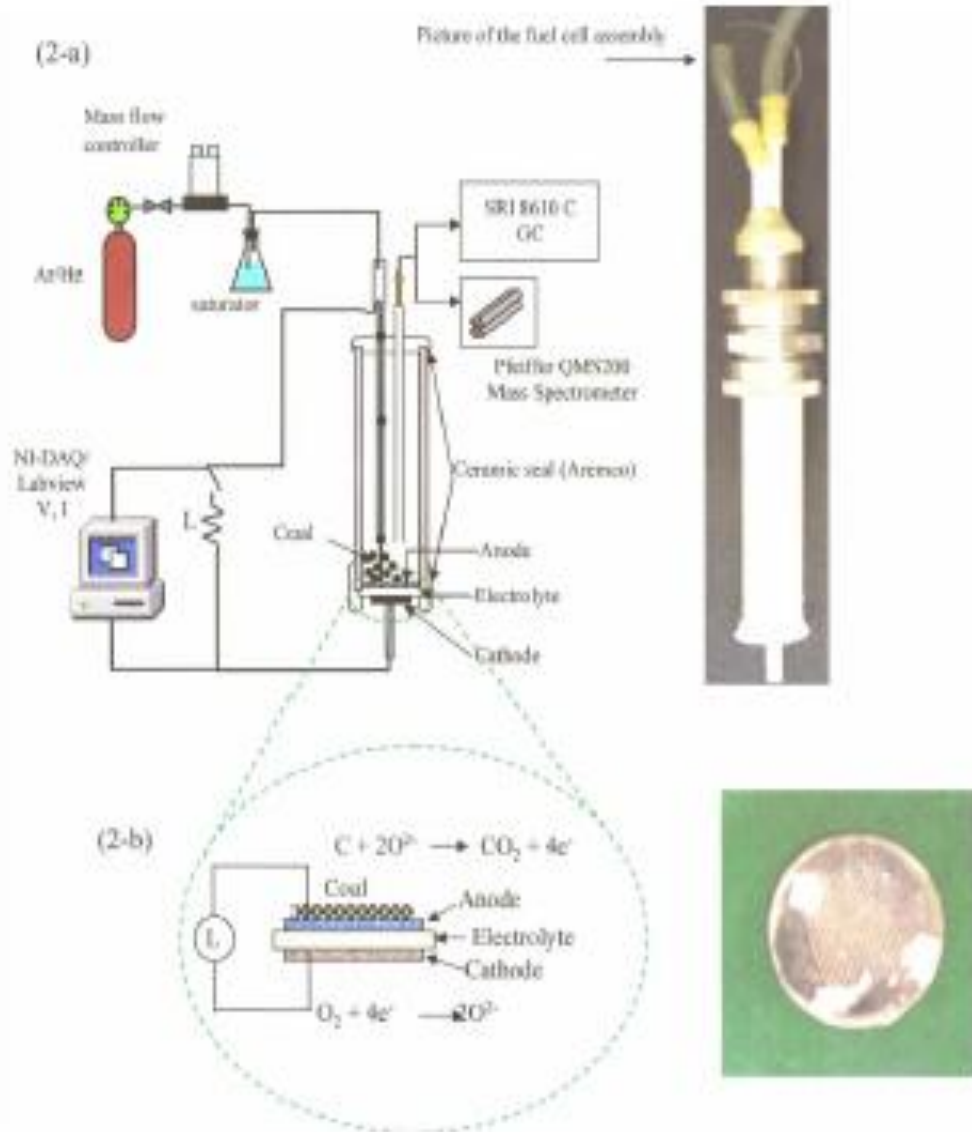
GŁÓWNE OŚRODKI ROZWIJAJĄCE TECHNOLOGIĘ WĘGLOWYCH OGNIW PALIWOWYCH:

- Scientific Applications and Research Associates, SARA,
- Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL,
- National Energy Technology Laboratory, NETL,
- CellTech Power,
- EPRI,
- Contained Energy, Inc.,
- Clean Coal Energy, LLC,
- Brookhaven National Laboratory,
- SRI International,
- American Electric Power,
- University of Akron,
- West Virginia University,
- Hawaii University,
- Munich Univ.
- Harbin University,
- TU Delft,
- Politechnika Częstochowska.

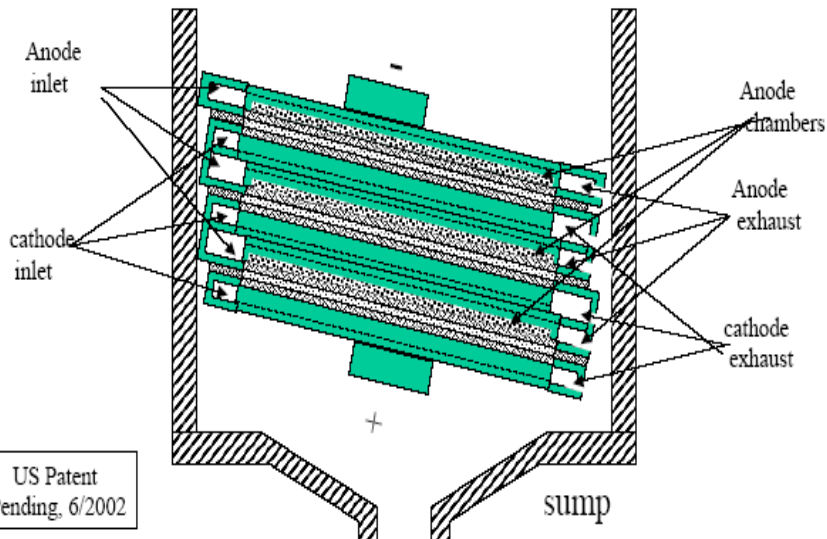
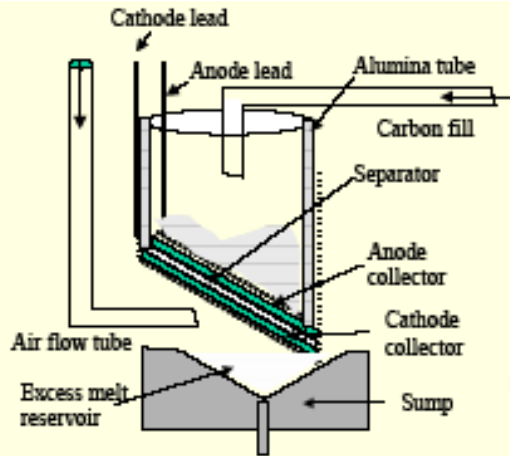
Główne zagadnienia do rozwiązania:

- ekstrakcja czystego C z węgla,
- obniżenie temp. pracy
MCFC = ogniwo wysokotemp.,
- zapewnienie ciągłego zasilania
i wyprowadzania produktów.

AKRON UNIVERSITY



LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY, LLNL



US Patent
Pending, 6/2002

CELLTECH POWER



JP-8, Gasoline
Coal, CH₄

*Tin anode not
poisoned by sulfur*

H₂O, CO₂, SO₂

Porous Ceramic
Matrix (separator)

Tin

Sn

SnO_x

Electrolyte

Cathode

Air

Depleted
Air

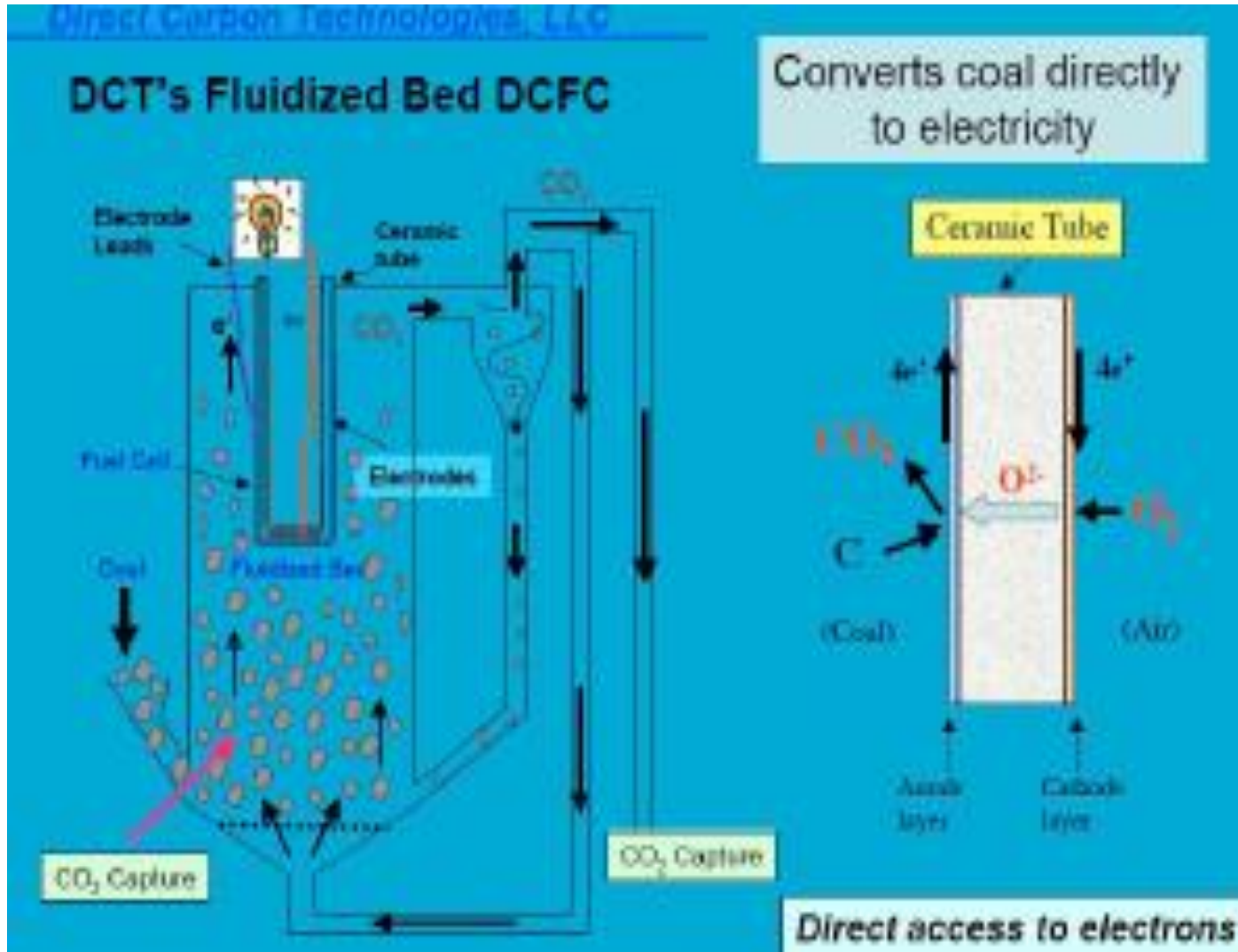
e⁻ load

O⁼

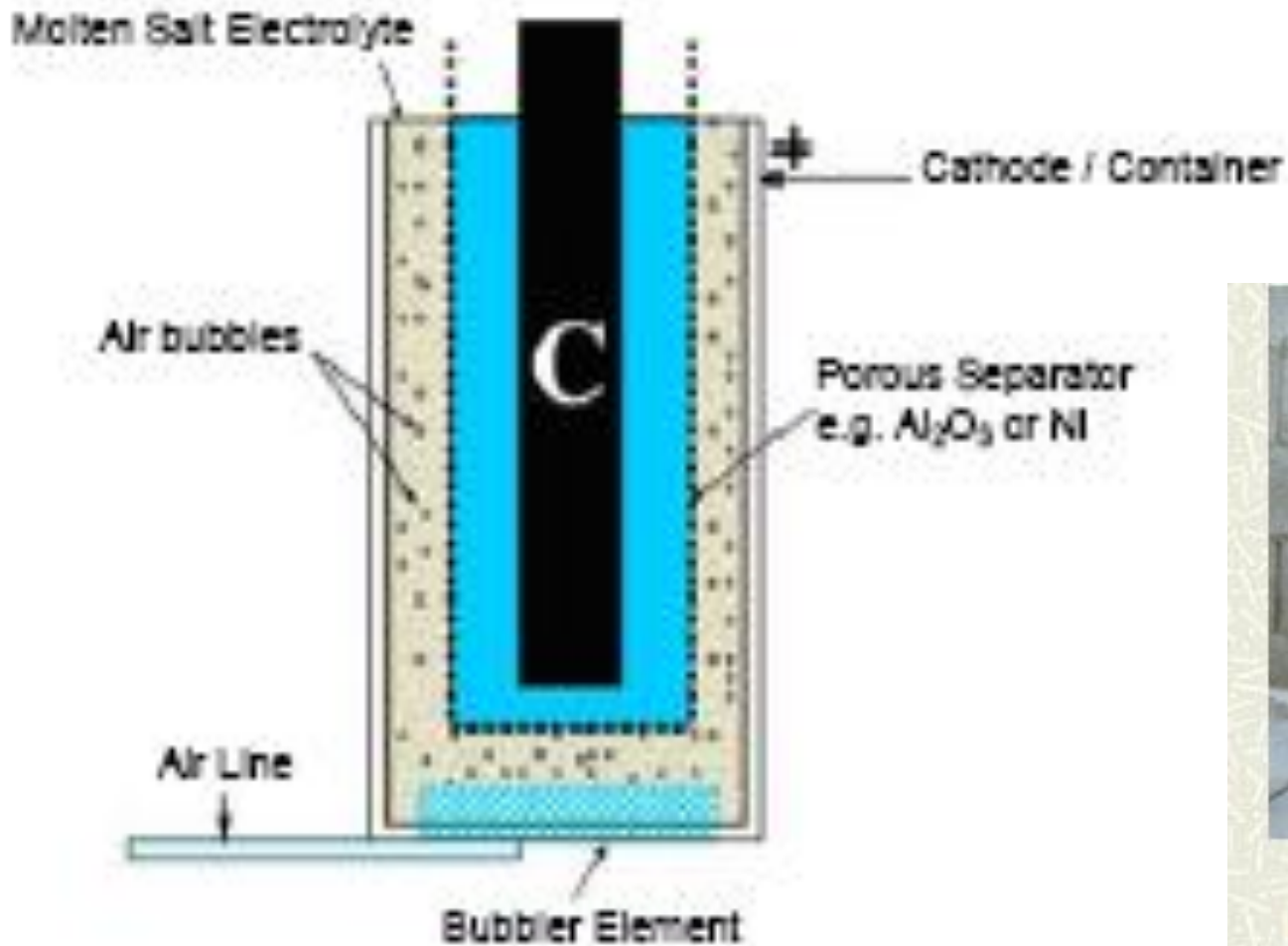
*Conventional tubular
SOFC components*



DIRECT CARBON TECHNOLOGIES

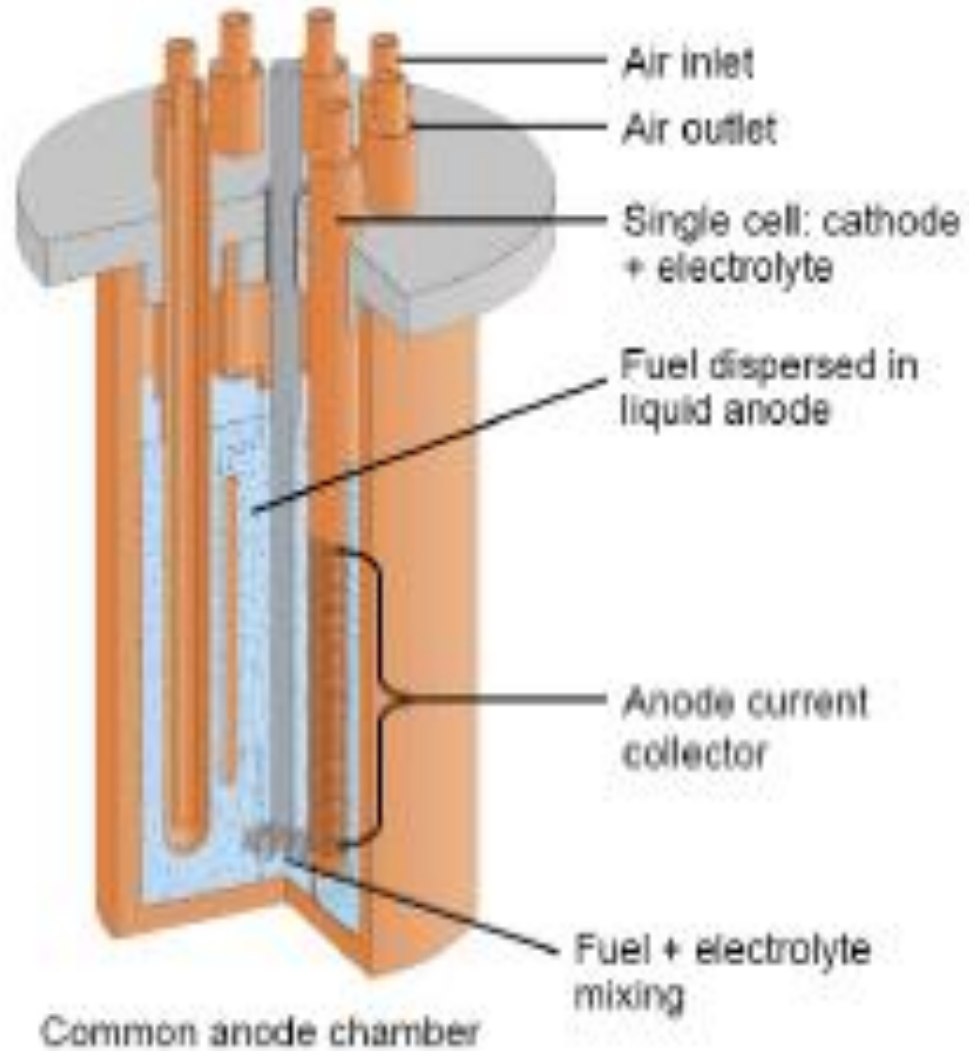


SARA

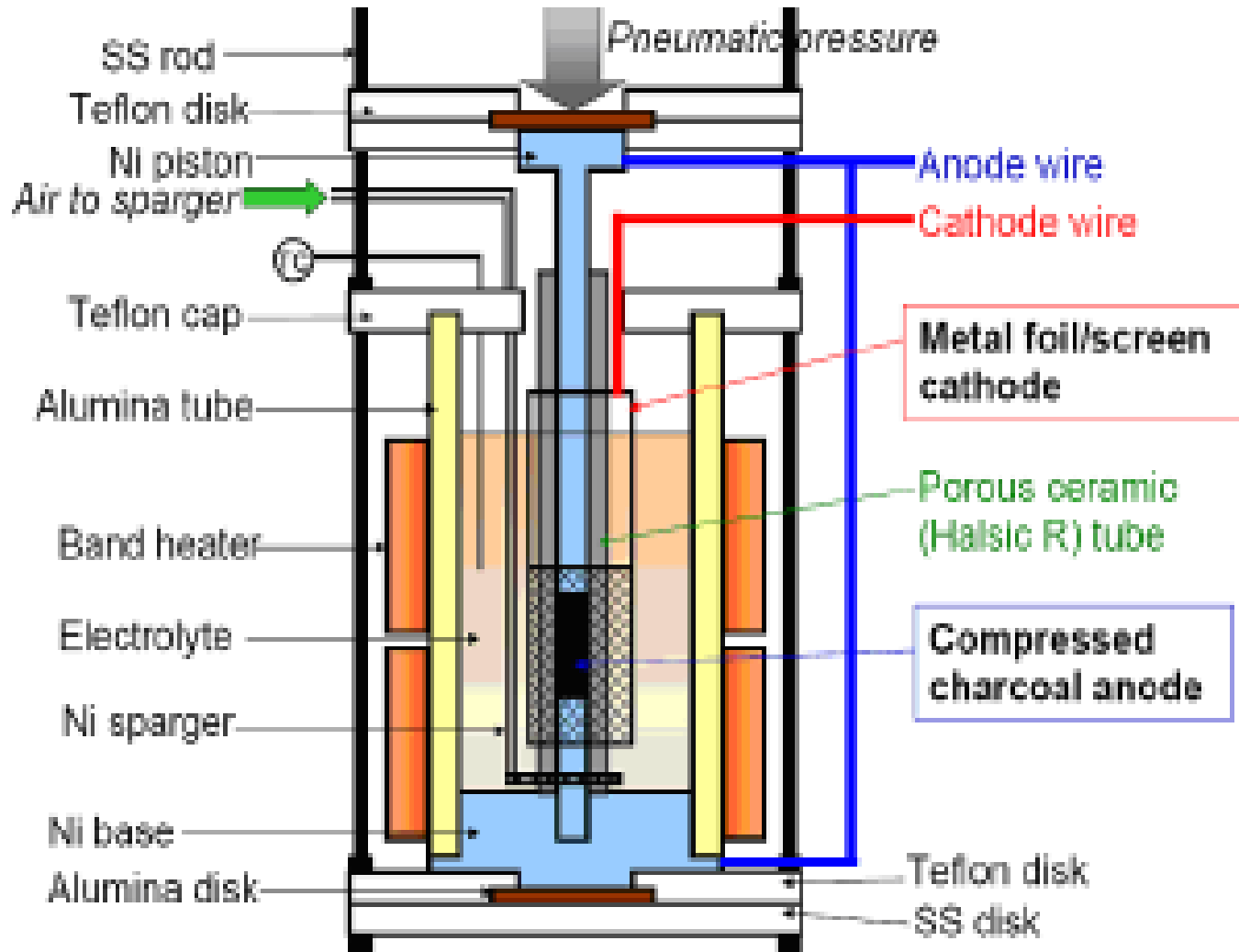


MARK III
450 cm² / 40 A

SRI

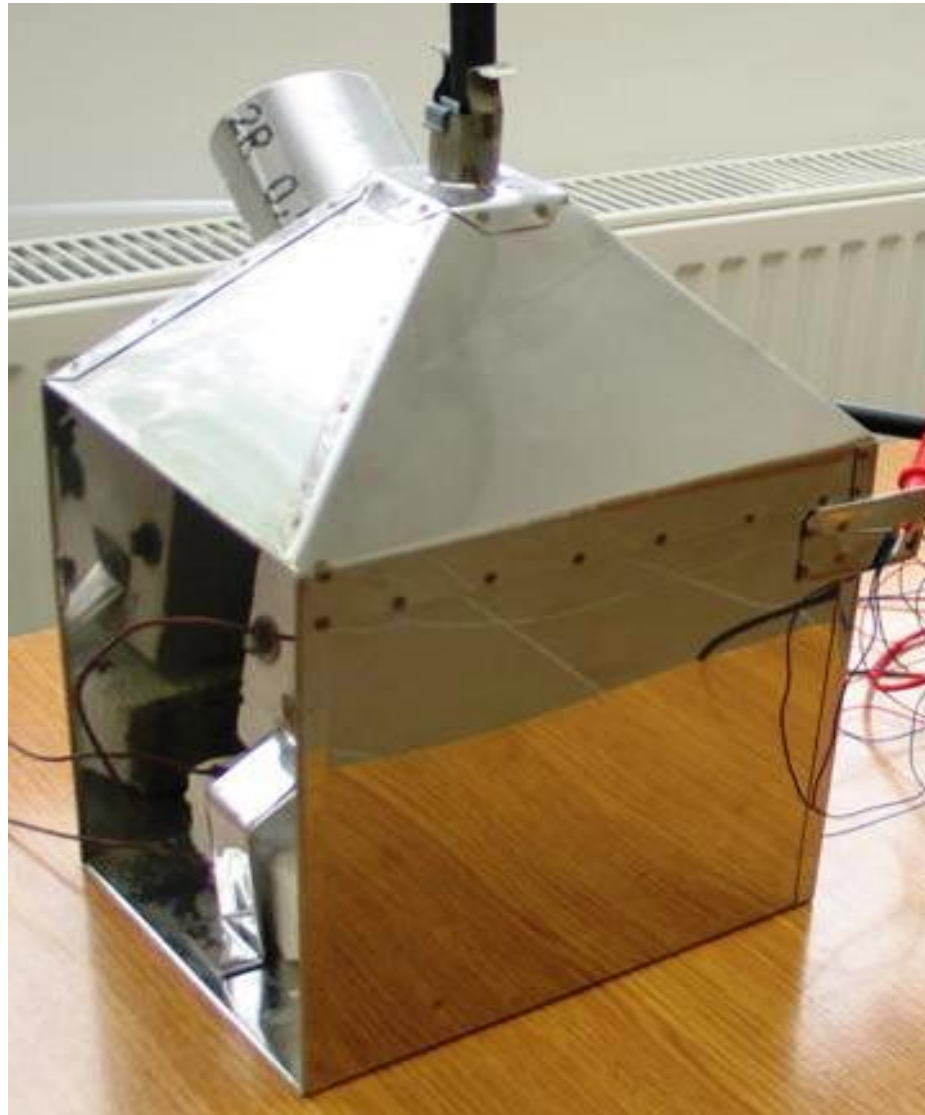


UNIVERSITY OF HAWAII

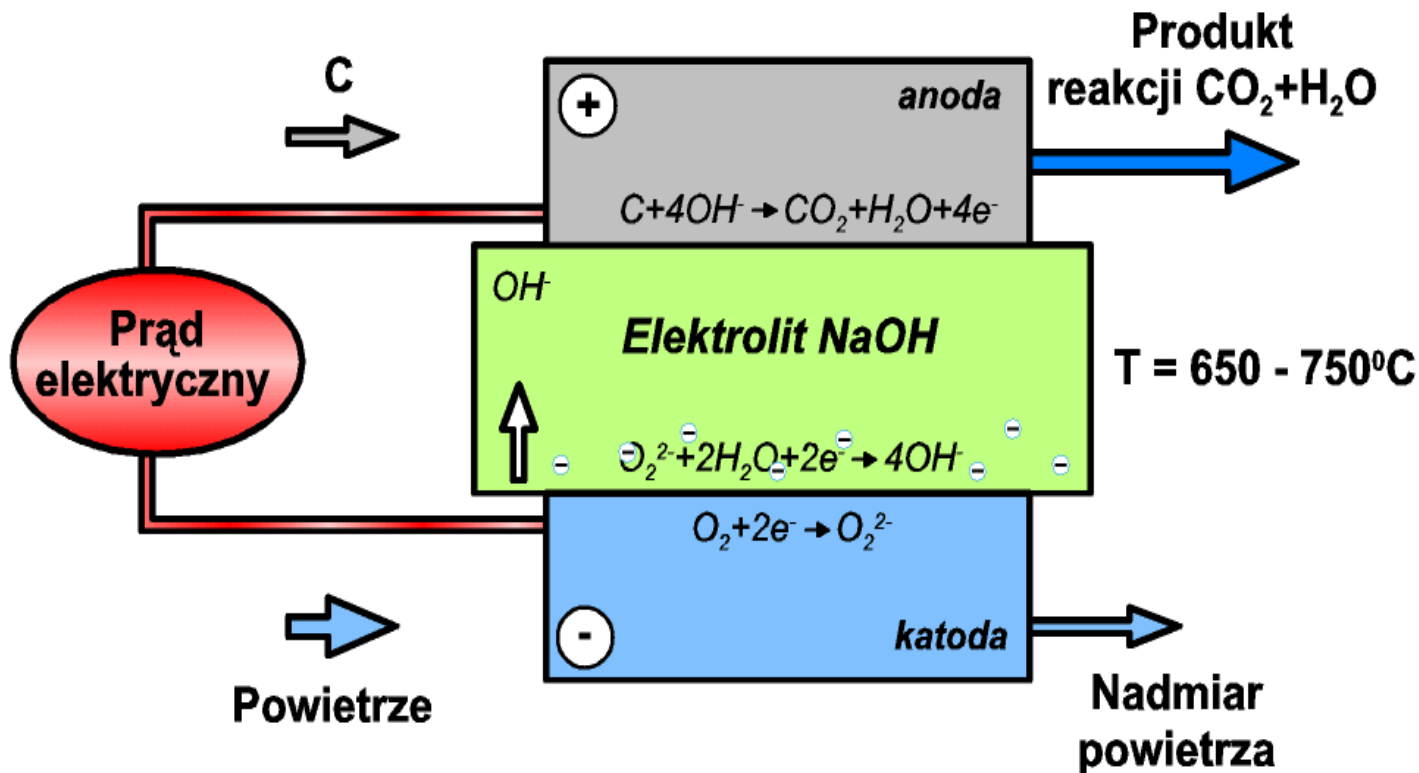




POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA



ZASADA DZIAŁANIA OGNIWA DCFC





WĘGLOWE OGNIWA PALIWOWE w POLITECHNICE CZĘSTOCHOWSKIEJ

2005 – Demonstracja ogniwa Jaques'a (prototyp I)

Posiedzenie Komisji Energetyki Oddziału PAN w Katowicach, 2005.06.10

2006 – badania własne i publikacje

BIS Z., Węgiel jako nośnik czystej energii, VII Ogólnopolska Konf. Naukowo-Techniczna:
Osiągnięcia Proekologiczne w Przemysle i Energetyce, 2005,

BIS Z., Perspektywy wytwarzania i wykorzystania węgla z biomasy,

Polityka Energetyczna, t. 8 z. specjalny, 2005,

KOBYŁECKI R., BIS Z., NOWAK W., Authothermal Upgrading of Biomass and Wastes
for Clean and Efficient Production of Power, Proc. of the 2005 Int. Conf.

on Coal Science, Japan, 2005

2007 – praca dyplomowa (prototyp II)

2008 – TVP1, Teleexpress, publikacje, wnioski n-b

KOBYŁECKI R., BIS Z., Węglowe ogniwo paliwowe – wysokosprawne źródło

czystej energii elektrycznej, *Polityka Energetyczna* t. 11 zeszyt 1, ISSN 1429-6675, 2008,

WŁODARCZYK R., KOBYŁECKI R., BIS Z., Fuel cells for high performance conversion of electric
and heating energy, in proc. of the XIIth International Symposium on Heat Transfer

and Renewable Sources of Energy 2008, ISBN 978-83-7457-055-8, 2008,

KOBYŁECKI R., TCHÓRZ J., BIS Z., Densification of Biomass Energy for Large Scale

Co-Combustion, 9th Int. Conf. CFB-9 in conjunction with 4th VGB Workshop,

Hamburg, 2008, ISBN 978-3-930400-57-7,

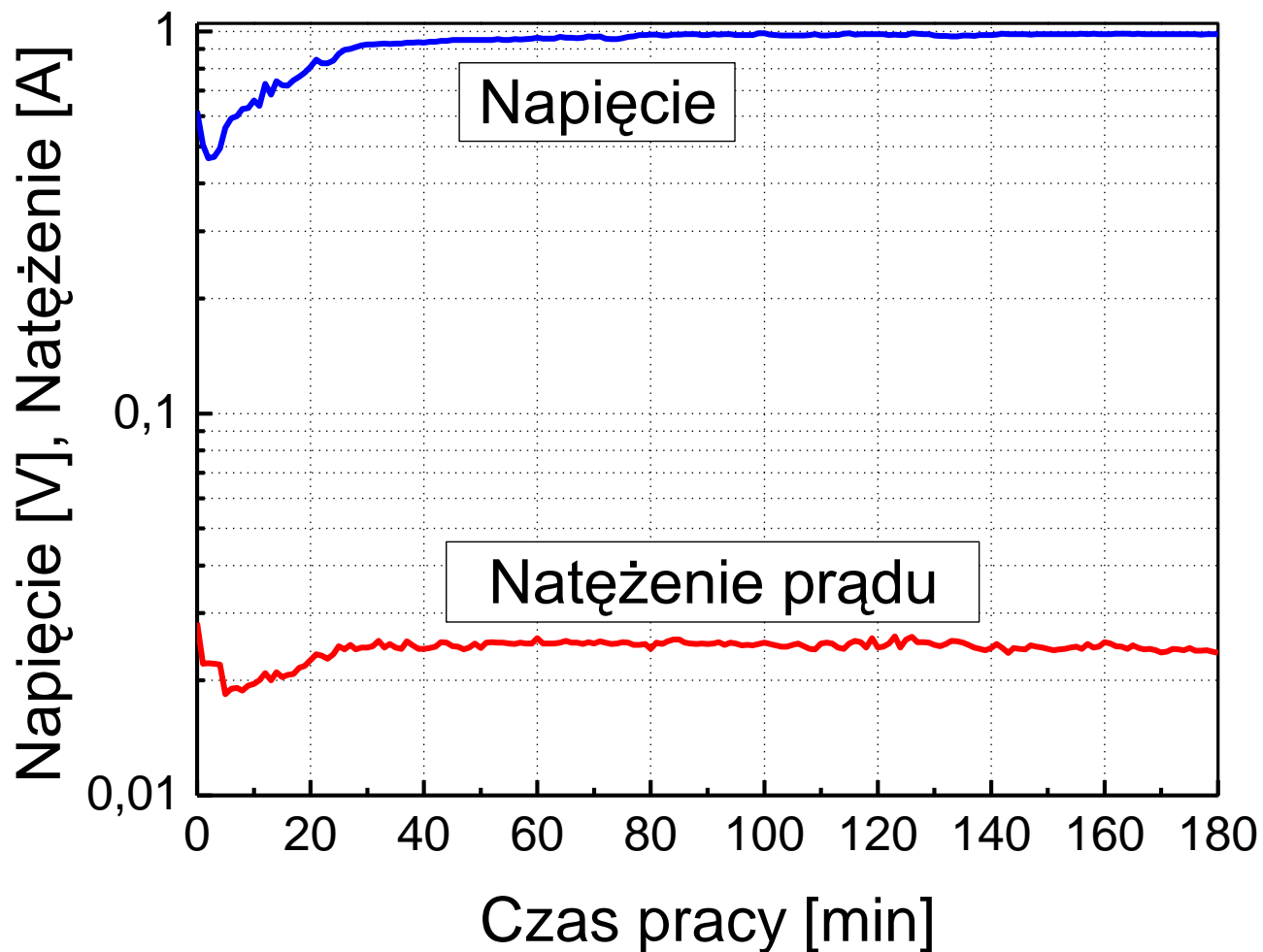
WYBRANE PUBLIKACJE ZESPOŁU (OGNIWA PALIWOWE):

- KOBYŁECKI R., BIS Z., Węglowe ogniwo paliwowe – wysokosprawne źródło czystej energii elektrycznej, *Polityka Energetyczna* t. 11 zeszyt 1, ISSN 1429-6675, 2008,
- WŁODARCZYK R., KOBYŁECKI R., BIS Z., Fuel cells for high performance conversion of electric and heating energy, in proc. of the XIIIth International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy 2008, ISBN 978-83-7457-055-8, 2008,
- KOBYŁECKI R., BIS Z., Wykorzystanie paliw odnawialnych do czystej i wysokosprawnej konwersji energii w ogniwach paliwowych, XX Zjazd Termodynamików, 2008,
- BIS Z., Węgiel jako nośnik czystej energii, VII Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna: Osiągnięcia Proekologiczne w Przemysle i Energetyce, 2005,
- BIS Z., Perspektywy wytwarzania i wykorzystania węgla z biomasy, *Polityka Energetyczna*, t. 8 z. specjalny, 2005,
- KOBYŁECKI R., BIS Z., Autotermiczna Termoliza Jako Efektywna Technologia Produkcji Czystych i Wysokoenergetycznych Paliw, *Archiwum Spalania* vol. 6, nr 1-4, 2006,
- KOBYŁECKI R., TCHÓRZ J., BIS Z., Densification of Biomass Energy for Large Scale Co-Combustion, 9th Int. Conf. CFB-9 in conjunction with 4th VGB Workshop, Hamburg, 2008, ISBN 978-3-930400-57-7,
- BIS Z., Zintegrowane technologie biopaliw dla zrównoważonej zero-emisyjnej produkcji ciepła i energii elektrycznej, III Międzynarodowa Konferencja Procesów Energii Eco-Euro-Energia, 2006,
- KOBYŁECKI R., BIS Z., NOWAK W., Autothermal Upgrading of Biomass and Wastes for Clean and Efficient Production of Power, Proc. of the 2005 International Conference on Coal Science, Japan, 2005,
- KOBYŁECKI R., BIS Z., Autothermal Upgrading of Biomass and Waste Fuels for Efficient Generation of Heat and Power, 24th Int. Conf. IT3, Texas, USA, 2005,
- WŁODARCZYK R., MARASSI R., CHOJAK M., MIECZNIKOWSKI K., KOLARY A., KULESZA P., Electroreduction of Oxygen at Polyoxometallate – Modified Glassy Carbon – Supported Pt Nanoparticles, *J. Power Sources*, 159, 2006,

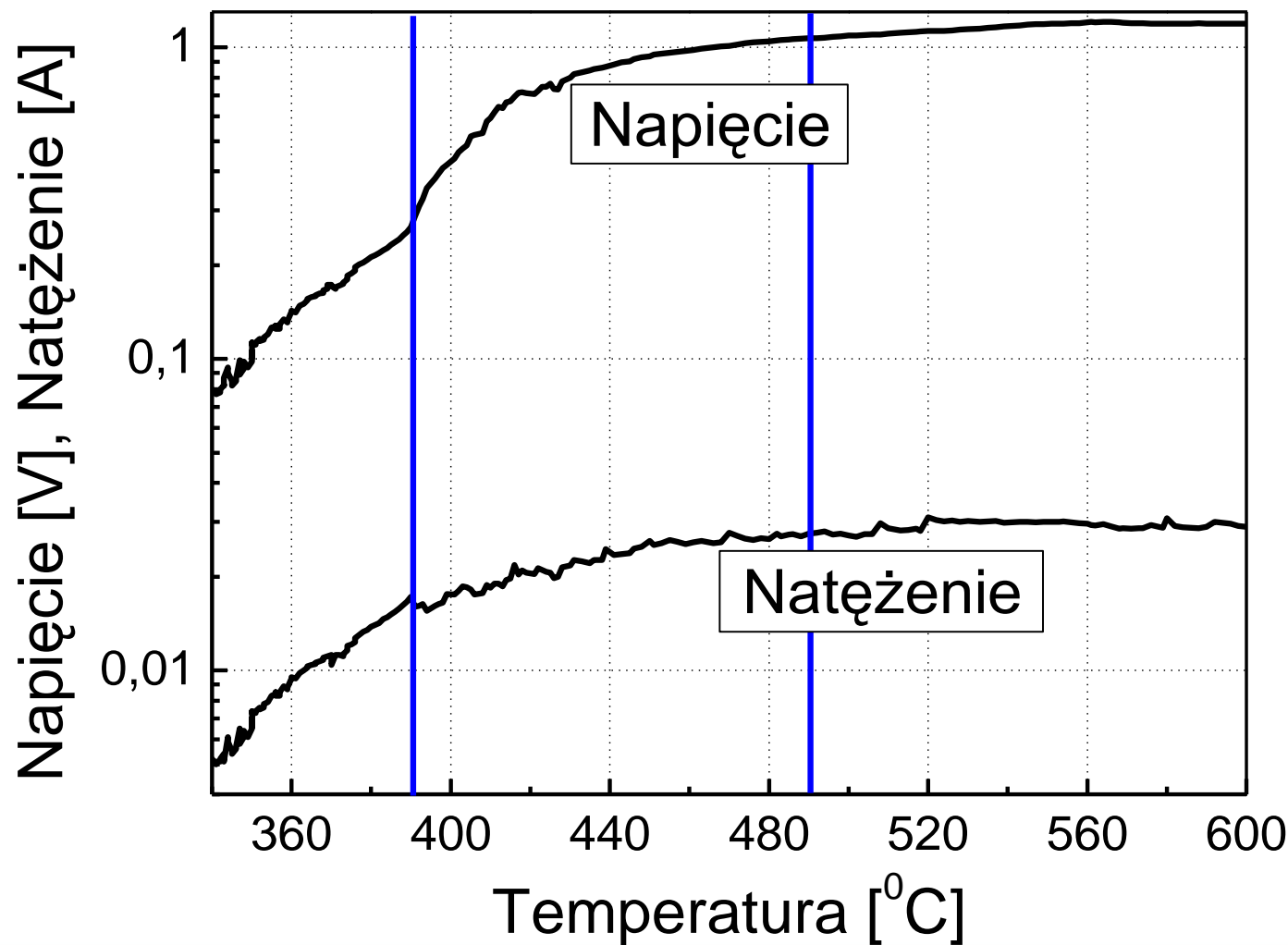
... 34 prace



PRZEBIEG ZMIAN NAPIĘCIA I NATĘŻENIA PRĄDU W PRACUJĄCYM OGNIWIE



ZMIANY NAPIĘCIA I NATĘŻENIA PRĄDU W FUNKCJI TEMPERATURY ELEKTROLITU



ZAŁOŻENIA PRZY BUDOWIE OGNIWA WĘGLOWEGO W KIE:

- Ciągła praca (ogniwo, a nie bateria),**
- Połączenie procesu przygotowania paliwa z jego elektrochemicznym utlenianiem,**
- Budowa modułowa z centralnym układem nawęglania, odprowadzania popiołu oraz zagospodarowaniem CO₂.**



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ