AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

AGH

Małe urządzenia kogeneracyjne możliwe do zastosowania w budownictwie jedno-wielorodzinnym i obiektach użyteczności publicznej

Prof. Wojciech Nowak

Centrum Energetyki AGH

Mikrokogeneracja

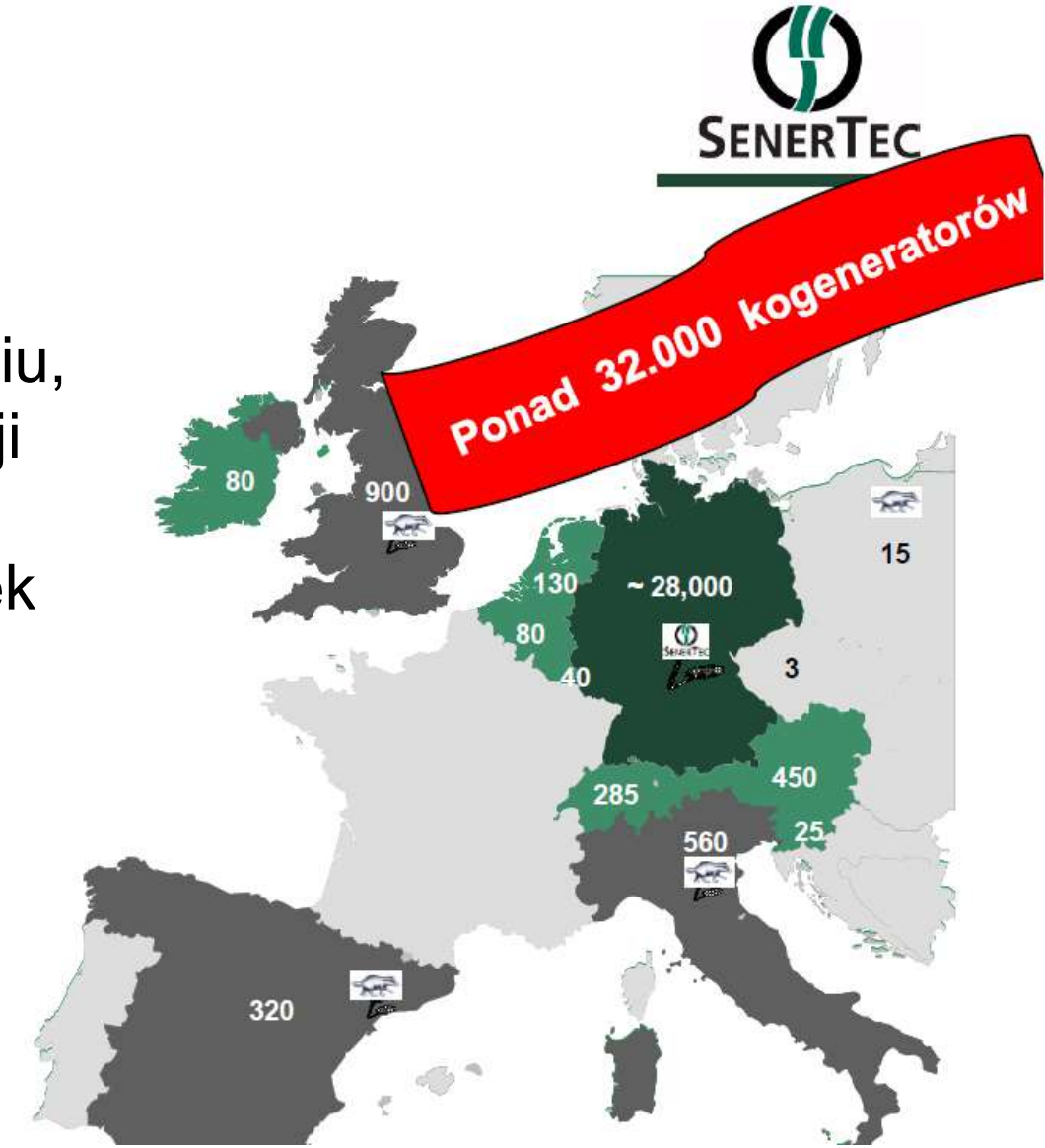
źródła energii o maksymalnej mocy elektrycznej wynoszącej 40 kWe, lub o mocy cieplnej nieprzekraczającej 120 kWt, które mogą być przyłączone do sieci elektroenergetycznej o maksymalnym napięciu znamionowym równym 110 kV

www.agh.edu.pl

Mikrokogeneracja - pożądane źródło wytwórcze

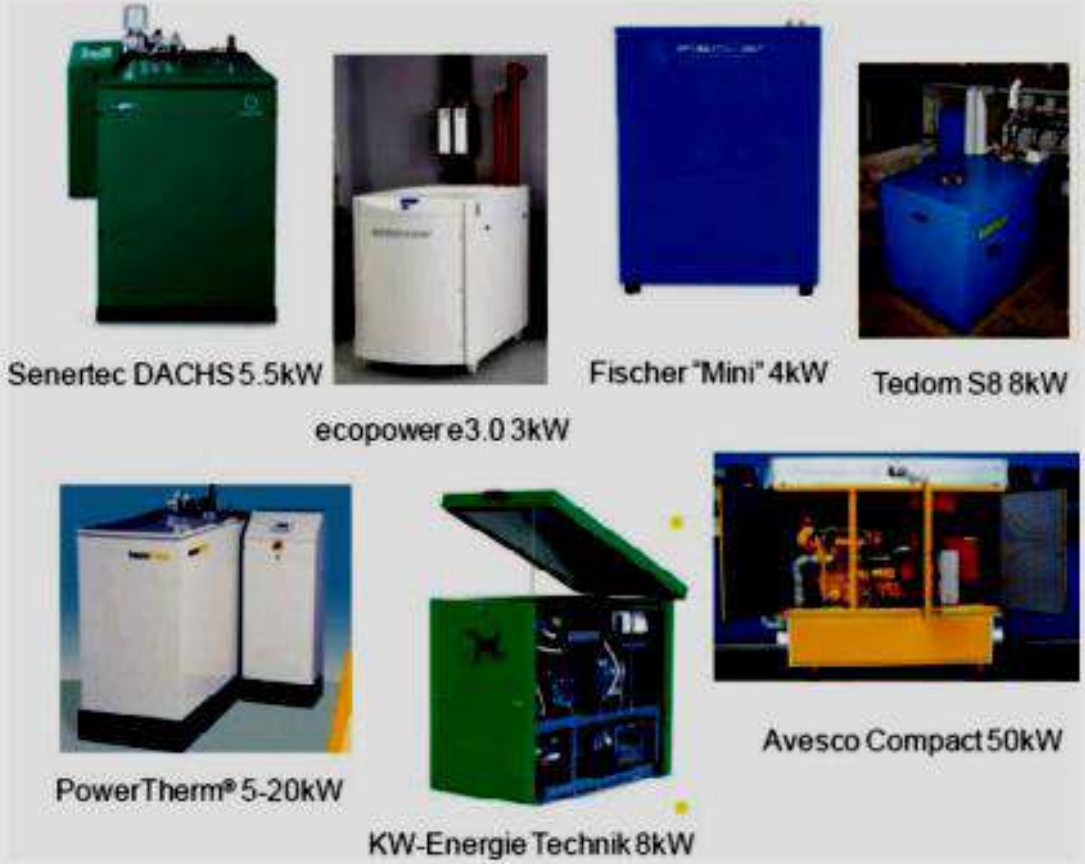
Cechy technologii µCHP:

- stabilne źródło wytwórcze,
- wysoka sprawność w skojarzeniu,
- łatwość rozbudowy i konfiguracji systemu,
- wysoka niezawodność jednostek i sytemu,
- „proekologiczne” źródło wytwórcze,
- niezależne źródło wytwórcze.

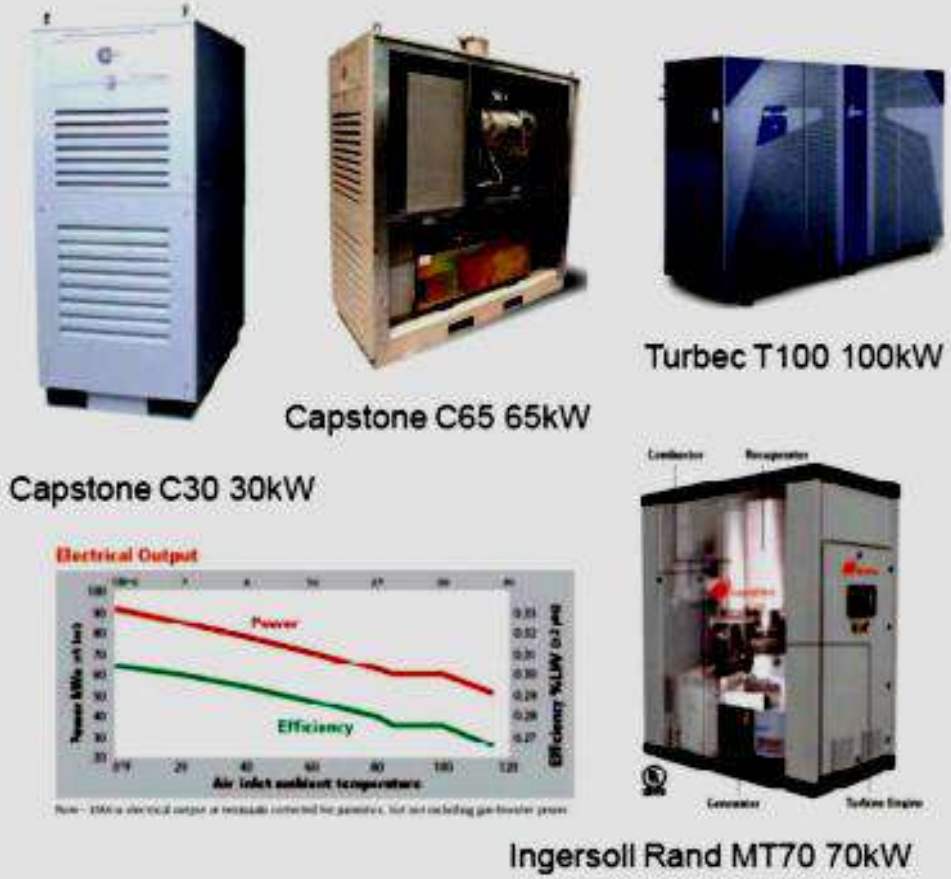


www.agh.edu.pl

Oferta rynkowa na mikroinstalacje



Typowe jednostki µCHP z silnikami tłokowymi



Jednostki µCHP z mikroturbiną gazową

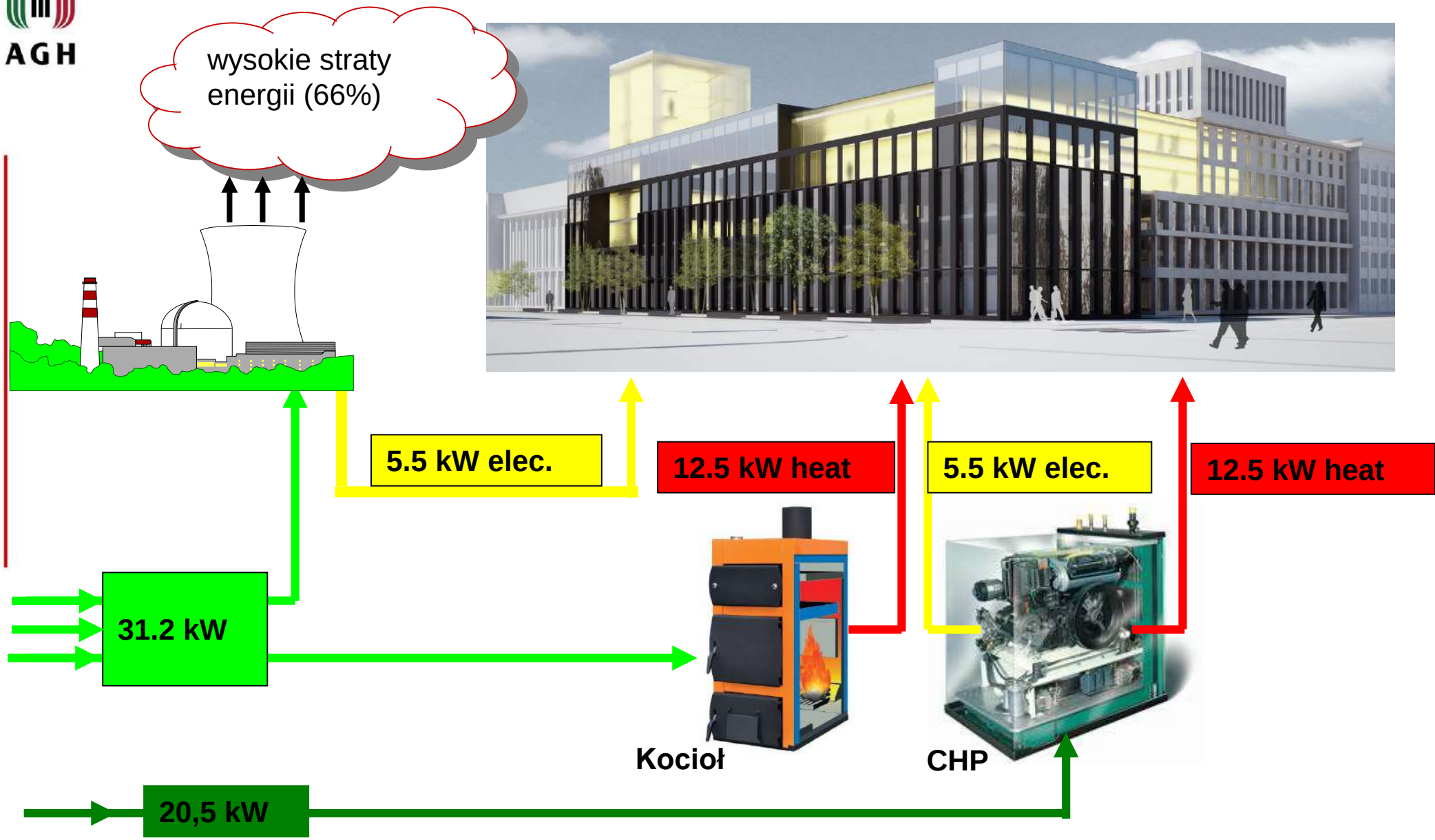
Oferta rynkowa na mikroinstalacje

µCHP z silnikiem Stirlinga

µCHP z ogniwem paliwowym

www.agh.edu.pl

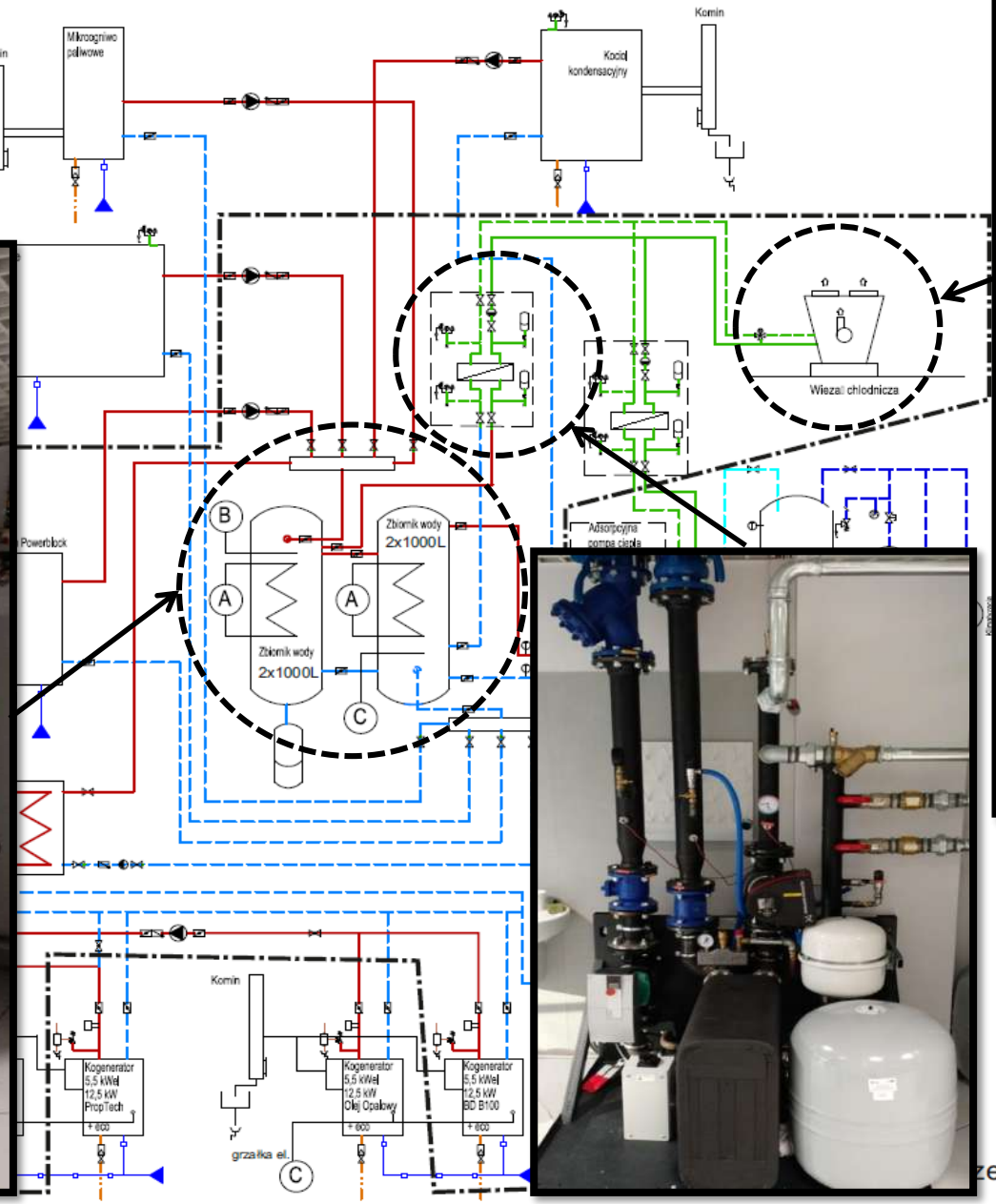
Koncepcje zasilania budynku



- Zmniejszone zużycie energii pierwotnej
- Zmniejszona emisja dwutlenku węgla

www.agh.edu.pl

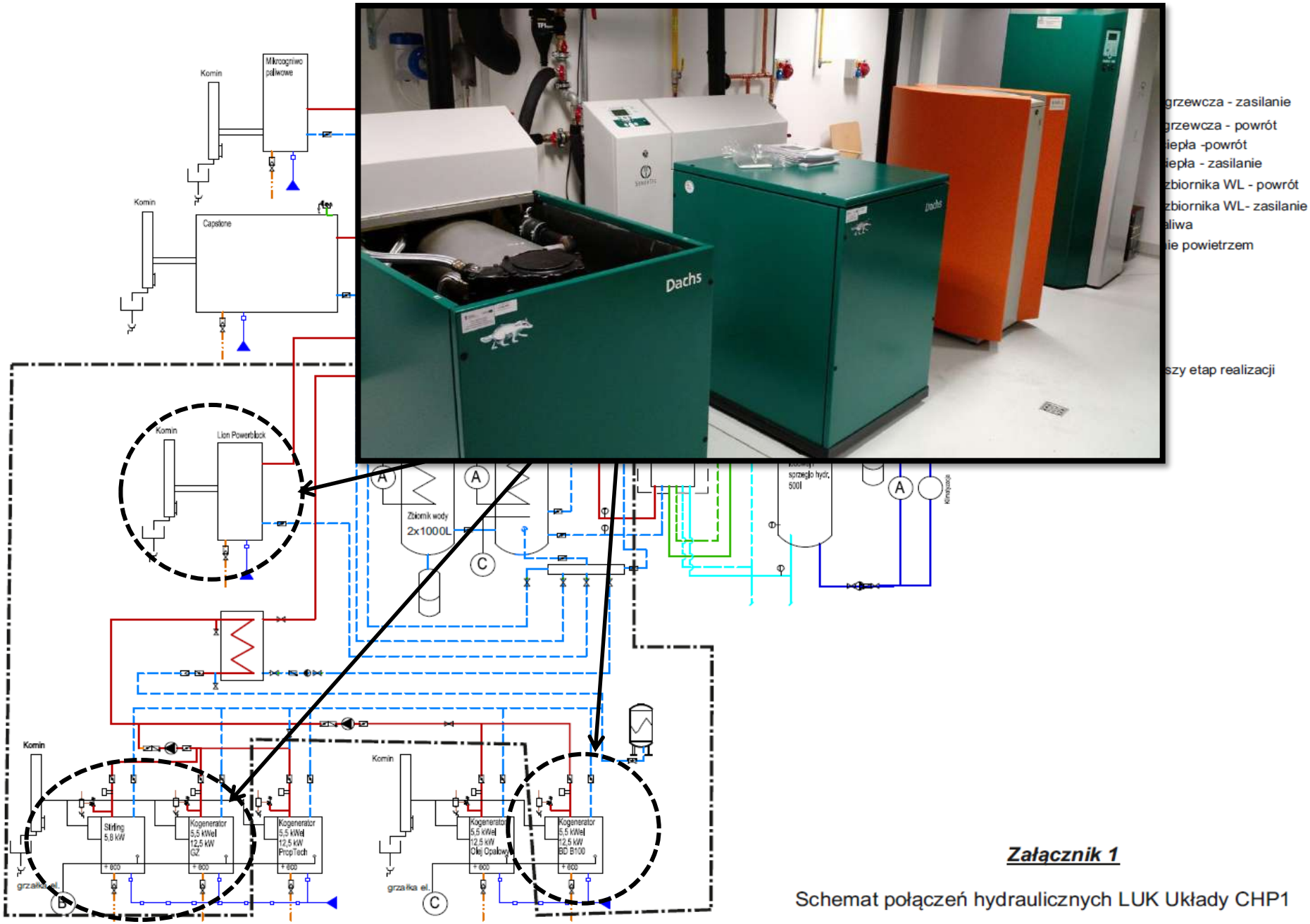
Układy kogeneracyjne – schemat technologiczny



Załącznik 1

zeń hydraulicznych LUK Układy CHP1

Układy kogeneracyjne – schemat technologiczny

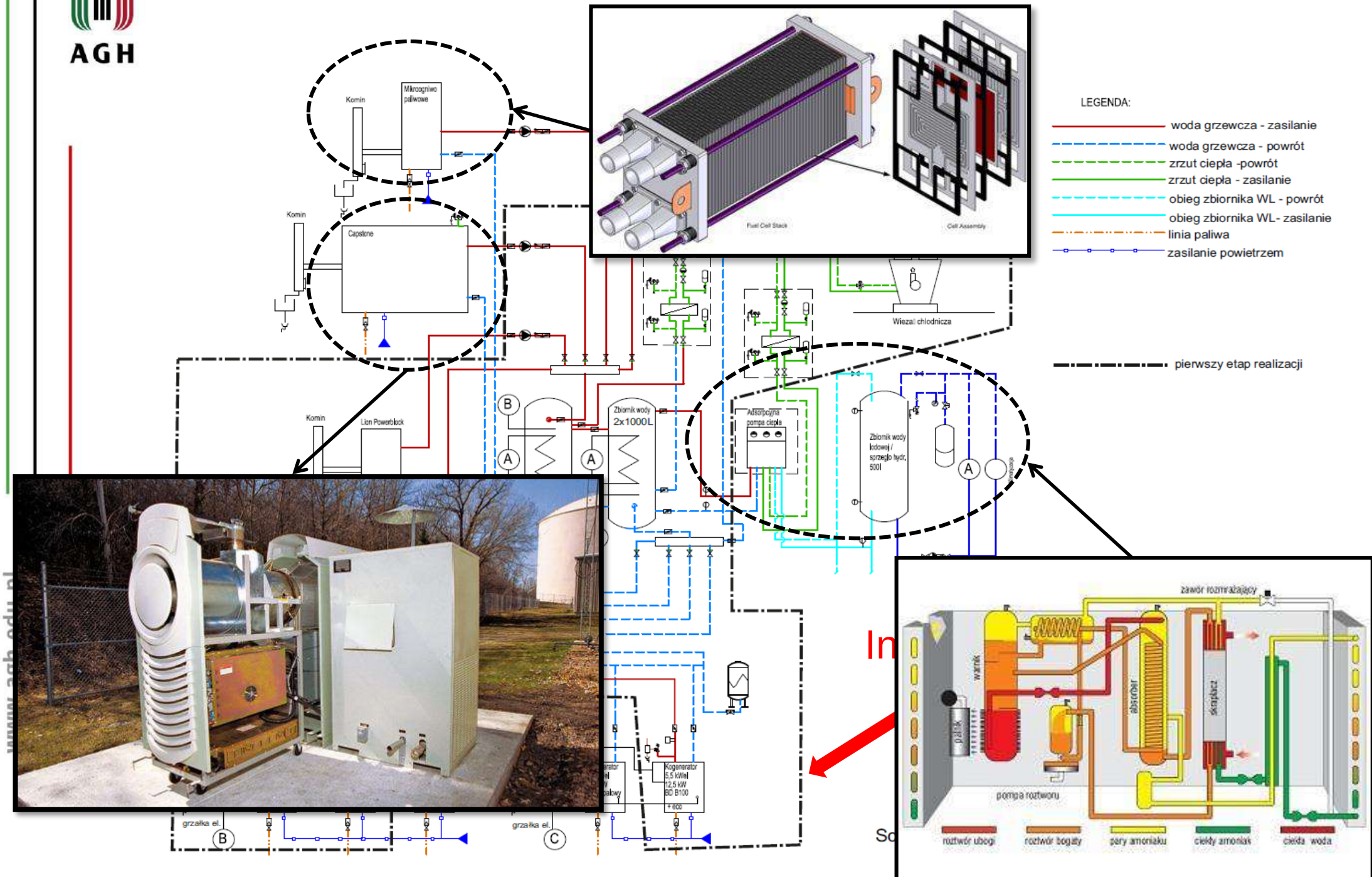


Załącznik 1

Schemat połączeń hydraulicznych LUK Układy CHP1

www.agh.edu.pl

Układy kogeneracyjne – schemat technologiczny



System kontrolno-pomiarowy

METRONIC MPI-D rejestrujący 5 wielkości cieplno-przepływowych związanych bezpośrednio z pracą kogeneratora

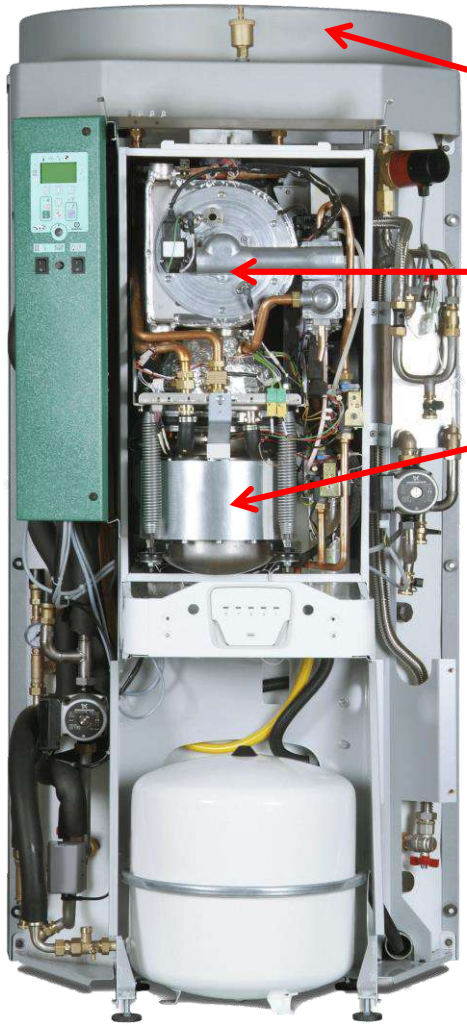
MultiCon CMC-141 rejestrujący 15 temperatur w poszczególnych elementach instalacji oraz 2 parametry pracy chłodni wentylatorowej,

LUMEL ND1 rejestrujący 25 parametrów elektrycznych + oscyloskop

Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4	Grupa 5	Grupa 6	Grupa 7	Grupa 8	Grupa 9	Grupa 10
Temp. Zbiorniki	**Chłodnia**	**CHP**	**Temp. CHP**	**Napięcia**	**Prądy uśrednione**	**Parametry sieci**	**Moce czynne**	**Moce pozorne**	**Moce bierne**
Zbiornik 1/1 [°C] (1)	Glikol zasilanie [°C] (7)	-	T otoczenia [°C] (19)	Urms L1 [V] (31)	Irms L1 [A] (37)	Tg φ L1 [brak] (43)	P L1 [W] (49)	S L1 [VA] (61)	Q L1 [Var] (55)
Zbiornik 1/2 [°C] (2)	Glikol powrót [°C] (8)	Zasilanie [°C] (26)	T paliwa [°C] (20)	Urms L2 [V] (32)	Irms L2 [A] (38)	Tg φ L2 [brak] (44)	P L2 [W] (50)	S L2 [VA] (62)	Q L2 [Var] (56)
Zbiornik 1/3 [°C] (3)	H2O zasilanie [°C] (9)	Powrót [°C] (27)	T spalin [°C] (21)	Urms L3 [V] (33)	Irms L3 [A] (39)	Tg φ L3 [brak] (45)	P L3 [W] (51)	S L3 [VA] (63)	Q L3 [Var] (57)
Zbiornik 2/1 [°C] (4)	H2O powrót [°C] (10)	Delta T [°C] (28)	Wentylatory [brak] (18)	U L1-2 [V] (34)		Częstotliwość [Hz] (46)	ΣP [W] (52)	ΣS [VA] (64)	ΣQ [Var] (58)
Zbiornik 2/2 [°C] (5)	Zbiornik 1 wyjście [°C] (11)	Qm [kg/h] (29)	Pompa glikol [brak] (67)	U L2-3 [V] (35)	-	-	Moc cieplna [kW] (25)	-	-
-	Zbiornik 1 wejście [°C] (12)	-	-	U L3-2 [V] (36)	-		Przepływ paliwa [kg/h] (30)	-	

www.agh.edu.pl

Kogenerator z silnikiem Stirlinga

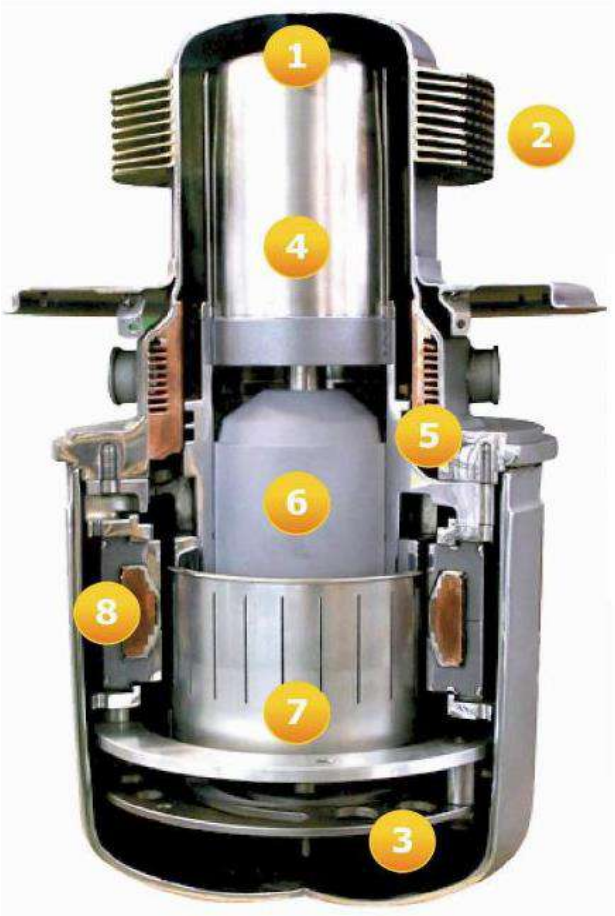


Parametry:

- Paliwo: GZ, propan, biogaz
- Moc elektryczna: 1 kW_e
- Moc cieplna: 3÷5.8 kW_t
- Zbiornik wody: 530 l/3 bar
- Pobór wody: 20l/min; 45^0C

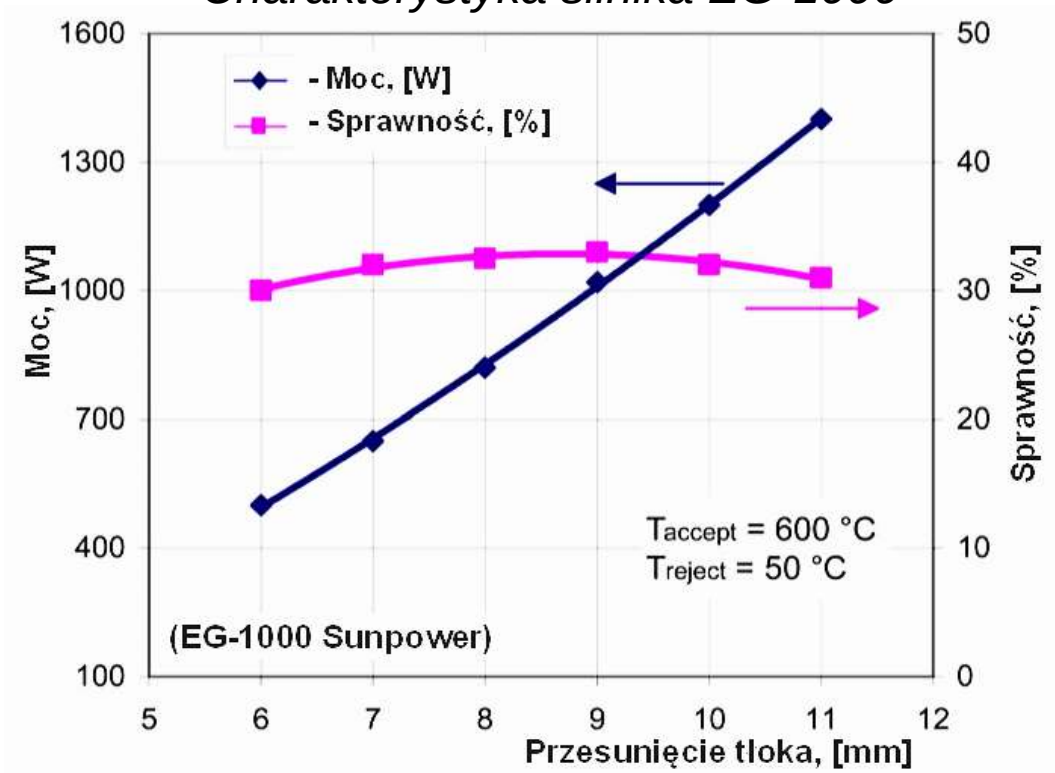
www.agh.edu.pl

Kogenerator z silnikiem Stirlinga



Silnik Stirlinga FPSE
(EG-1000, Sunpower)

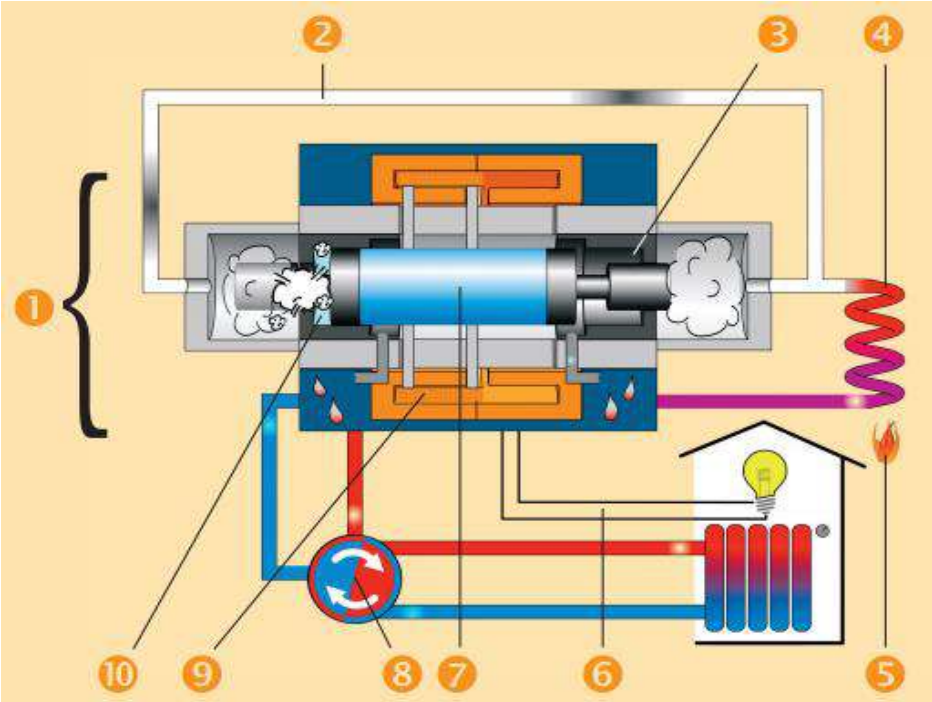
Charakterystyka silnika EG-1000



Opis silnika FPSE EG-1000:
1 – Głowica; 2 – Żebra; 3 – Sprężyna; 4 – tłok swobodny; 5 – chłodnica wodna; 6 – tłok roboczy; 7 – magnesy; 8 – uzwojenie

www.agh.edu.pl

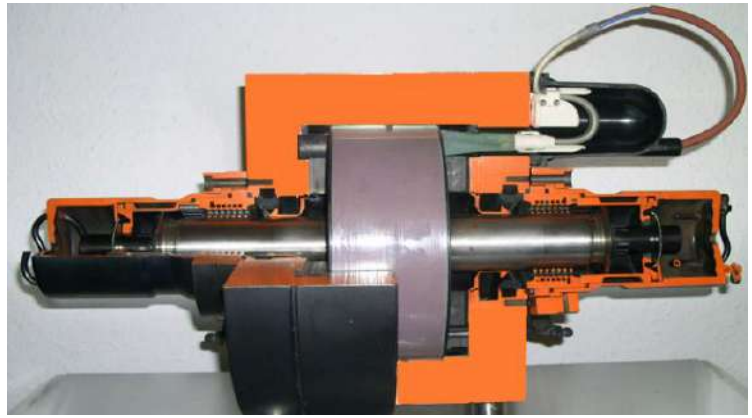
Kogenerator z silnikiem parowym



1 – silnik liniowy
2 – przewód parowy
3 – prawy cylinder
4 – parownik
5 – palnik
6 – przewody elektryczne
7 – tłok swobodny
8 – wymiennik ciepła
9 – rozrząd
10 – łącznik

Parametry:

- Paliwo: GZ, propan
- Moc elektryczna: 0,3÷2 kW_e
- Moc cieplna: 3,5÷16 kW_t



www.agh.edu.pl

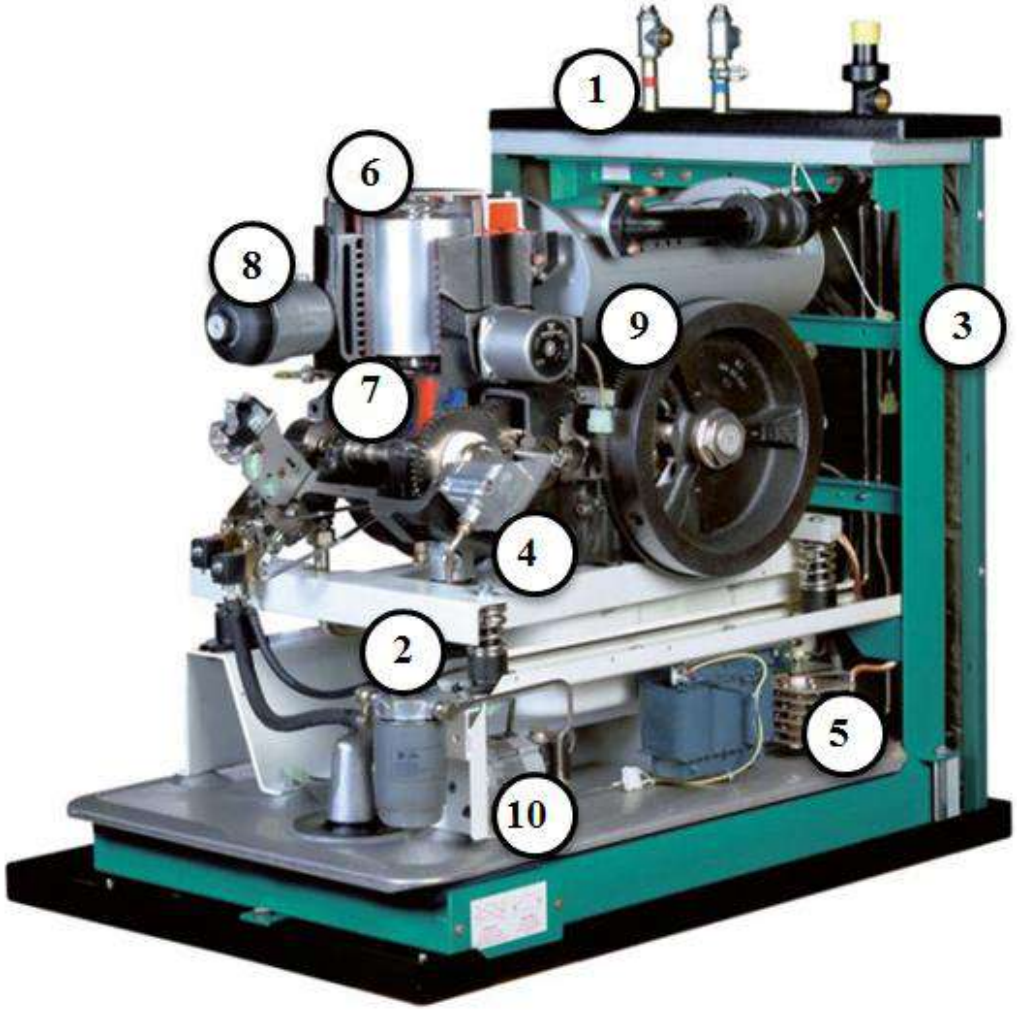
Mikrokogeneratory spalinowe

Dane techniczne:

- pobór mocy (wartość opałowa) 20,5 kW
- moc elektryczna 5,5 kW
- moc cieplna bez kondensora 11,7 kW
- moc cieplna z kondensorem 14,8 kW
- maksymalna temperatura zasilania ciepłą wodą 83°C
- maksymalna temperatura powrotu 70°C
- sprawność elektryczna 27 %
- sprawność cieplna z kondensorem 72 %
- sprawność łącznie (e. elektr. i cieplna) do 99 %
- przeglądy techniczne co 2700 godzin pracy
- żywotność urządzeń nawet do 20 lat
- zasilanie: gazem ziemnym (HKA G5,5); LPG, LNG, CNG (HKA F5,5); olejem opałowym (diesel, RME, biodiesel B100 – HKA HR 5,3)

www.agh.edu.pl

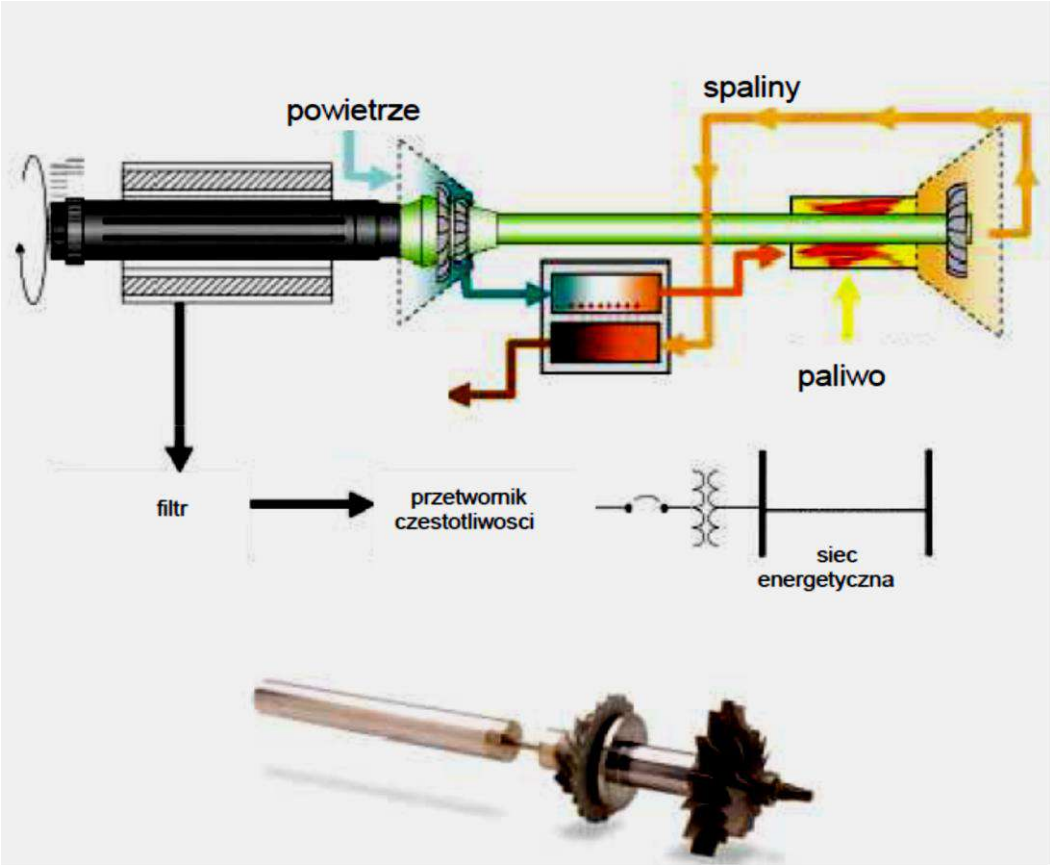
Mikrokogeneratory spalinowe



1 - króćce przyłączy
2 - amortyzatory
3 - konstrukcja nośna
4 - układ rozrządu
5 - układ rozruchowy
6 - wymiennik ciepła
7 - katalizator
8 - filtr oleju
9 - koło zamachowe
10 - układ dozowania gazu

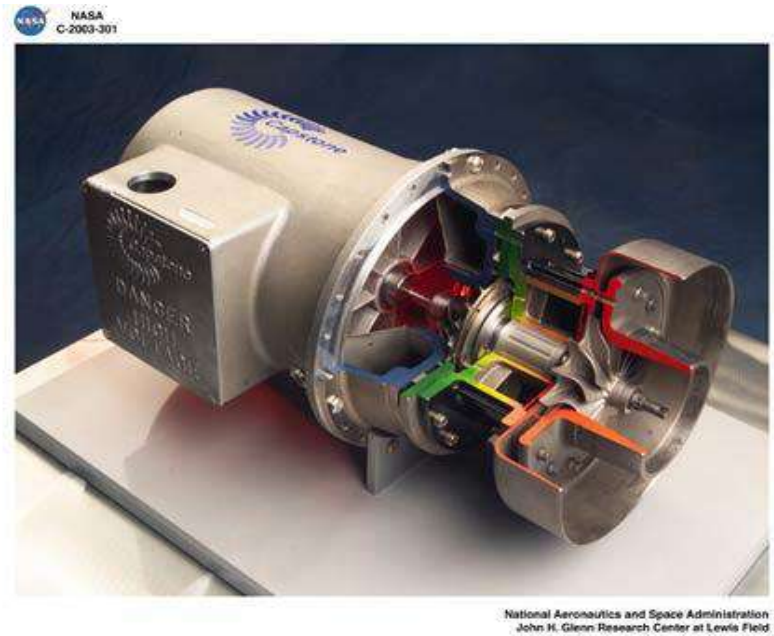
www.agh.edu.pl

Mikroturbina gazowa w układzie mikrokogeneracji



Elementy mikroturbiny gazowej oraz przykład konstrukcji

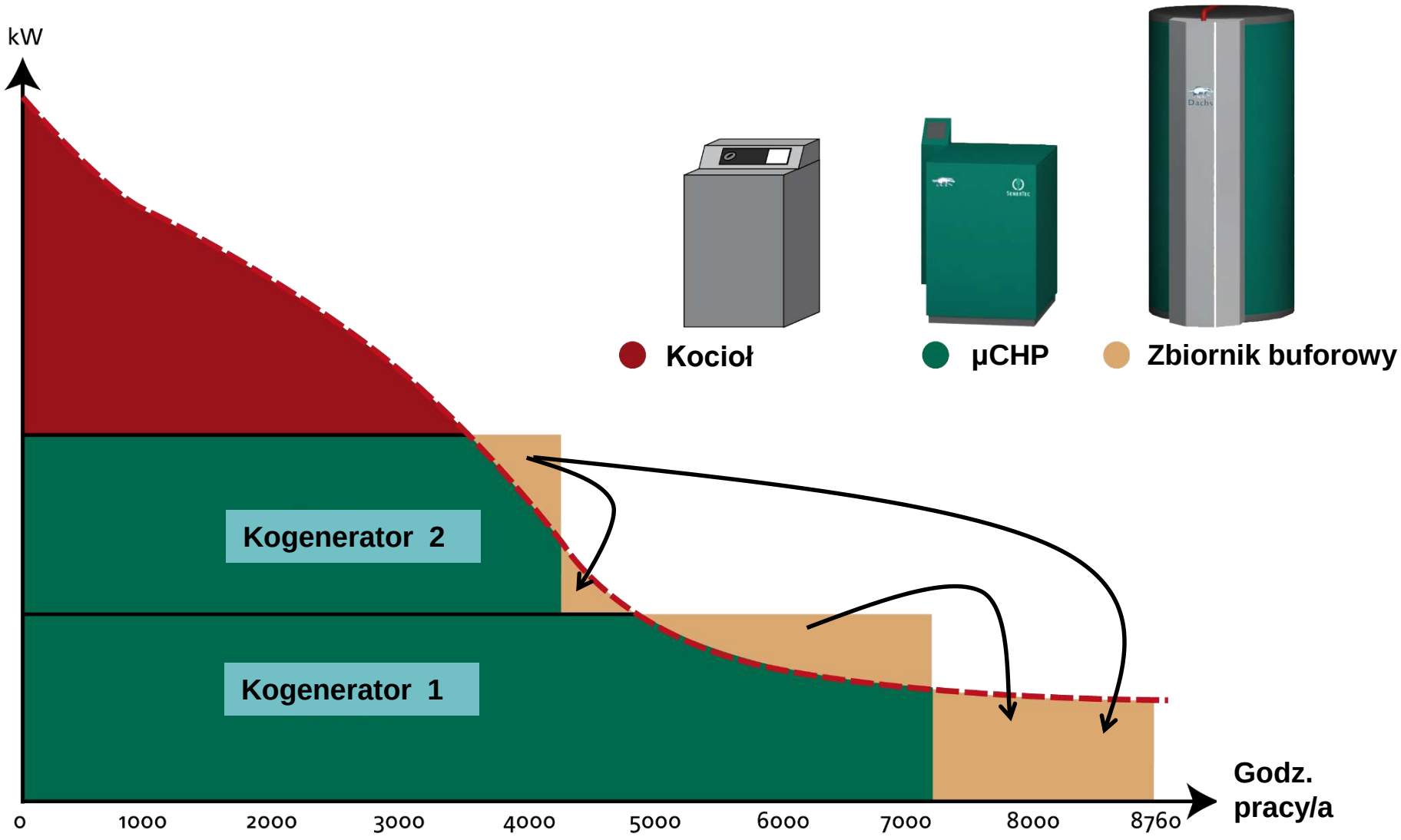
Paliwa: *propan, GZ, lekkie oleje, bio-olej, biogaz*;
Moc: od 15 kWe,
Sprawność: *elektryczna*: 15÷35%, *cieplna*: 40÷60%; *całkowita*: 60÷90%;
Temperatura odbioru ciepła: 300°C



Turbina Capstone mGT (30 kW_e)

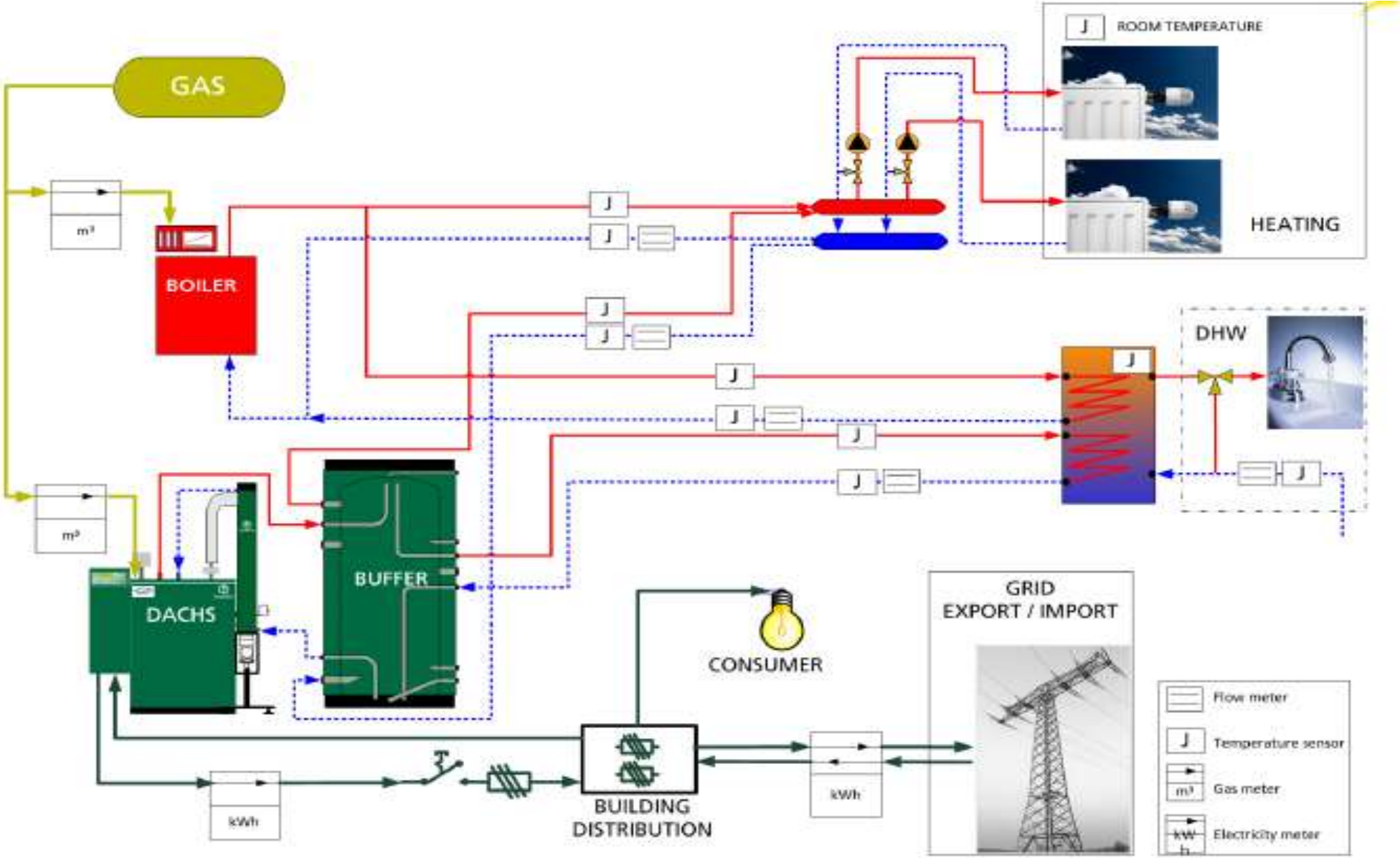
www.agh.edu.pl

Dobór jednostek kogeneracyjnych - zapotrzebowanie na ciepło



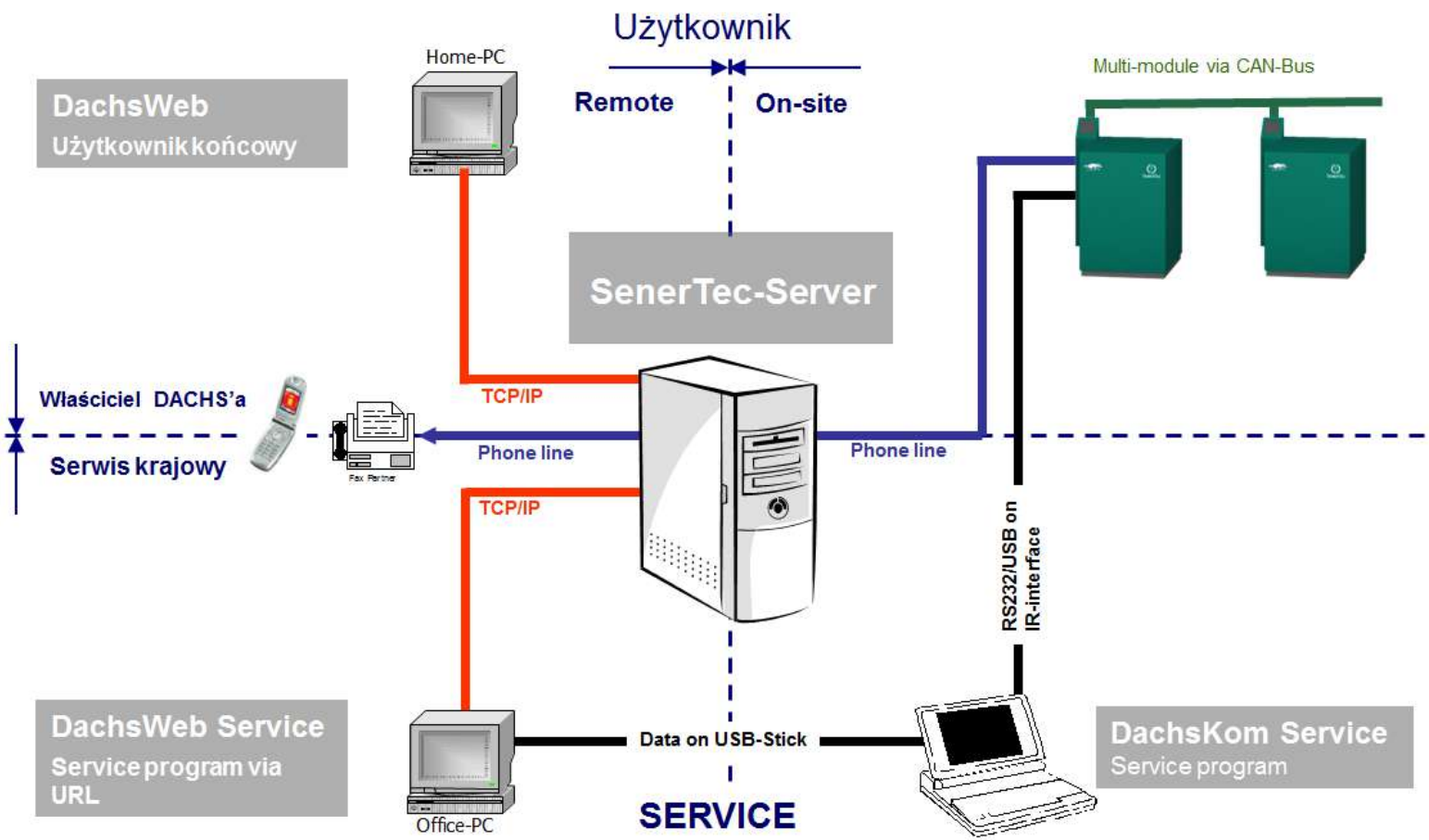
www.agh.edu.pl

Schemat układu kogeneracyjnego dla budynku mieszkalnego



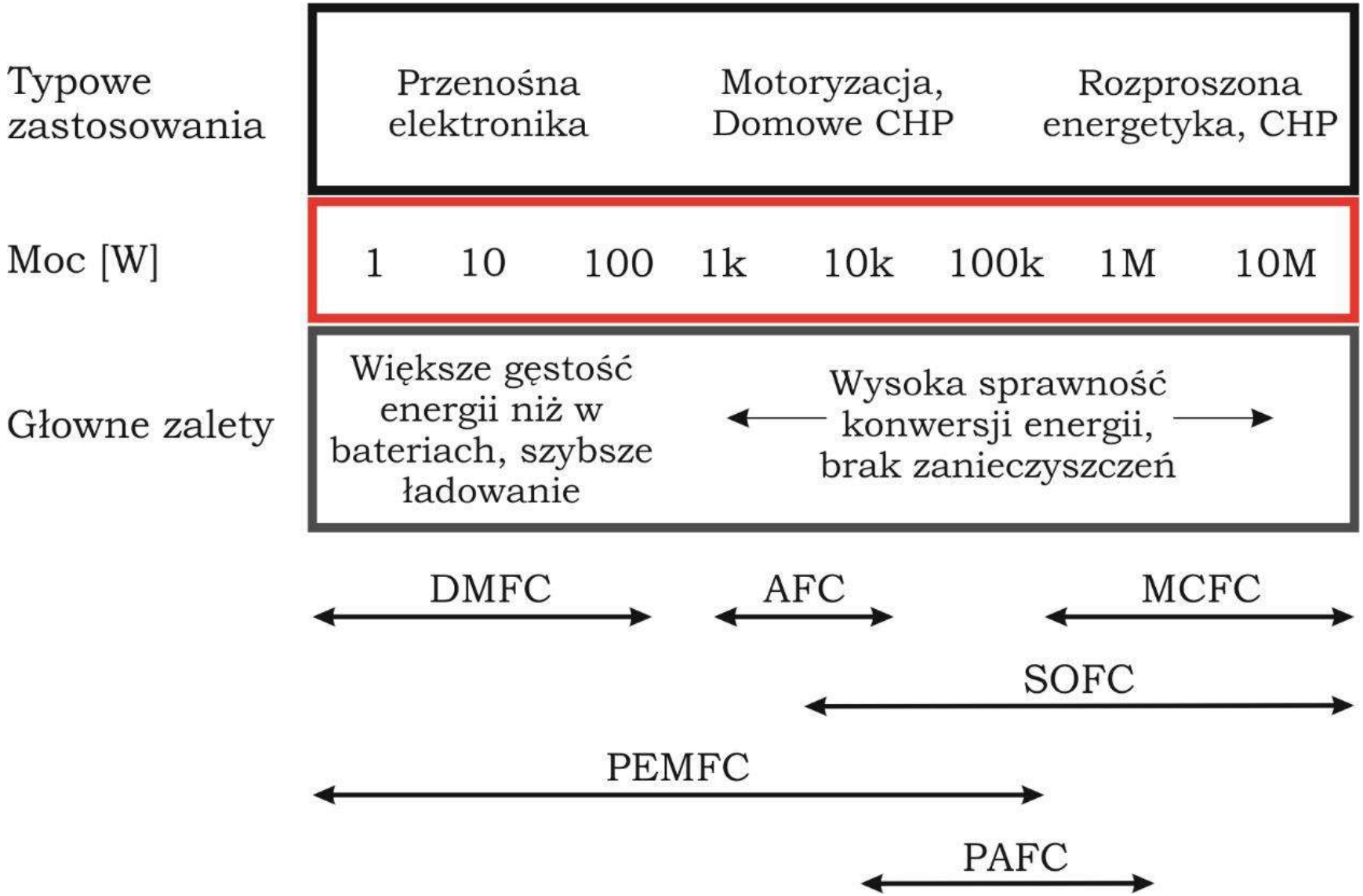
www.agh.edu.pl

Przygotowanie do współpracy w sieciach typu Smart Grid



www.agh.edu.pl

Ogniwa paliwowe w mikrokogeneracji

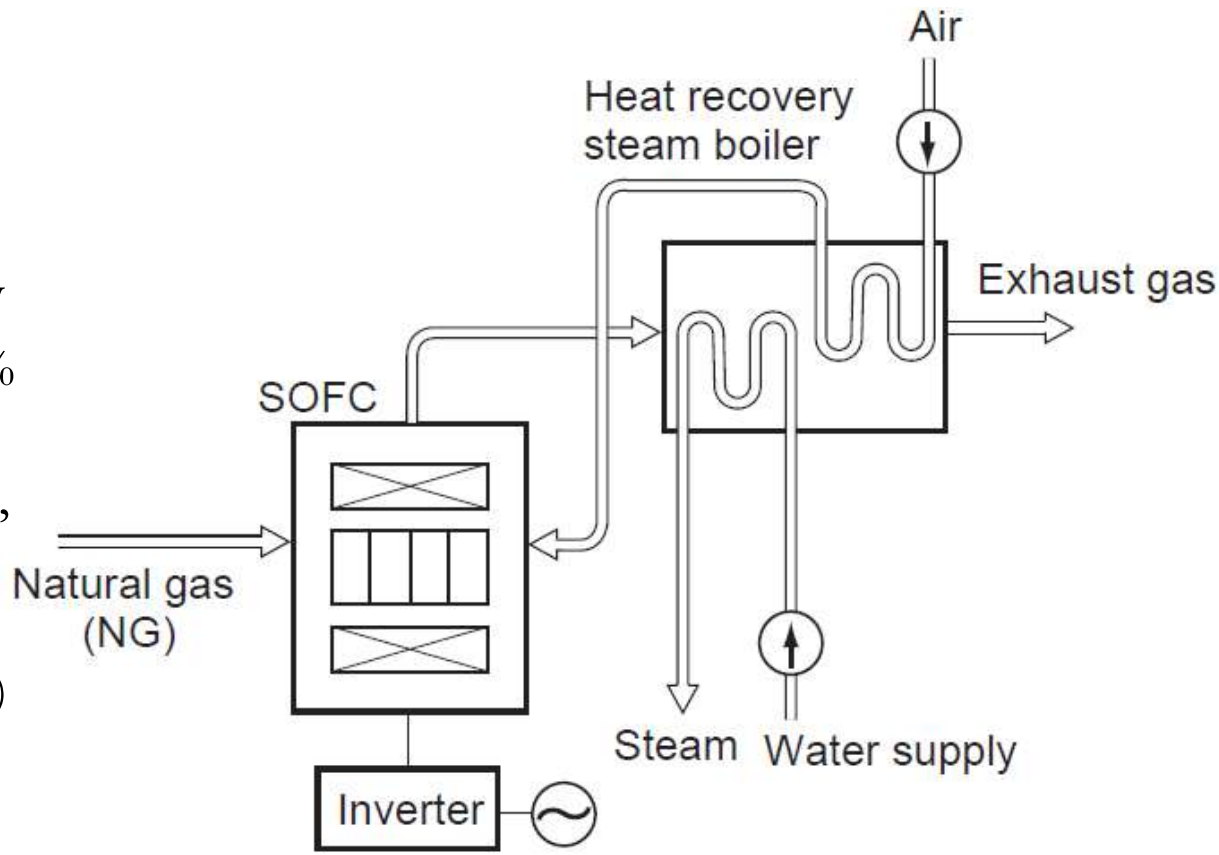


J. Larminie, A. Dicks, Fuel Cell Systems Explained, John Wiley & Sons Ins. (2003) Chichaster, ISBN 047084857X
K. M. McGrath, G. K. Surya Prakash, G. A. Olah, J. Ind. Eng. Chem., 7 (2004) 1063 – 1080

www.agh.edu.pl

Zastosowania stacjonarne

- Produkcja elektryczności, ciepła użytkowego (oraz chłodu)
- Ogniwa SOFC, PEMFC
- Moc (elektryczna): 1kW – 1,2 MW
- Sprawność elektryczna: około 45%
- Sprawność całkowita: do 90%
- Źródło zasilania dla szpitali, hoteli, budynków publicznych
- Energia wysokiej jakości
- Pracujące instalacje: USA (85 GW) Japonia (10 GW)



www.agh.edu.pl

http://www.midwestchptap.org/features/PDF/CHP-FuelCell.pdf
http://aes.mines.edu/Publications/book%20chapters/Braun-Kazempoor_RSC%20Ch%2012%20Final_pp327-382_(2013).pdf

Mikro ogniwa paliwowe w budownictwie jedno-wielorodzinnym i obiektach użyteczności publicznej

ENE-FARM Type S

Generacja energii elektrycznej (po lewej) i ciepła (po prawej)

type	SOFC
size	0.6 m x 0.935 m x 0.335 m
Power output	700 W
Efficiency	46.5 % (LHV), 42 % (HHV)
Efficiency of co-generation	90 % (LHV), 81.2 % (HHV)
weight	94 kg

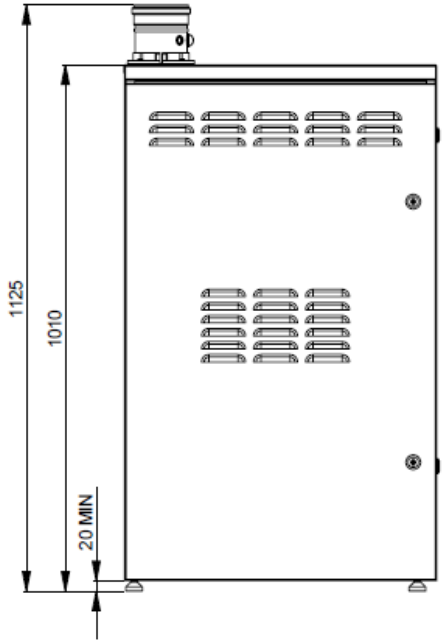
type	Co-generation unit
Size	0.74 m x 1.7 m 0.31 m
tank	90 L
Water temperature	70 ^{o}C
Weight	94 kg
Hot water	41.9 kW
Room heating	17.4 kW

www.agh.edu.pl

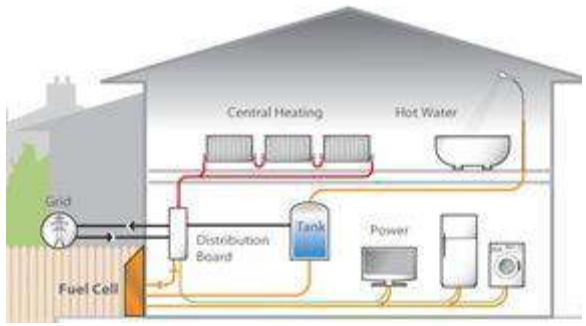
Mikro ogniwa paliwowe w budownictwie jedno-wielorodzinnym i obiektach użyteczności publicznej

(μ-CHP)

μ-CHP CFCL BlueGen:
« zasilanie gazem ziemnym
« moc elektryczna 2 kW
« moc cieplna do 1 kW
« stos ogniw SOFC
« przewidywany czas życia 10 – 15 lat



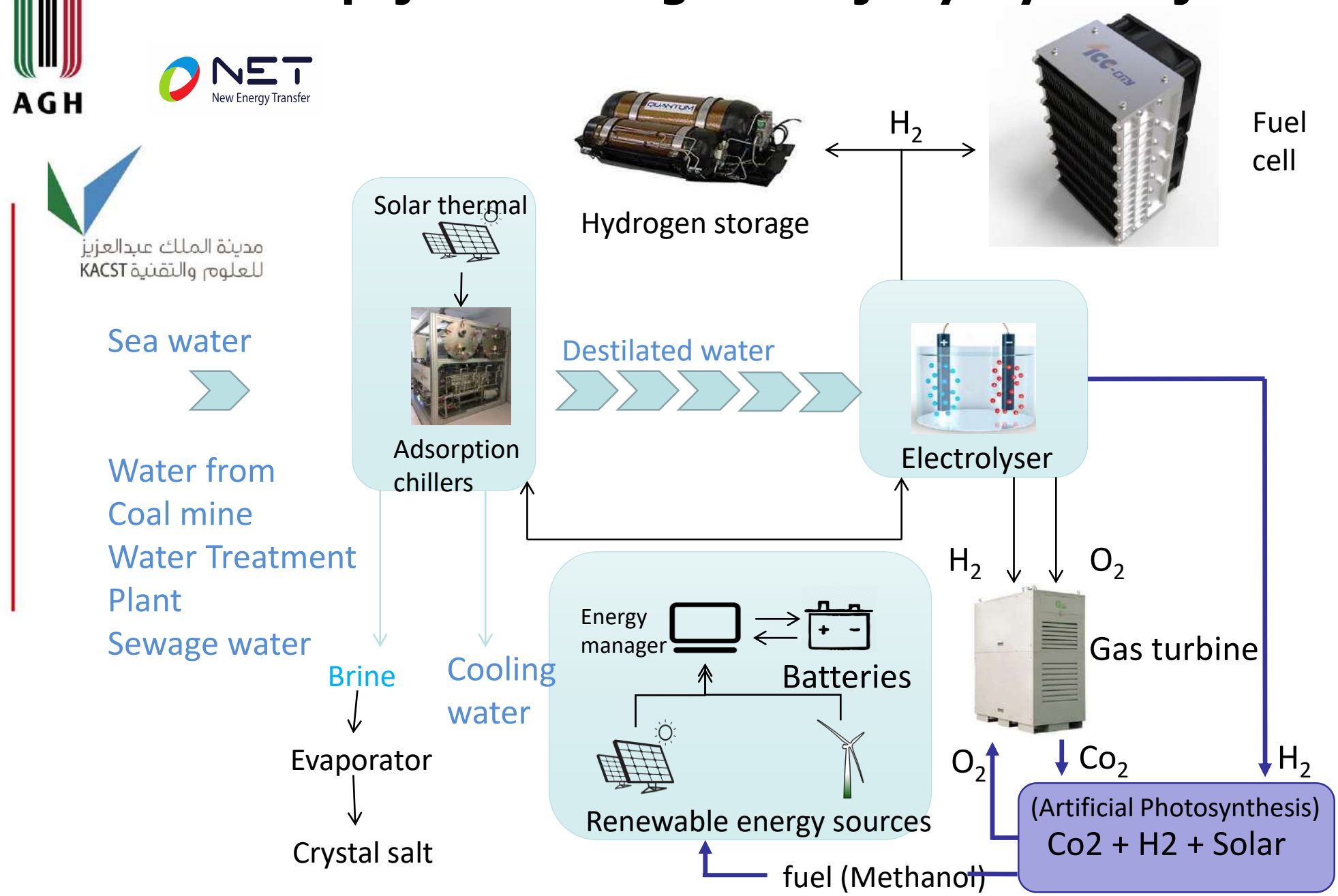
Staxera ISM:
« zasilanie gazem ziemnym
« moc elektryczna 1,1 - 5 kW
« stos ogniw SOFC
« gwarancja czasu pracy do 5000 godz.



www.agh.edu.pl

http://www.midwestchptap.org/features/PDF/CHP-FuelCell.pdf
http://aes.mines.edu/Publications/book%20chapters/Braun-Kazempoor_RSC%20Ch%2012%20Final_pp327-382_(2013).pdf

Koncepcja mikrokogeneracji hybrydowej



AGH

KlastER

AGH

NARODOWE CENTRUM BADAŃ JĄDROWYCH

MINISTERSTWO AKTYWÓW PAŃSTWOWYCH

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Projekt współfinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków" GOSPOSTRATEG