



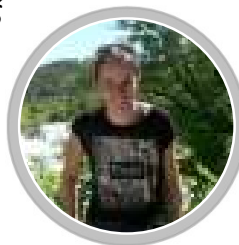
Silesian
University
of Technology

Magazynowanie energii w postaci odnawialnego gazu ziemnego wytwarzanego w procesie metanizacji

Dr hab. inż. Anna Skorek-Osikowska, prof. PŚ

Zespół badawczy

Dr hab. inż. Anna Skorek-Osikowska, prof. PŚ



Dr hab. inż. Łukasz Bartela, prof. PŚ



Dr inż. Wojciech Uchman



Mgr inż. Daria Katla



Dr inż. Daniel Węcel



Dr inż. Michał Jurczyk



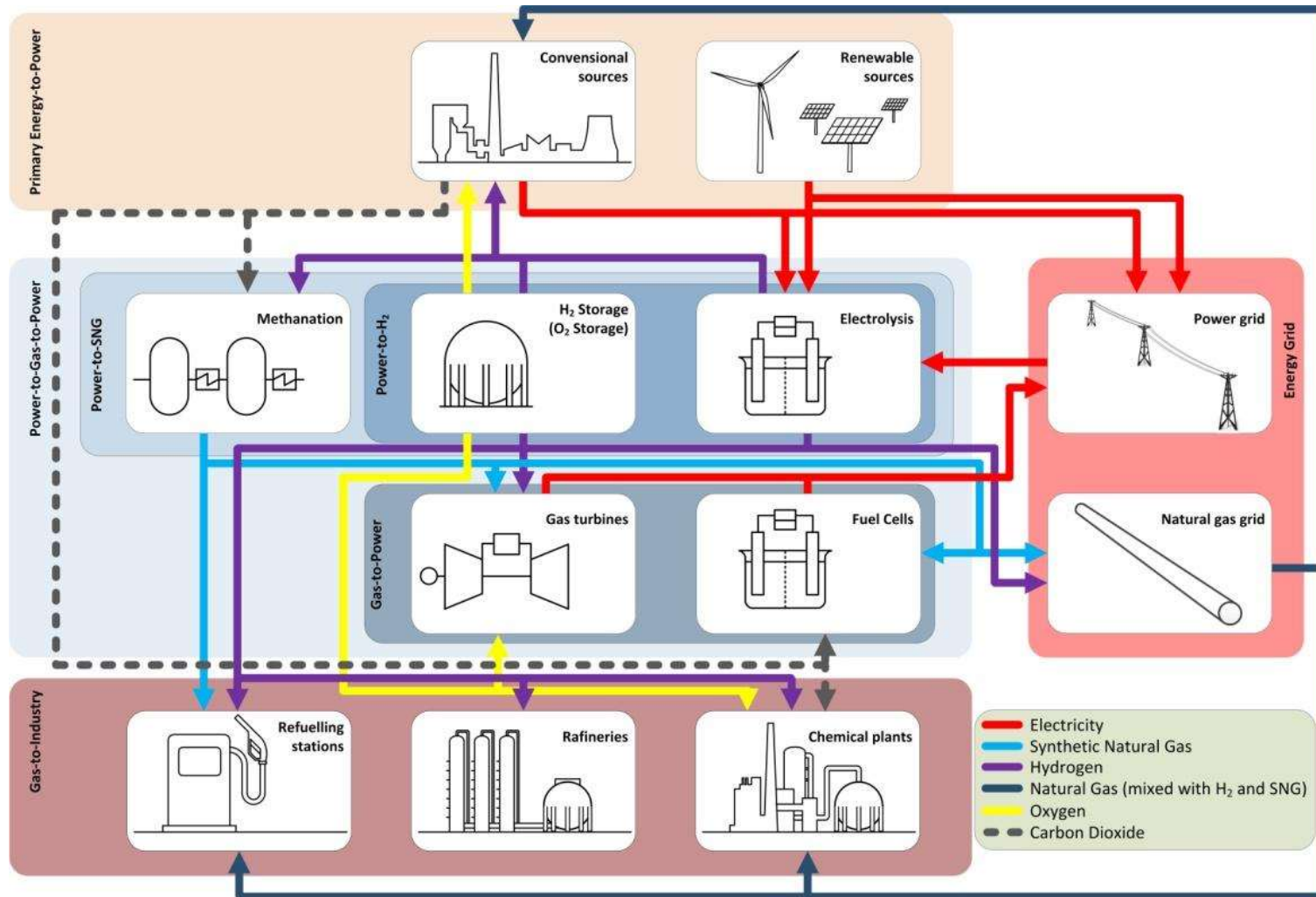
Projekty badawcze



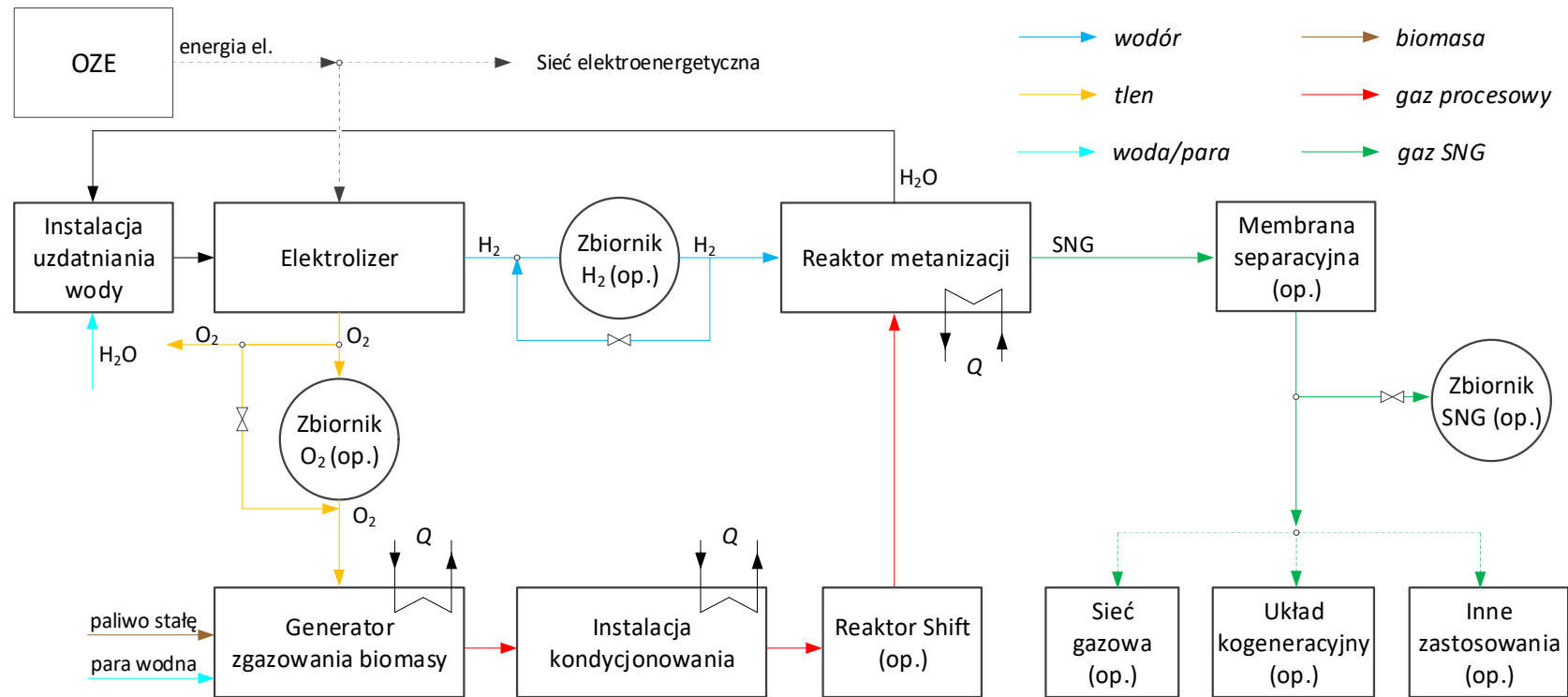
- *Wykorzystanie procesu elektrolizy i zgazowania tlenowego do produkcji syntetycznego gazu ziemnego w układzie poligeneracyjnym - projekt OPUS14 2017/27/B/ST8/02270 finansowany przez Narodowe Centrum Nauki*



Power to Gas



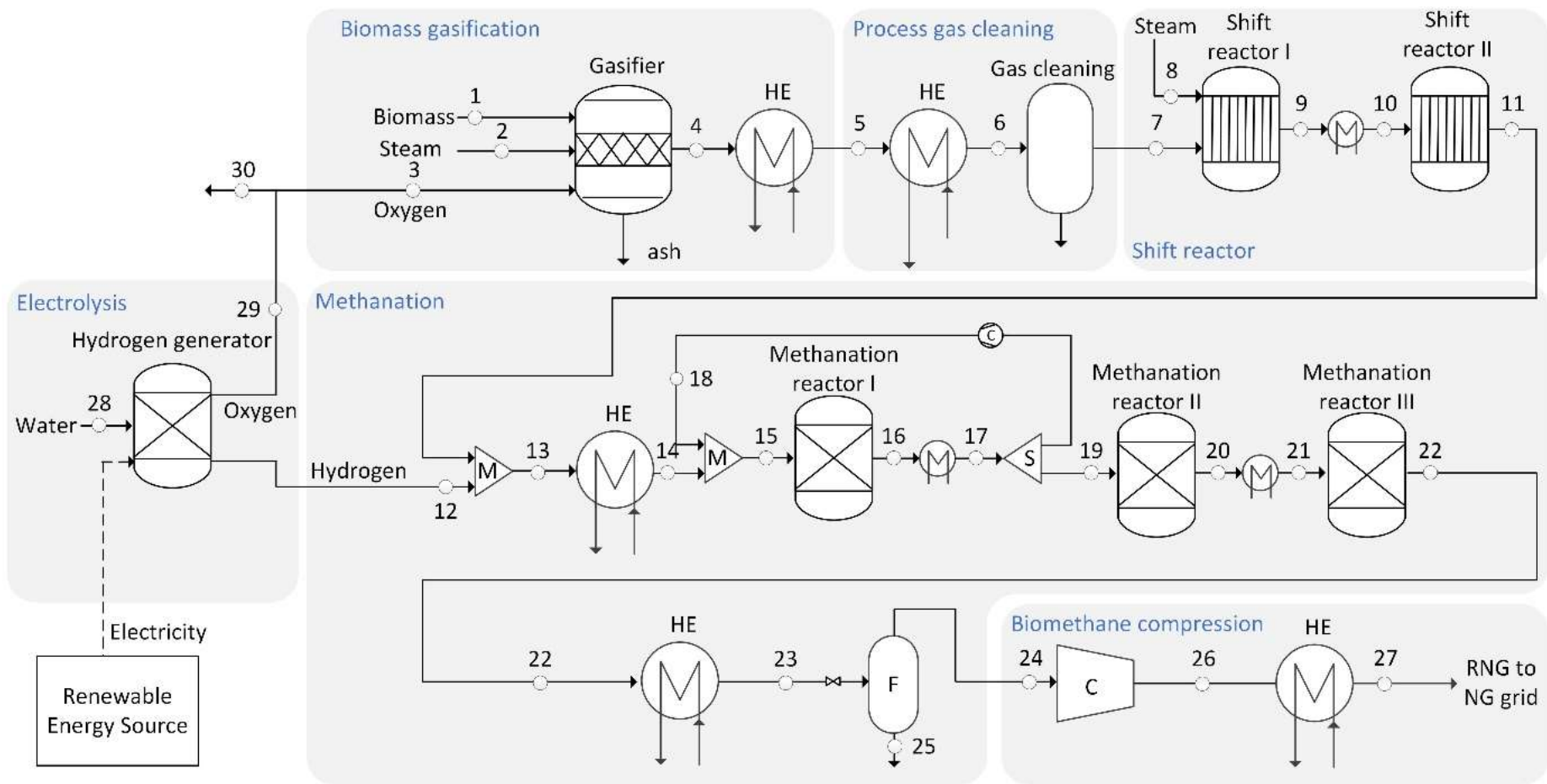
Power to SNG



Przykładowa koncepcja układu do produkcji SNG z wykorzystaniem procesu elektrolizy i zgazowania tlenowego; oznaczenia: Q – ciepło, op. – wariant opcjonalny



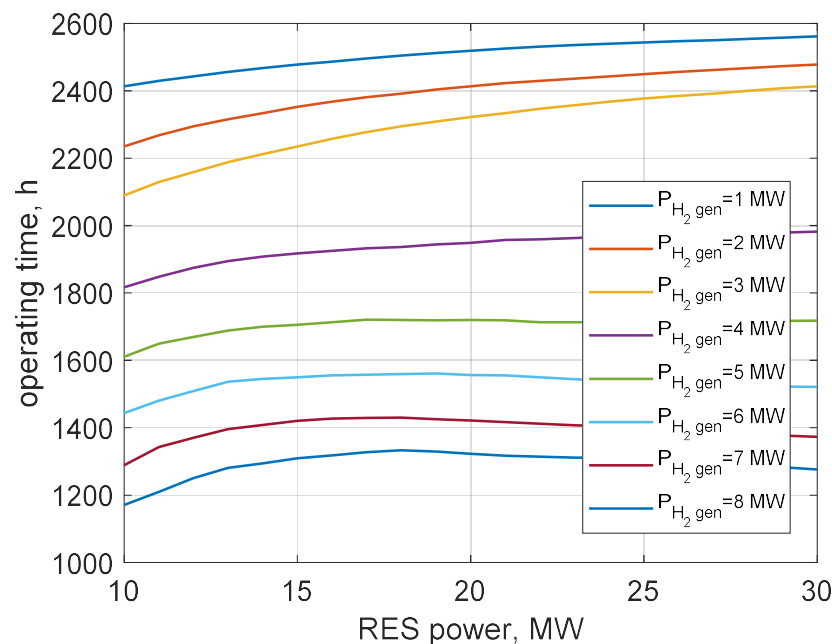
Analizy termodynamiczne



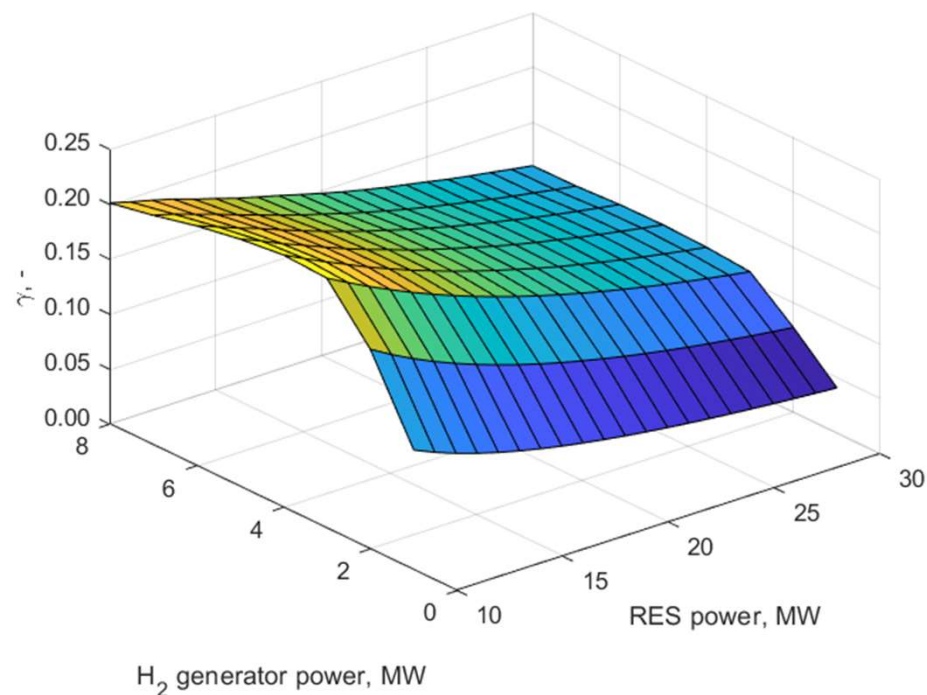
Schemat instalacji ze zgazowaniem biomasy, generatorem wodoru i reaktorem do metanizacji



Wpływ mocy OZE i generatora H₂ na pracę systemu



Czas pracy generatora wodoru zintegrowanych z buforem H₂ o mocy 5 MWh

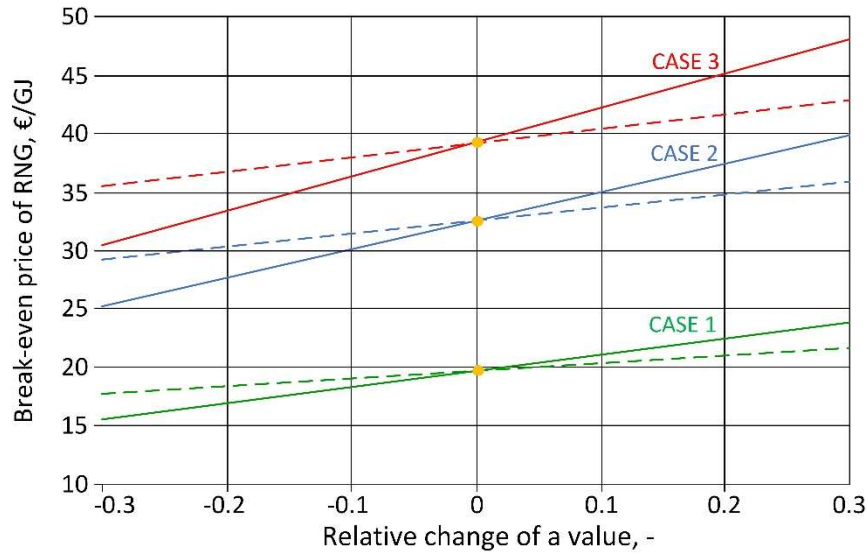


Udział energii zgromadzonej w funkcji mocy farmy wiatrowej i mocy generatora wodoru

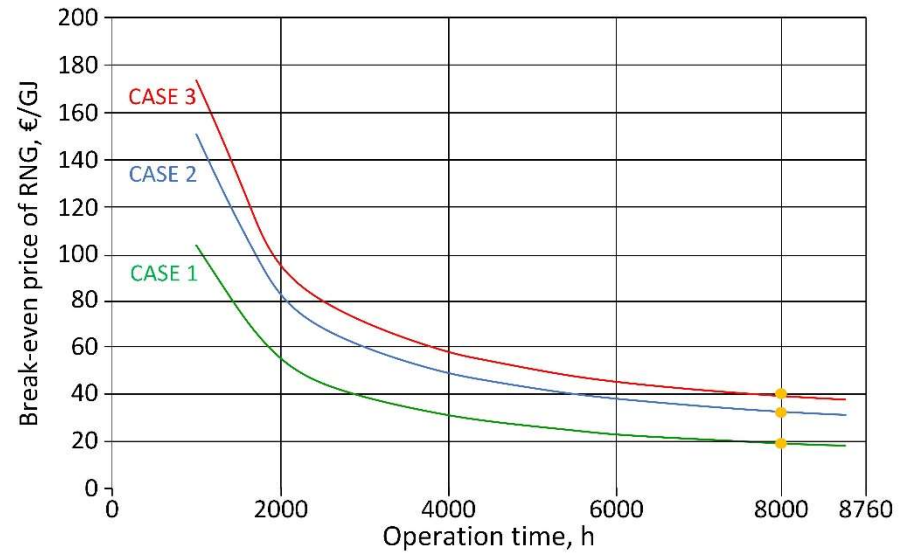
Uchman W., Skorek-Osikowska A., Jurczyk M., Węcel D.: The analysis of dynamic operation of power-to-SNG system with hydrogen generator powered with renewable energy, hydrogen storage and methanation unit. Energy 2020;213;118802



Analizy ekonomiczne



Wpływ CAPEX (linia przerywana) i OPEX (linia ciągła) na graniczną cenę SNG.

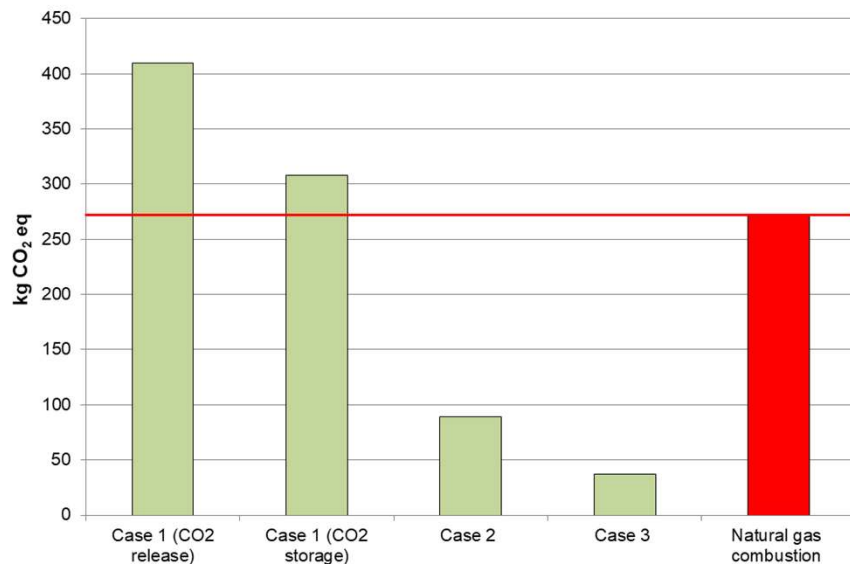


Wpływ czasu eksploatacji na graniczną cenę SNG

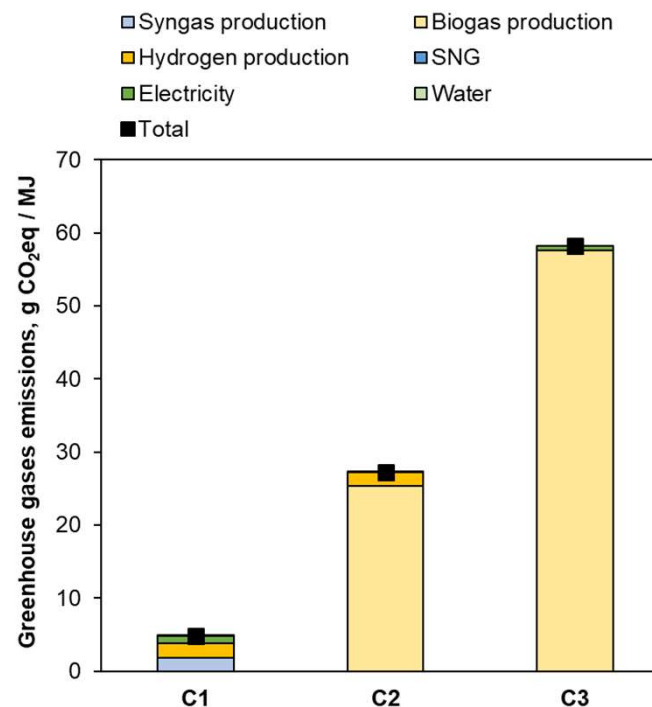
Skorek-Osikowska A., Martín-Gamboa M., Dufour J.: Thermodynamic, economic and environmental assessment of renewable natural gas production systems. *Energy Conversion and Management: X*, 2020;7:100046.



Analizy ekologiczne



Porównanie śladu węglowego SNG dla trzech analizowanych przypadków oraz gazu ziemnego.

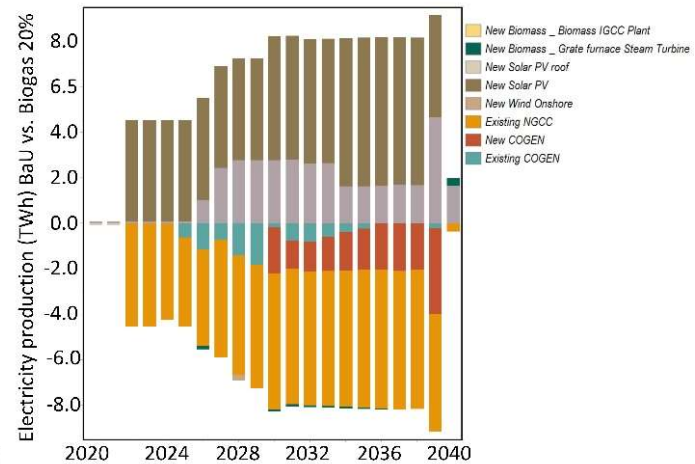
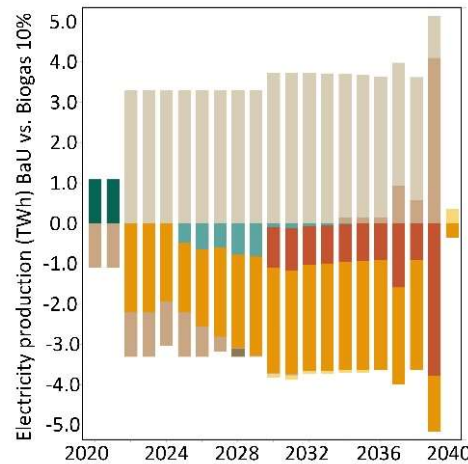
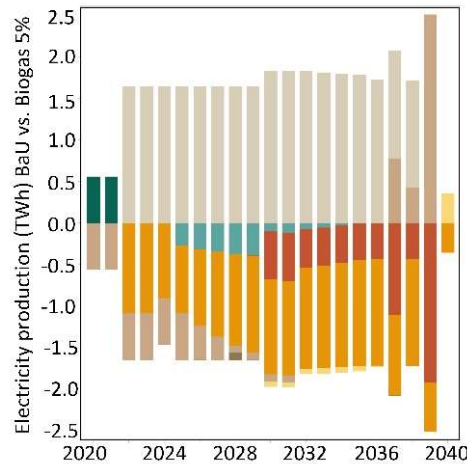
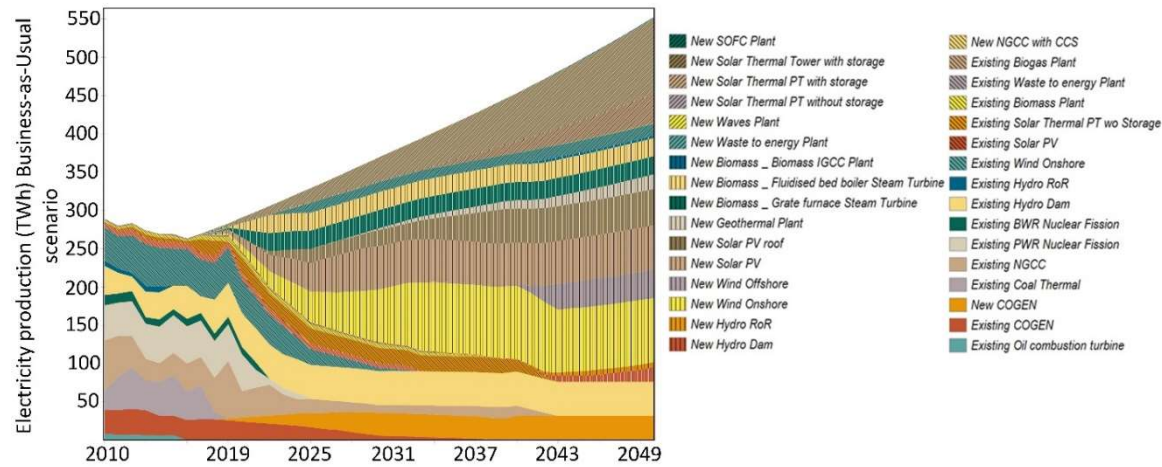


Emisje gazów cieplarnianych w całym cyklu życia, w gramach CO₂/MJ dla ocenianych scenariuszy

Skorek-Osikowska A., Galvez-Martos JL: Synthetic Natural Gas Production in Power-to-Gas Approaches Involving Biomass Gasification and Anaerobic Digestion. International Journal of Hydrogen Energy. Under review.



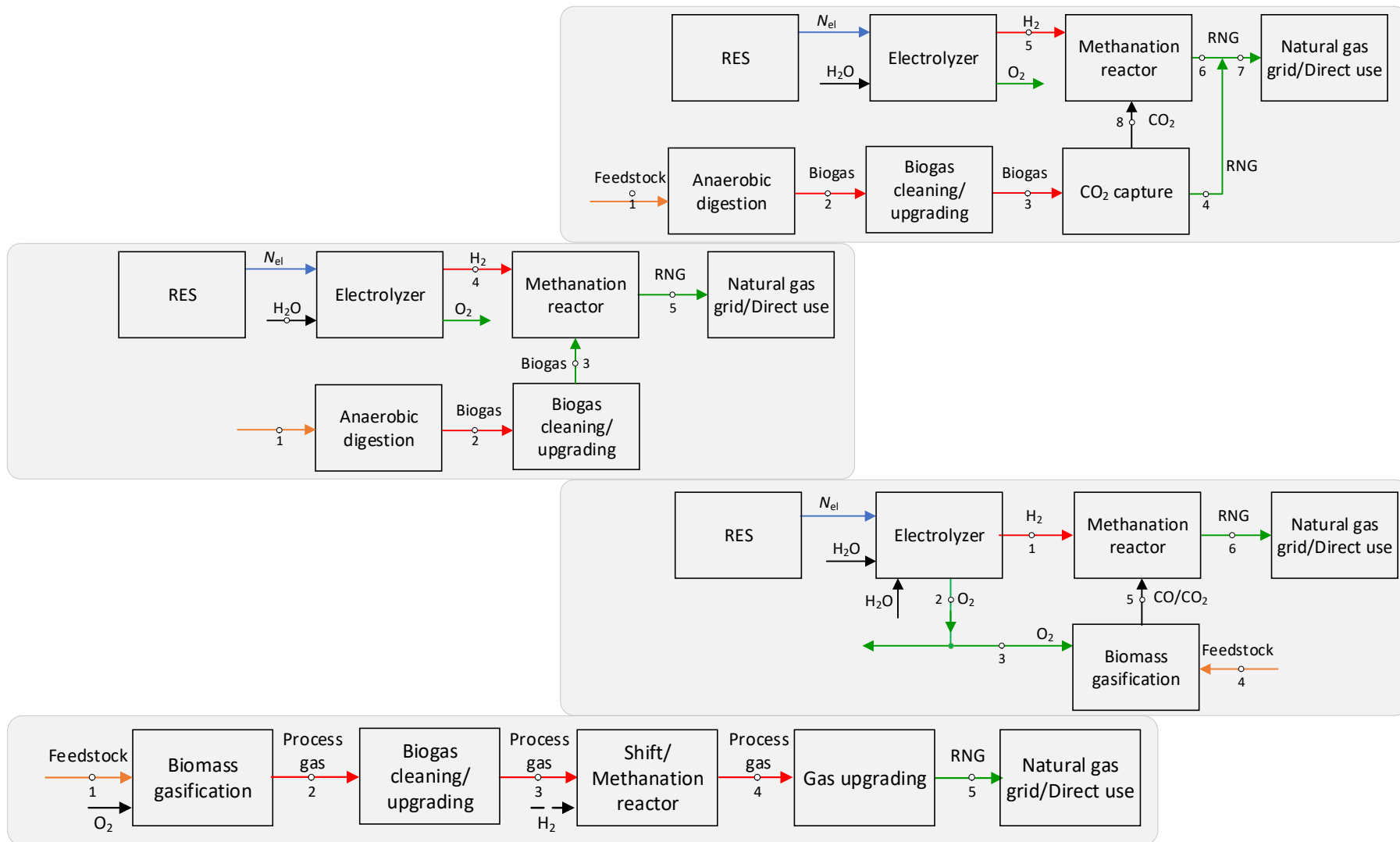
Modelowanie Systemów Energetycznych (ESM)



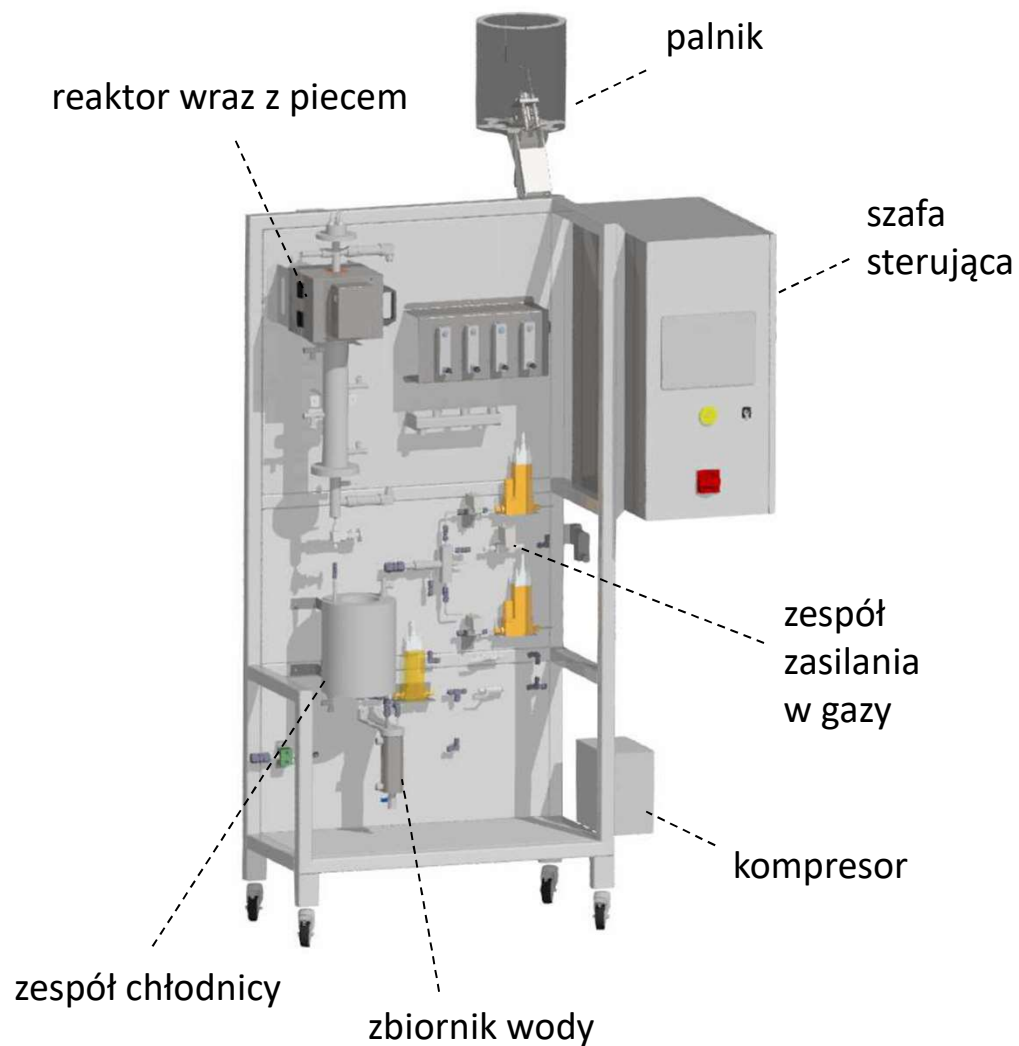
Anna Skorek-Osikowska, Diego García-Gusano, Javier Dufour. Assessment of the Potential for Natural Gas Substitution with Methane-Rich Biogas in Spain. Proceedings of the 7th International Conference on Energy Research and Development (ICERD-7). State of Kuwait, November 19-21, 2019.



Produkcja biometanu



Stanowisko laboratoryjne generatora metanu



Udział w konferencjach międzynarodowych

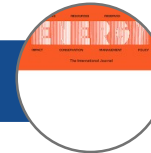


- International Conference on Innovative Applied Energy (IAPE'19), Oxford, marzec 2019
- ECOS19, Wrocław, 23-28 czerwca 2019
- 7th International Conference On Energy Research and Development (ICERD-7), Kuwejt, 19-21 listopada 2019
- RDPE/PBEC 2019, Warszawa, 3-6 grudnia 2019
- SDEWES 2020, Online, 1-5 września 2020
- CPOTE 2020, Online, 21-24 września 2020
- 12TH, Doha, International Exergy, Energy, And Environment Symposium, 20-24 grudnia, Qatar

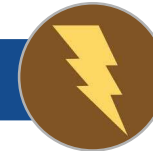


Artykuły z listy JCR

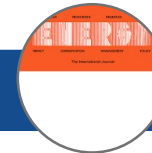
Uchman W., Skorek-Osikowska A., Jurczyk M., Węcel D.: The analysis of dynamic operation of power-to-SNG system with hydrogen generator powered with renewable energy, hydrogen storage and methanation unit



Węcel D., Jurczyk M., Uchman W., Skorek-Osikowska A.: Investigation on system for renewable electricity storage in small scale integrating photovoltaics, batteries, and hydrogen generator



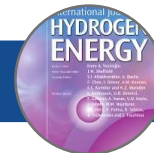
Katla D., Bartela Ł., Skorek-Osikowska A.: Evaluation of electricity generation subsystem of Power-to-Gas-to-Power unit using gas expander and heat recovery steam generator



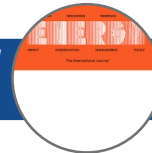
Skorek-Osikowska A., Martín-Gamboa M., Dufour J.: Thermodynamic, economic and environmental assessment of renewable natural gas production systems



Bartela Ł., Katla D., Skorek-Osikowska A.: Evaluation of conceptual electrolysis-based energy storage systems using gas expanders



Bartela Ł.: A hybrid energy storage system using compressed air and hydrogen as the energy carrier



Projekty dydaktyczne



➤ *Opracowanie sposobu chłodzenia reaktora metanizacji na stanowisku laboratoryjnym, optymalizacja procesu oraz ocena potencjału produkcji i wykorzystania syntetycznego gazu ziemnego w warunkach polskich*

- Projekt realizowany w ramach programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” w zakresie kształcenia zorientowanego projektowo – Project Based Learning



Generator metanu

- **Rozkład temperatur reaktora**

Materiał katalizatora ma dużą bezwładność cieplną i uzyskanie odpowiedniej temperatury na całej objętości reaktora jest czasochłonne.

- **Długotrwałe nagrzewanie**

Gazy wprowadzane do instalacji – CO_2 oraz H_2 – po rozprężeniu mają niską temperaturę zatem muszą zostać ogrzane (reakcja metanizacji zachodzi w podwyższonej temperaturze)

- **Możliwe przegrzanie reaktora**

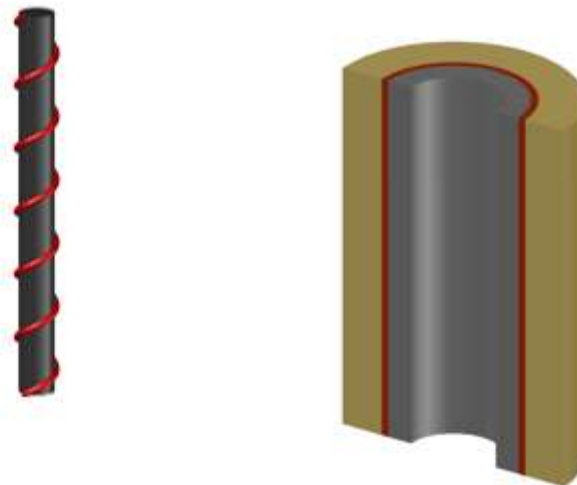
Reakcja jest egzotermiczna, zbyt wysoka temperatura w reaktorze może prowadzić do uzyskania gorszych parametrów SNG lub spiekania katalizatora.



Optimalizacja warunków pracy generatora metanu

➤ Ogrzewanie gazów przed piecem

Owinięcie przewodów dostarczających gazy do pieca (i reaktora) kablem grzewczym o temperaturze grzania do 150 °C.

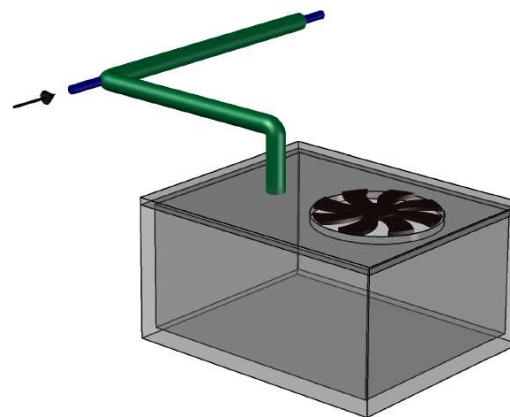


➤ Ogrzewanie i izolacja reaktora

Ogrzanie głównej części reaktora matą grzejącą. Zmniejszenie strat ciepła przez otulinę z wełny skalnej. Możliwość demontażu izolacji.

➤ Dodatkowe chłodzenie próbki gazu

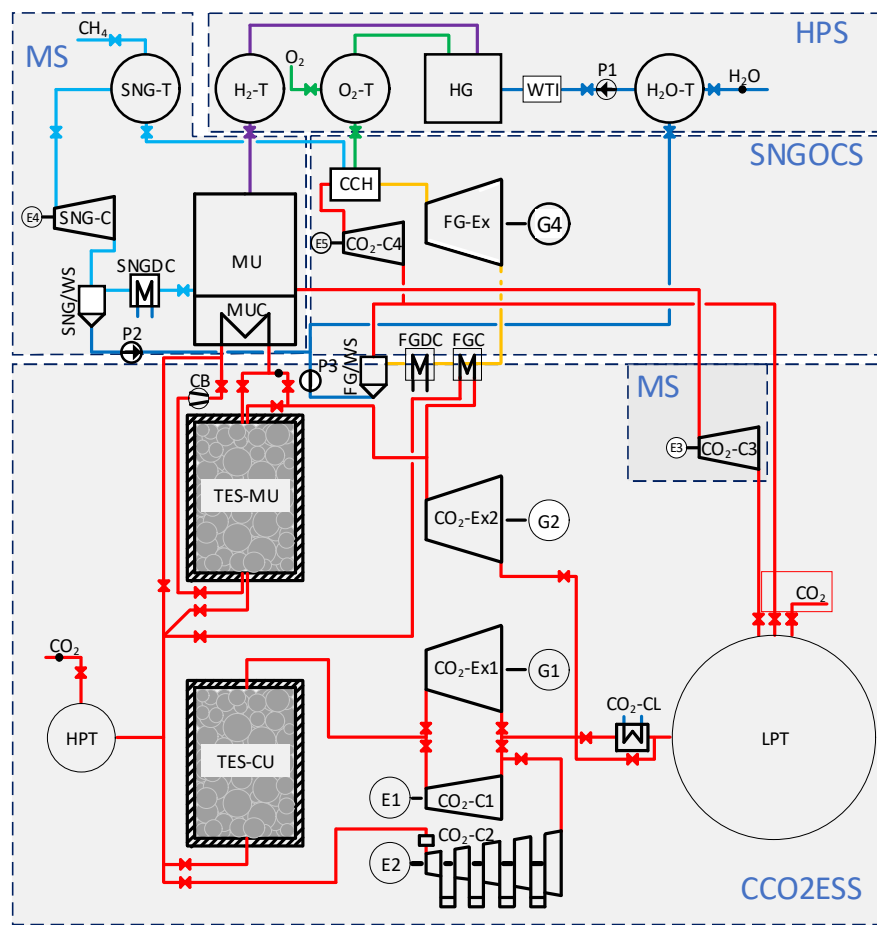
Chłodzenie powietrzem. Wykorzystanie wentylatora w zbiorniku z lodem lub wodą.



Koncepcja magazynowania energii w układzie hybrydowym



Układy hybrydowe



Legenda:

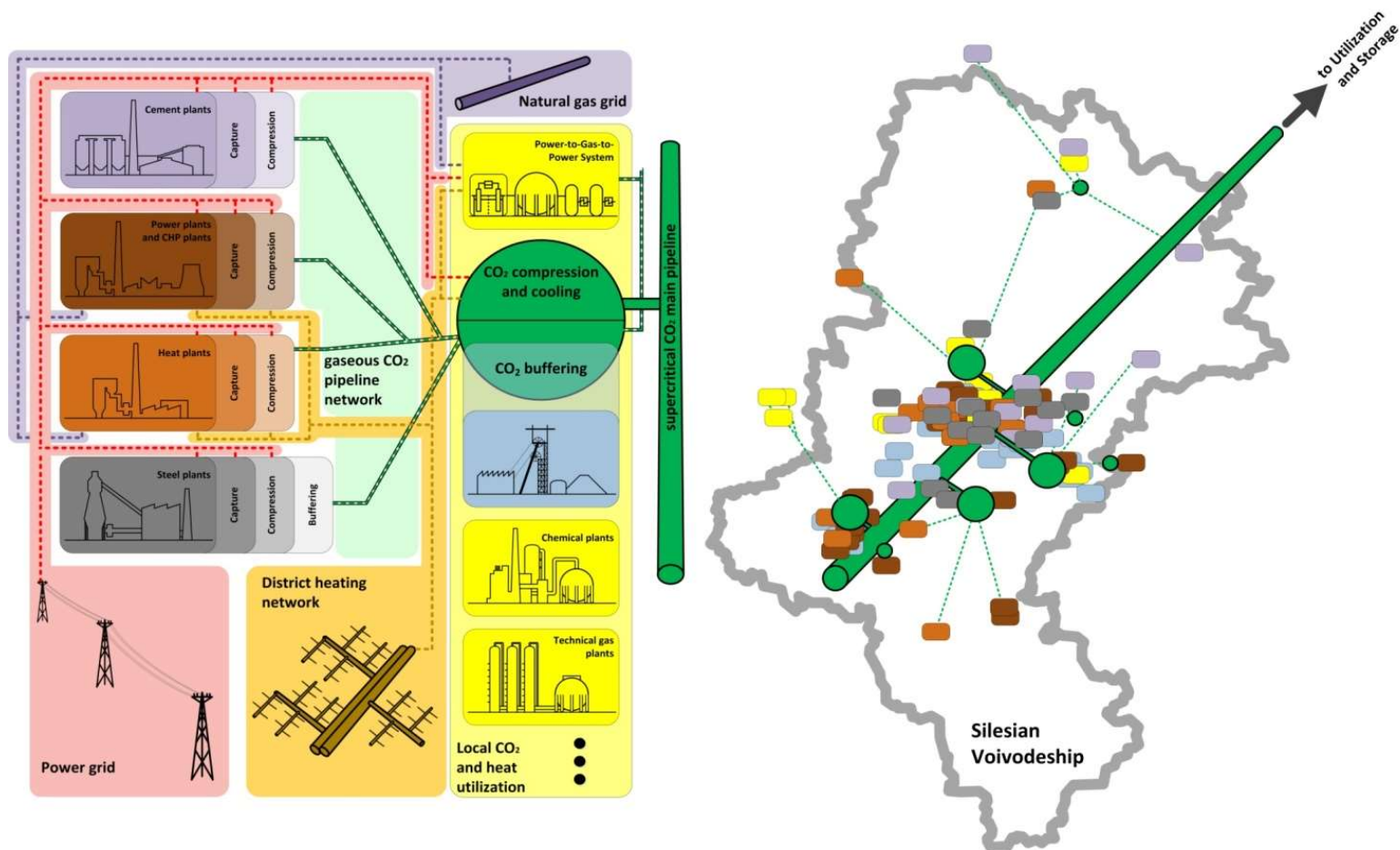
- CB dmuchawa cyrkulacyjna
- CCH komora spalania
- CO2-C kompresor CO₂
- CO2-Ex1 ekspander CO₂
- E silnik elektryczny
- FG/WS separator spaliny/woda
- FGC chłodnica spaliny
- FGDC chłodnica spaliny II
- FG-Ex ekspander spaliny
- G generator energii elektrycznej
- H2O-T zbiornik H₂O
- H2-T zbiornik H₂
- HG generator wodoru
- HPT zbiornik wysokiego ciśnienia
- LPT zbiornik niskiego ciśnienia
- MU jednostka metanizacji
- MUC chłodzenie procesu metanizacji
- O2-T zbiornik O₂
- P pompa wody
- SNG/WS separator SNG/woda
- SNG-C kompresor SNG
- SNGDC chłodzenie SNG
- SNG-T zbiornik SNG
- TES-CU system magazynowania energii cieplnej kompresorów
- TES-MU system magazynowania energii cieplnej procesu metanizacji
- WTI jednostka uzdatniania wody

Schemat hybrydowej instalacji magazynowania energii

System i sposób magazynowania energii w sprężonym dwutlenku węgla oraz wodorze. Wniosek patentowy nr P.43327.



Integracja z klastrami przemysłowymi



Koncepcja integracji z klastrem przemysłowym na przykładzie województwa śląskiego



Projekty złożone



Norway
grants



Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

**Small Grant
Scheme**



Norway
grants

➤ Tematyka magazynowania z wykorzystaniem układów hybrydowych:

- Polsko-Norweskie CCS: *Decarbonizing industry and power sector by integrating and optimizing full CCUS chain (OPT4CCUS)*; (6 Partnerów, 3 z Polski, 3 z Norwegii, budżet ~3,4 mln. €)
- H2020: *Decarbonizing highly industrialized region by advanced CCUS clusters - decorate* (10 partnerów, 6 zagranicznych – Norwegia, Szwecja, Estonia, Hiszpania i Czechy; 1 duży partner przemysłowy); budżet ~10,7 mln €)
- Polsko-Norweskie SGS: *Innovative hybrid energy storage system based on compressed CO₂ for integration into industrial clusters* (1 Partner; budżet ~180 tys. €)



Silesian University
of Technology



Department of Power Engineering
and Turbomachinery

www.kmie.polsl.pl

Dziękuję

