



Od czarnego do zielonego: wodór jako siła napędowa transformacji energetycznej

GIG Państwowy
Instytut
Badawczy



Prof. dr hab. inż. Adam Smoliński

Główny Instytut Górnictwa –PIB, Katowice

Nasarawa State Univeristy, Keffi, Nigeria

Shanghai Jiao Tong University, Szanghaj, Chiny

Zakres

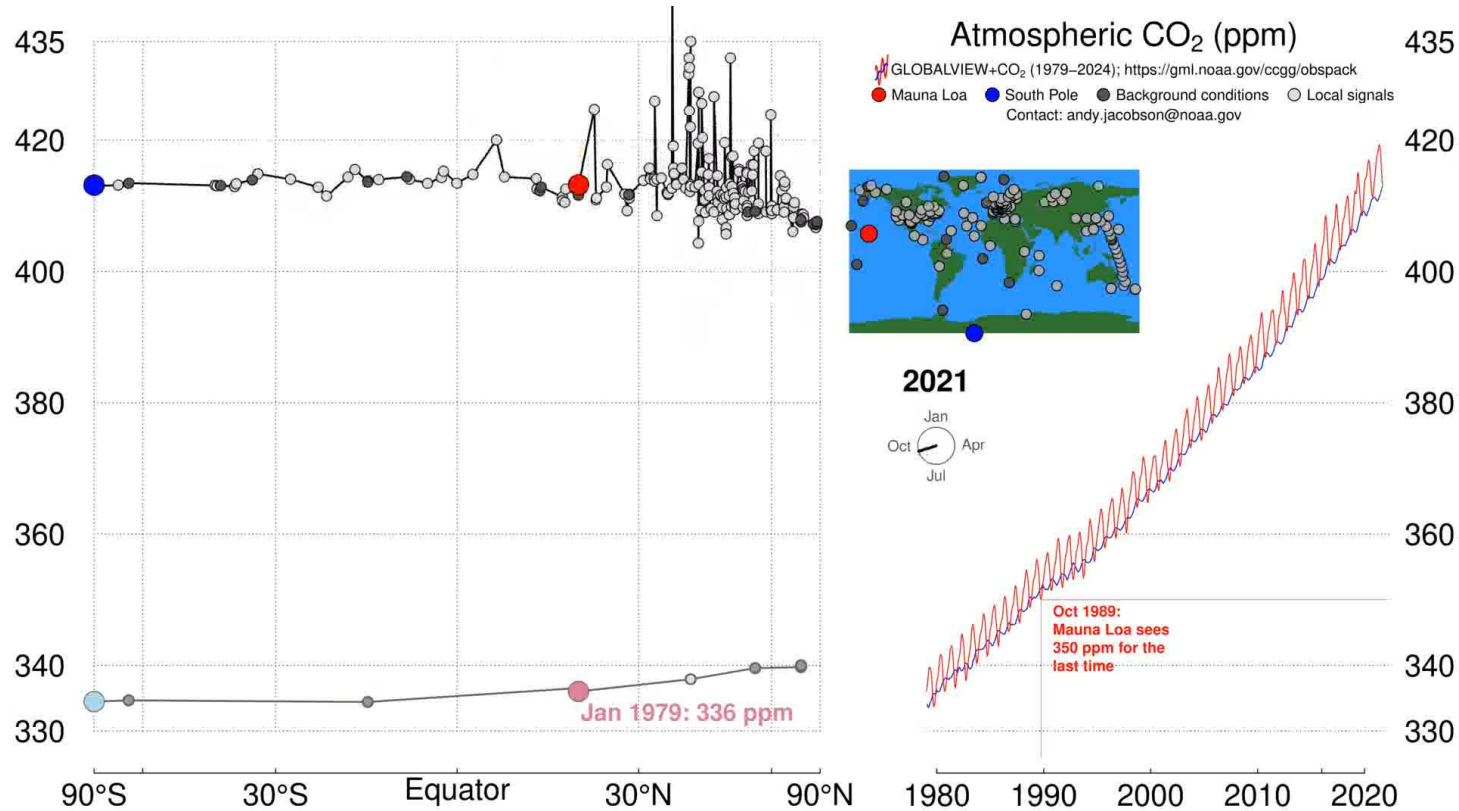
- Czy wodór jest siłą napędową transformacji w Europie?
- Moje badania w zakresie wodoru czyli droga od wodoru czarnego/szarego przez niebieski do zielonego 😊



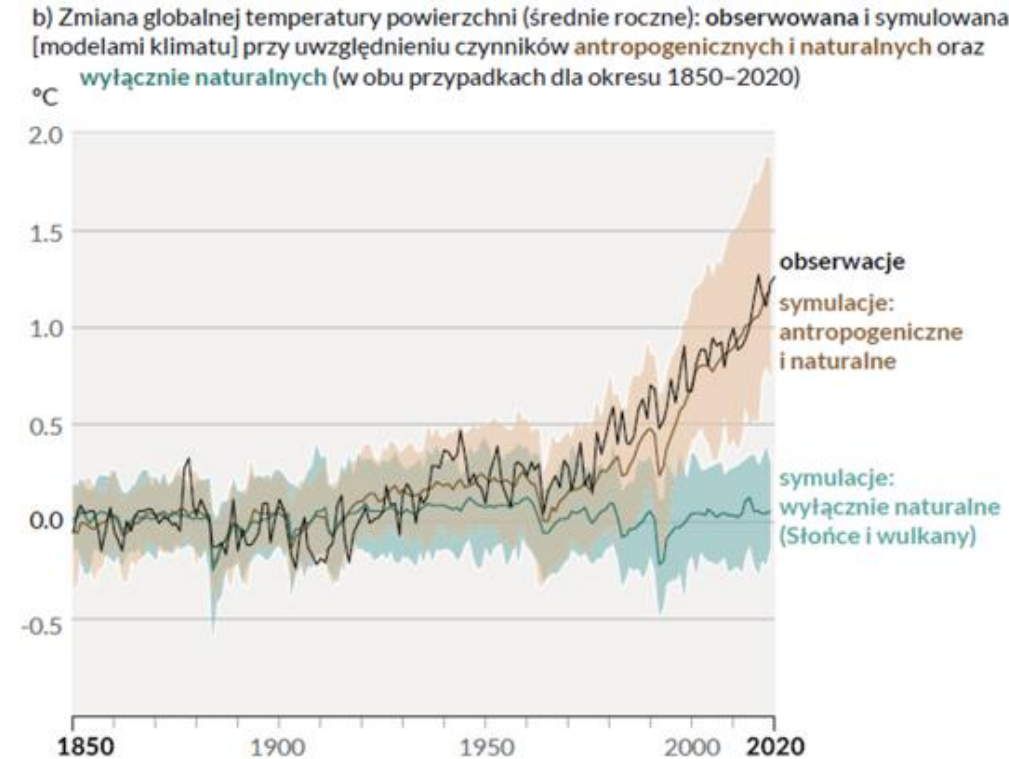
WPROWADZENIE

Stały wzrost stężenia CO₂ w atmosferze

- Wzrost przyczynił się do rekordowego wynoszącego **423 ppm** w 2024 roku
- Raport Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu - „Climate Change 2023: Synthesis Report” (IPCC, 2023)



Rys. Zmiany stężenia ditlenku węgla w atmosferze w okresie czasu od 800 000 lat p.n.e. do 2024 r. (Global Monitoring Laboratory, US NOAA)



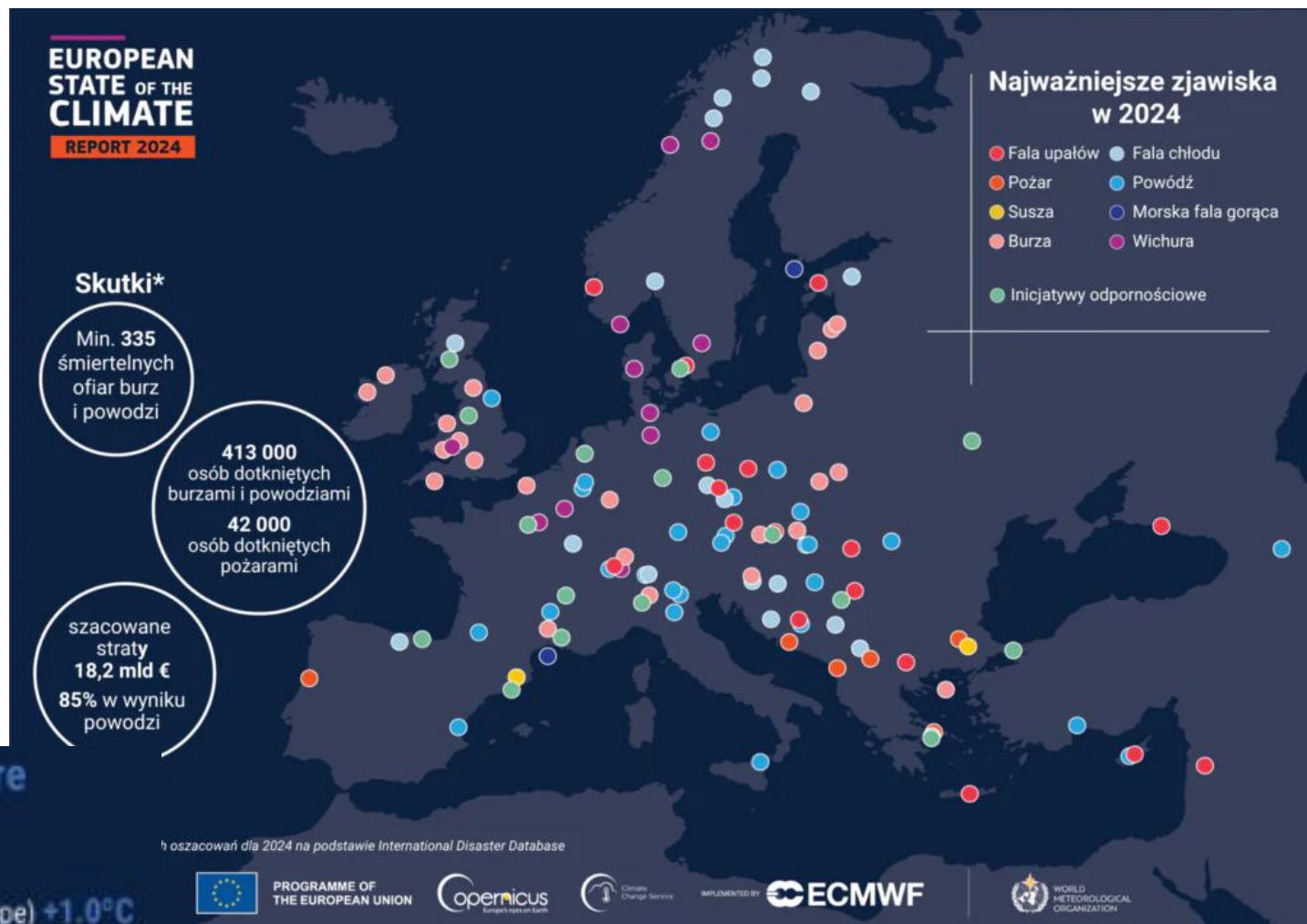
Rys. Zmiany temperatury powierzchni Ziemi względem okresu 1850-1900 (IPCC, 2021)



WPROWADZENIE

Kluczowe przesłania raportu „European State of the Climate 2024”:

- Europa jest najszybciej ocieplającym się kontynentem na świecie.
- Zagrożenia klimatyczne: stres cieplny, susze, pożary, powodzie.
- Europa odnotowała najcieplejszy rok w historii - maleje liczba dni z temperaturami poniżej zera.
- Najwyższa w historii roczna temperatura powierzchni morza (region europejski i Morze Śródziemne) i jezior.
- Lodowce w Skandynawii i na wyspie Svalbard - najwyższe roczne tempo utraty masy spośród wszystkich regionów lodowcowych na świecie.
- Europa Zachodnia: jeden z dziesięciu najwilgotniejszych lat w historii - najpoważniejsze powodzie od 2013 roku.



Temperature

Increase since pre-Industrial (1850-1900)

Global **+1.3°C**

European **+2.4°C**

WMO Regional Association VI (Europe) **+2.5°C**

Arctic **+3.3°C**

Sea surface temperature

Increase since the 1980s

Global (60°S-60°N) **+0.6°C**

WMO Regional Association VI (Europe) **+1.0°C**

Mediterranean Sea **+1.3°C**

Latest five-year averages

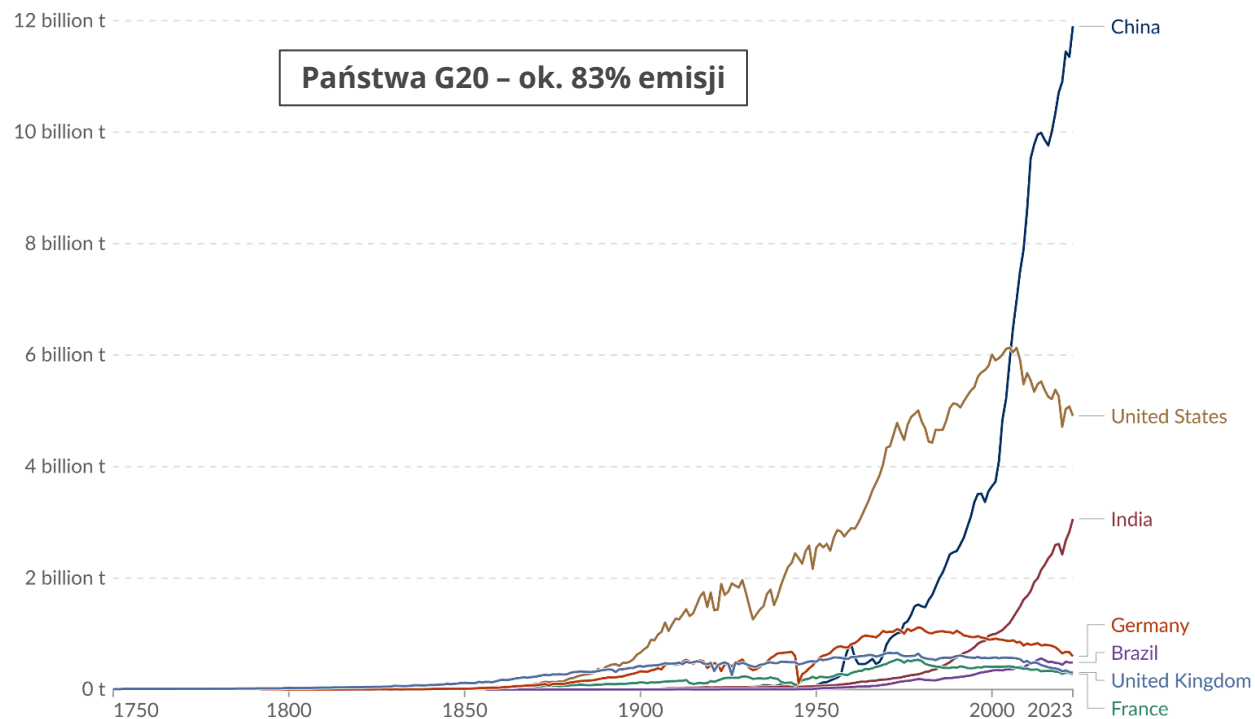


WPROWADZENIE

Stały wzrost globalnej emisji CO₂ - 37,8 miliarda Mg w 2024 roku (IEA, 2025)

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

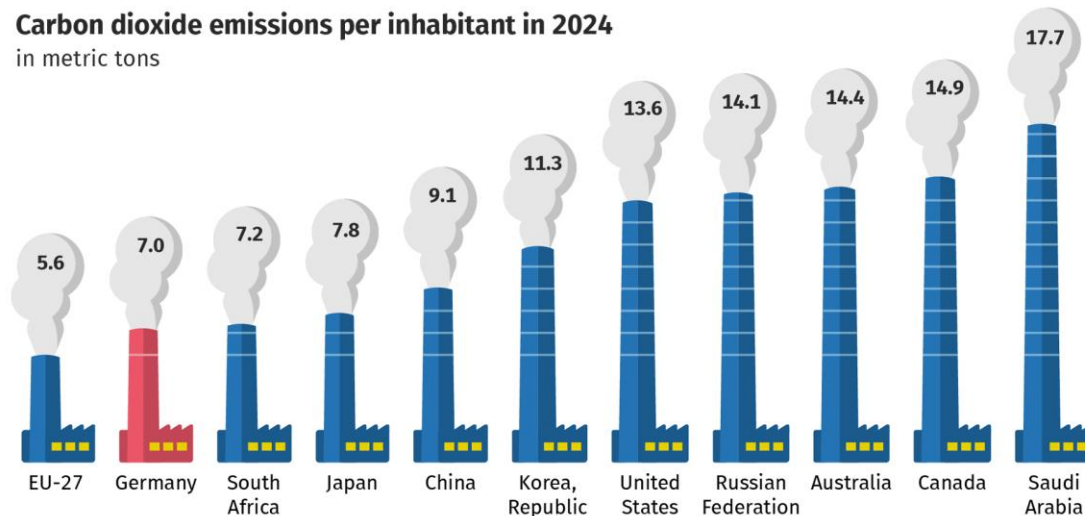


Data source: Global Carbon Budget (2024)

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. Fossil CO₂ emissions This refers to the carbon dioxide released when burning fossil fuels or from certain industrial activities. Burning fossil fuels — coal, oil, and gas — produces CO₂ during transport (cars, trucks, planes), electricity generation, heating, and energy use in industry. This also includes flaring, which is the burning of extra gas during oil and gas extraction. Some industrial processes also release CO₂. This happens especially in cement and steel production, where chemical reactions (unrelated to burning fuel) produce carbon dioxide. These figures don't include CO₂ emissions from changes in land use, like deforestation or reforestation.

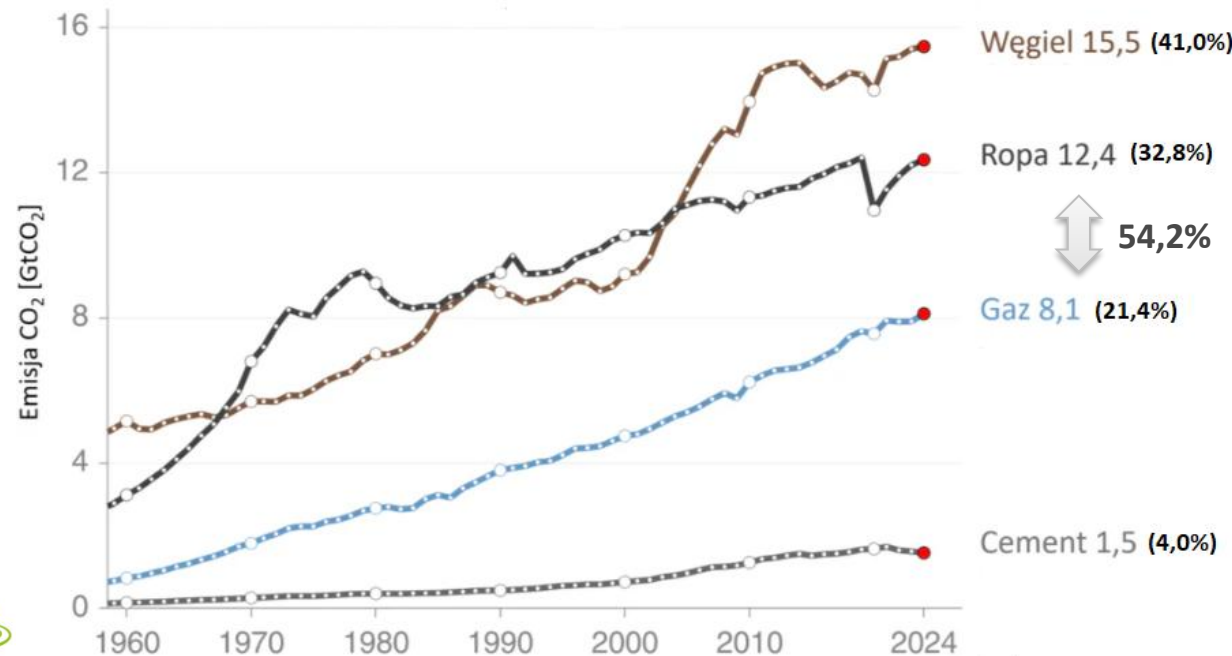
Carbon dioxide emissions per inhabitant in 2024 in metric tons



Source: EDGAR/JRC

© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2025

Globalne emisje CO₂ ze spalania paliw kopalnych i cementu, podział na źródła



Geneza i istota zielonej transformacji w UE i Polsce

→ PEP 2040

→ Europejski Zielony Ład

→ Polska Strategia Wodorowa

→ Fit for 55

→ Porozumienie Sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce

→ RepowerEU

→ Umowa społeczna dla transformacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce

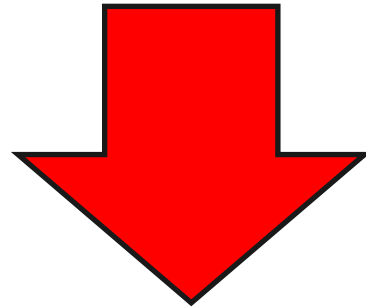


Europejski Zielony Ład

- neutralność klimatyczna
- bezpieczeństwo energetyczne
- gospodarka o obiegu zamkniętym
- ochrona i odbudowa ekosystemów i bioróżnorodności
- zrównoważona i inteligentna mobilność
- zdrowy i przyjazny środowisku system żywnościowy
- budowanie w sposób oszczędzający energię i zasoby



**Europejski Zielony Ład to swoista mapa drogowa
dojścia Europy do celu jakim jest osiągnięcie
neutralności klimatycznej.**



Fit for 55

**→ plan wykonawczy Europejskiego Zielonego Ładu
→ szczegółowy harmonogram działań**



Nowym spojrzeniem na wyzwania EU w kontekście neutralności klimatycznej jest Pakt dla Czystego Przemysłu.

Nie jest to jednak zastępnik dla Europejskiego Ładu ale jasne wskazanie, że sama reguła nie jest wystarczająca → Europa sama musi zadbać o swoją bazę przemysłową.

Zielony Ład wyznacza cel, a Pakt dla Czystego Przemysłu ma zapewnić, że europejski przemysł będzie siłą napędową, a nie ofiarą, tej transformacji



Pakt dla czystego przemysłu → Kluczowe działania

1. Definicja „technologii zeroemisyjnych” i kategorie projektów:

- **Energia odnawialna:** fotowoltaika, energia wiatrowa, morska i lądowa, pompy ciepła.
- **Energia jądrowa:** reaktory nowej generacji, małe reaktory modułowe (SMR), technologie paliwowe.
- **Zielony wodór:** produkcja, elektrolizery, magazynowanie i transport.
- **Zrównoważona biogospodarka:** biometan, biopochodne.
- **Wychwytywanie, wykorzystywanie i składowanie ditlenku węgla (CCUS).**
- **Sieci elektroenergetyczne** i technologie magazynowania energii.
- **Technologie poprawiające efektywność energetyczną.**



Gospodarka wodorowa

Łańcuch wartości związany z wytwarzaniem, przesyłem, magazynowaniem i zastosowaniem wodoru we wszystkich obszarach aktywności człowieka, w szczególności w głównych działach gospodarki.

Transport

Energetyka

Ciepłownictwo

Przemysł

Wodór → nośnik energii vs magazyn energii



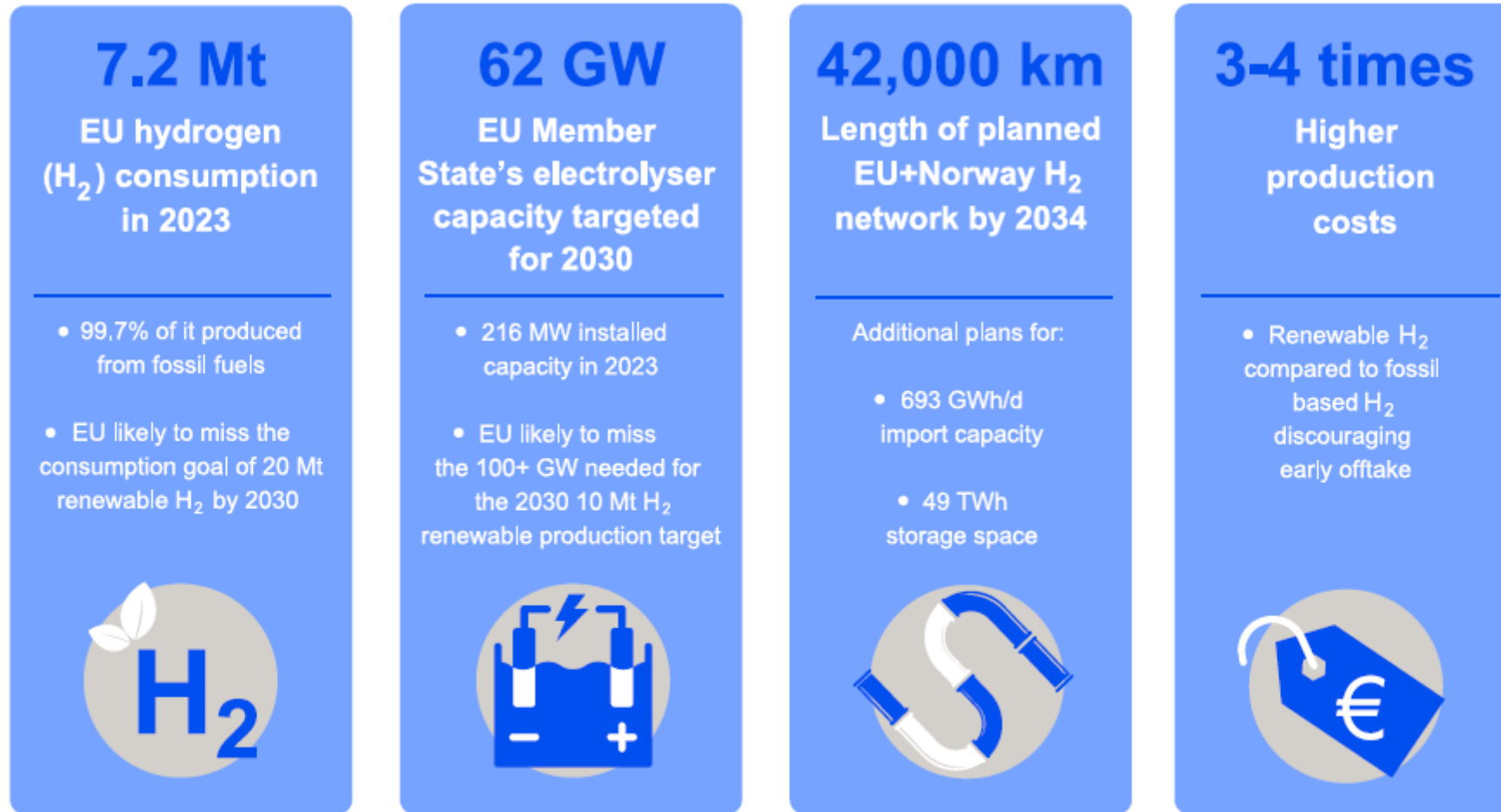
Gospodarka wodorowa

Analiza potencjału technologii wodorowych w Polsce do roku 2030 z perspektywą do 2040 roku

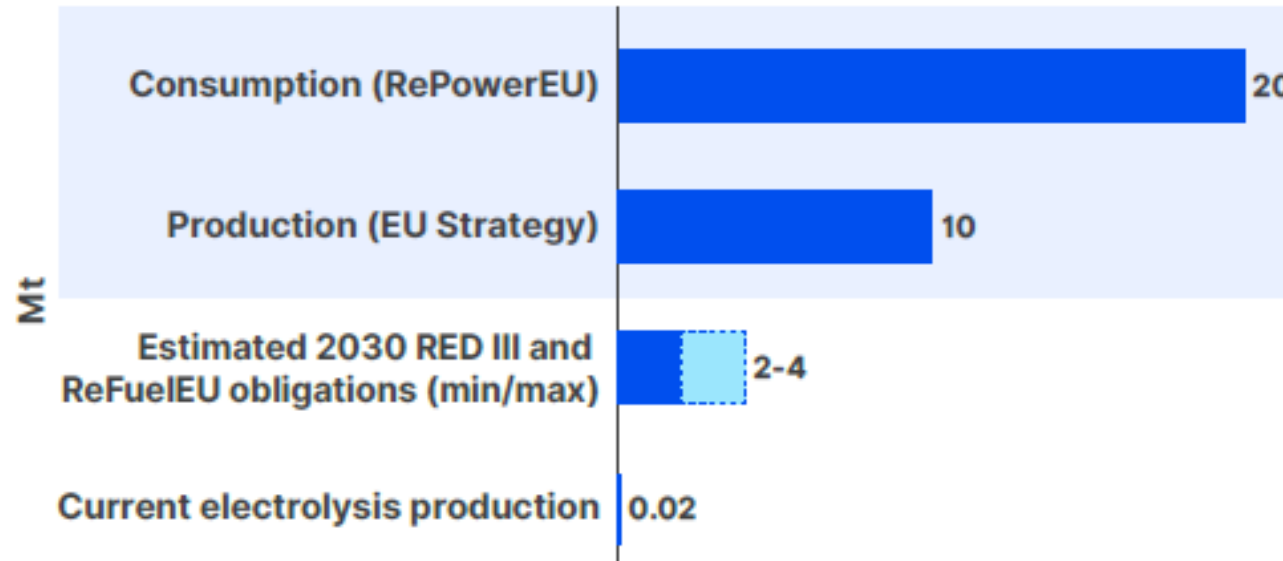
→ wartość dodana dla Polski, związana z rozwojem gospodarki wodorowej to ponad 343 mln EUR dla niskiego popytu na wodór w UE i 870 mln EUR dla popytu wysokiego.



Postępy i perspektywy rozwoju gospodarki wodorowej w Europie



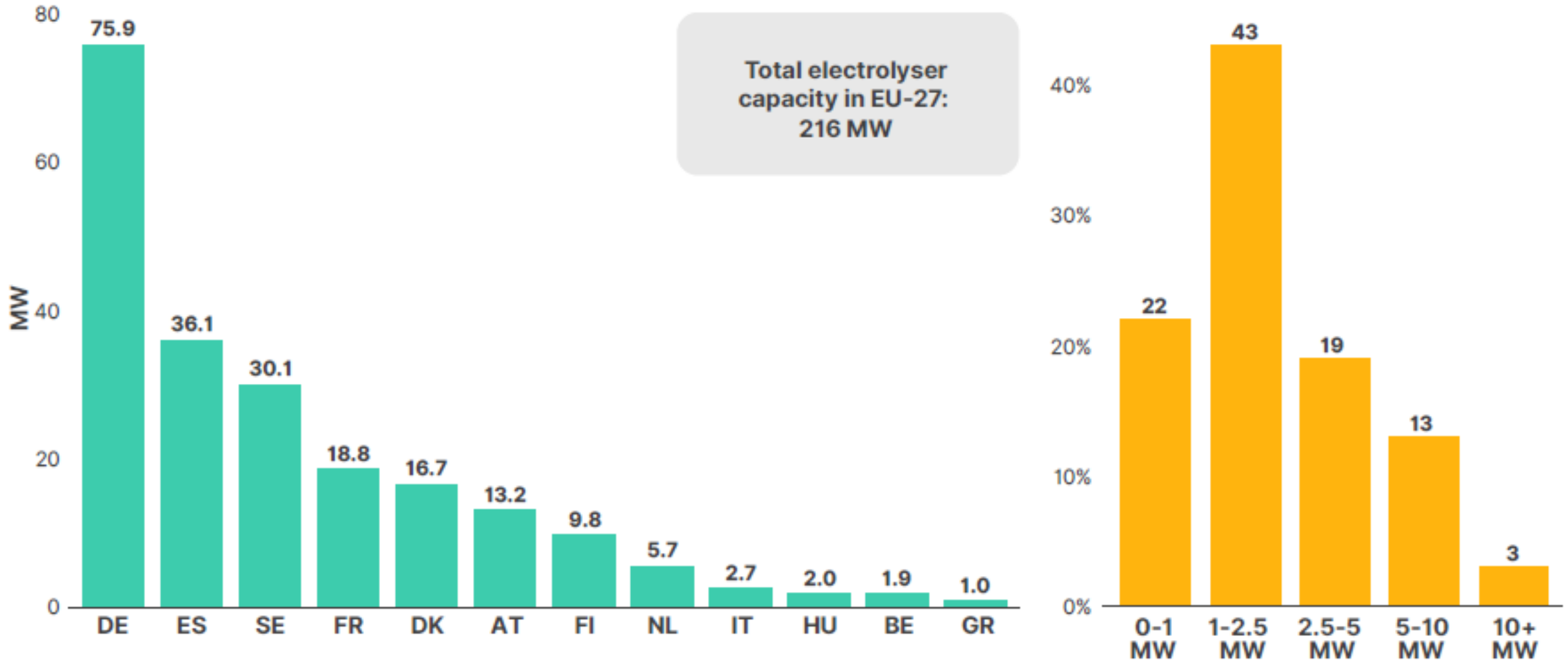
Cele strategiczne UE w porównaniu z obecnym zapotrzebowaniem na wodór i perspektywy zużycia wodoru ze źródeł odnawialnych w 2030 r. (mln ton)



Unia Europejska wyznaczyła sobie strategiczny cel, zgodnie z którym do 2030 r. zużycie wodoru pochodzącego ze źródeł odnawialnych ma wynieść 20 mln ton; obecnie zużycie to wynosi 7,2 mln ton, z czego 99,7% pochodzi z paliw kopalnych. Ilość wyprodukowana w procesie elektrolizy (około 22 kt) jest znikoma. Cele UE w zakresie energii odnawialnej i dekarbonizacji mogą przełożyć się na zużycie 2–4 Mt wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego do 2030 r., ale jak dotąd wykorzystanie wodoru odnawialnego w przemyśle i transporcie rośnie powoli, co utrudnia osiągnięcie celu UE.



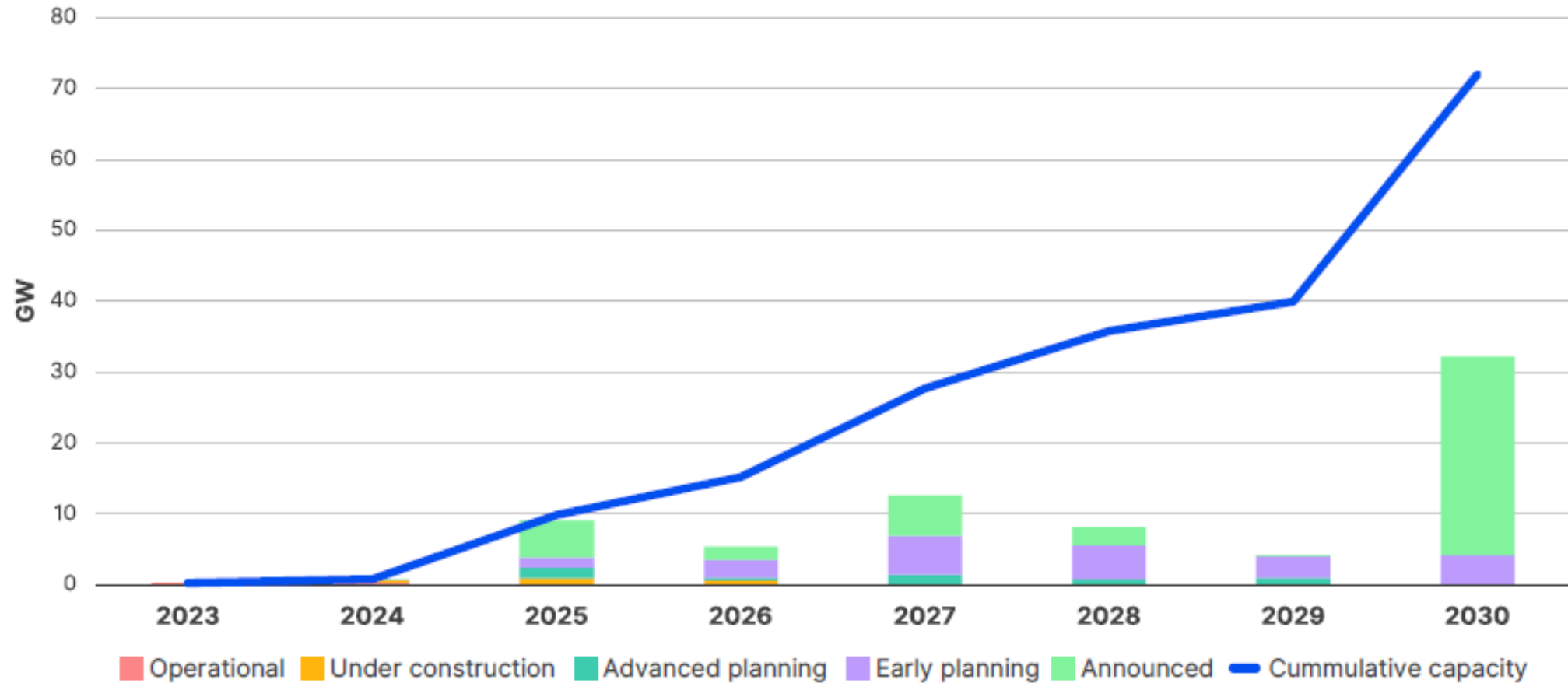
Zainstalowana moc elektrolizerów w państwach członkowskich UE (MW, po lewej) i rozkład według wielkości (% , po prawej) w 2023 r.



Source: ACER based on data from the European Hydrogen Observatory.

Note: Only Member States with production capacity over 1 MW are presented.

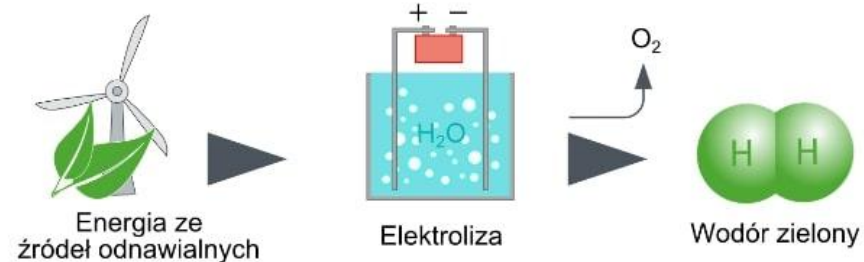
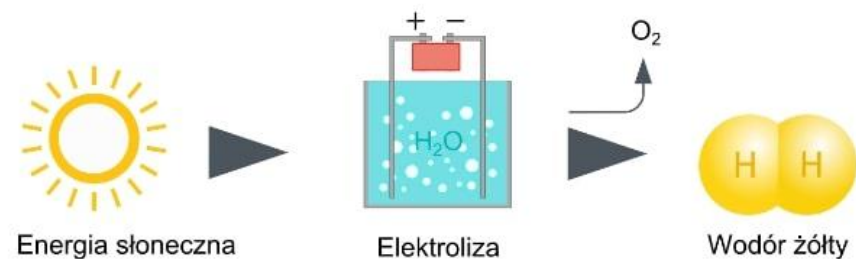
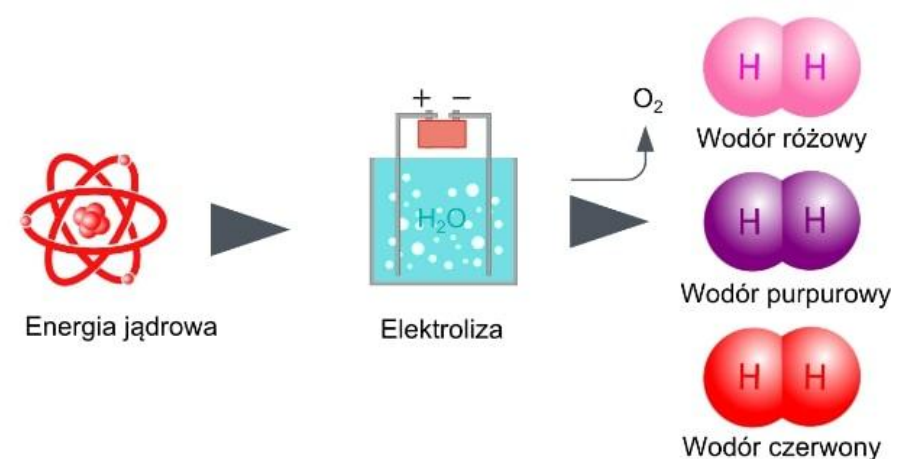
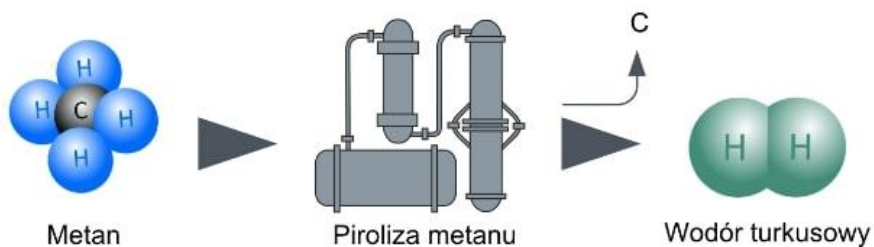
Projekty elektrolizerów według statusu i szacowanego roku uruchomienia (GW) w I. 2023–2030



Source: ACER based on data from the European Hydrogen Observatory and S&P Global Commodity Insights and own calculations.

Note: Definitions of the maturity of projects as per S&P Global Commodity Insights are as follows: advanced planning, projects that have completed the feasibility study and are moving forward with front end engineering and design, applying for permits, issuing purchase orders for equipment, or taking an FID; early planning, projects with a feasibility study in progress or applied for funding; announced, earliest-stage projects — projects announced with very limited information on the partners and stakeholders, the capacity of H₂ production, the online date, etc.

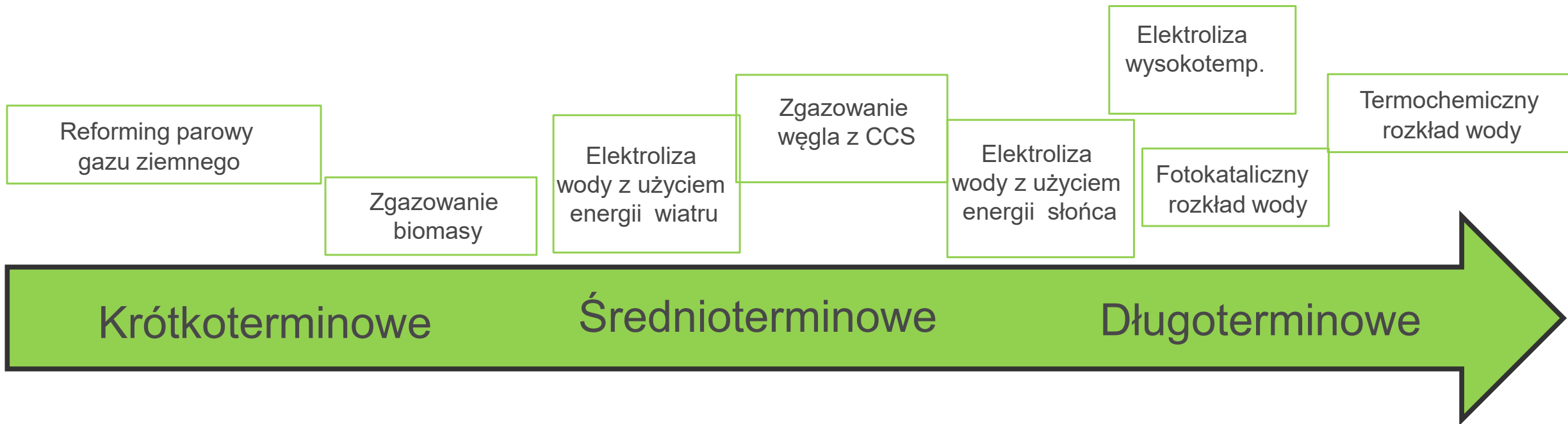
Kolory wodoru



<https://klasterwodorowy.pl/>



Technologie produkcji wodoru



Source: US Dept. of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy



Technologie produkcji wodoru

H ₂ PRODUCTION APPROACH			
Natural Gas Reformation*	Capture Rate	LCOH	Cost of Heat (LHV)
Steam-methane reforming without CCS	0%	\$1.05-1.5/kg ^a	\$8.78-12.51/GJ
Steam-methane reforming with CCS	53%	\$1.32-1.77/kg	\$11.02-14.75/GJ
	64%	\$1.46-1.91/kg	\$12.19-15.91/GJ
	89%	\$1.71-2.15/kg	\$14.22-17.92/GJ
Electrolysis of Water#	Cost of Power	LCOH	Cost of Heat (lower heating value)
US average grid + PEM (90% capacity factor)	\$60-90/MWh	\$4.50-6.04/kg	\$37.52-50.34/GJ
Solar PEV (20% capacity factor)	\$36-46/MWh	\$7.1-8.3/kg	\$59.2-69.2/GJ
Wind unsubsidized (35% capacity factor)	\$29-56/MWh	\$6.02-7.25/kg	\$50.17-60.46/GJ
Hydropower unsubsidized (40% capacity factor)	\$30-60/MWh	\$4.80-6.34/kg	\$40.01-52.83/GJ

* All natural gas capture cases assume 90% capacity factor, \$3.5/million BTU and \$20/ton costs for CO₂ compression, transportation and storage.

All electrolysis cases assume \$1,000,000/MW electrolyzer cost.

^a Even for fixed gas prices and capacity factors, the range of costs reflects choice of conversion technology (e.g., SMR vs. autothermal reformers).

Table 2A-1: Estimated costs for hydrogen production (normalized to natural gas).

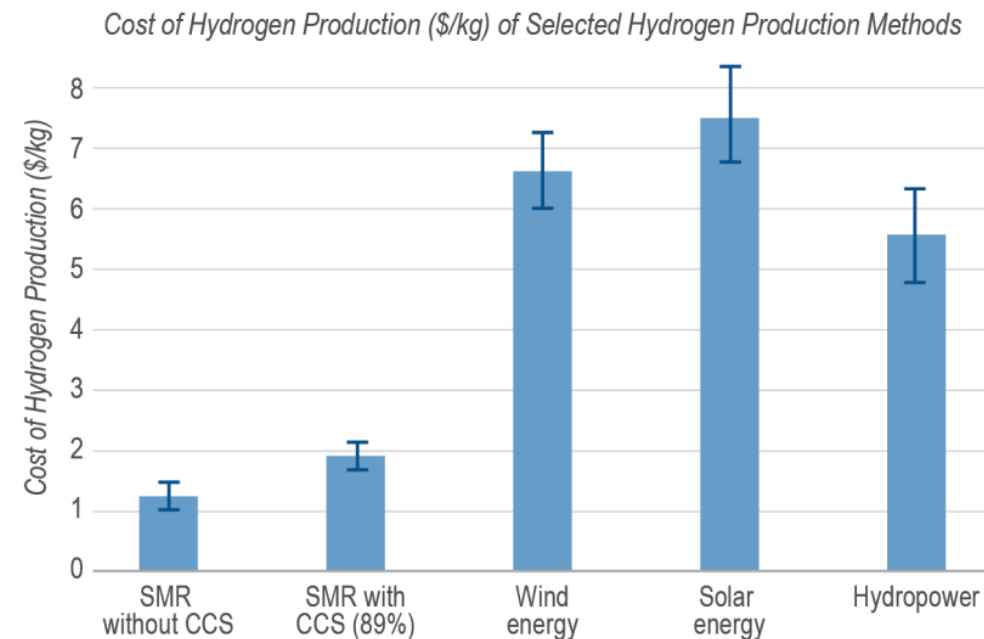


Figure 2A-2. Cost of hydrogen production (\$/kg) of selected hydrogen production methods (unsubsidized). Source: Friedmann et al. 2019

Source: Muhammet Kayfeci et al., Solar Hydrogen Production, 2019



Polska Strategia Wodorowa

Wskaźniki osiągnięcia celów „Polskiej strategii wodorowej...” do roku 2030:

- 2 GW mocy instalacji do produkcji wodoru i jego pochodnych z niskoemisyjnych źródeł (w tym w szczególności z wykorzystaniem elektrolizerów)
- 800 – 1000 nowych autobusów wodorowych, w tym wyprodukowanych w Polsce
- minimum 32 stacji tankowania wodoru
- utworzenie w Polsce co najmniej 5 dolin wodorowych



Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej – Krok po kroku...

List intencyjny o ustanowieniu partnerstwa na rzecz budowy gospodarki wodorowej i zawarcia sektorowego porozumienia wodorowego z **7 lipca 2020 roku**.

7 grup roboczych:

- Wdrożenie technologii wodorowych w energetyce
- Wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie
- Wsparcie dekarbonizacji przemysłu (przemysłowe zastosowanie wodoru)
- Produkcja wodoru w nowych instalacjach
- Sprawny i bezpieczny przesył, dystrybucja i magazynowanie wodoru
- Rozwój krajowego łańcucha wartości gospodarki wodorowej
- Edukacja i promocja



Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej

4 października 2021r. w Warszawie, z inicjatywy Ministra klimatu i środowiska Michała Kurtyki podpisane zostało „Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce”.

Sygnatariuszami Porozumienia zostało 138 podmiotów, reprezentujących różne sektory gospodarki, nauki, administracji rządowej, samorządowej oraz jednostek otoczenia biznesu.



Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej

Porozumienie określa **5 celów strategicznych** obejmujących: local content, badania i rozwój, inwestycje, ludzi oraz współpracę.

Porozumienie zakłada m.in. aktualizację programów kształcenia w celu budowy wyspecjalizowanych kadr w zakresie gospodarki wodorowej, wypracowanie modeli produkcji, magazynowania i dostaw niskoemisyjnego i odnawialnego wodoru oraz współpracę na rzecz reprezentacji interesów Polski w środowisku międzynarodowym w zakresie wdrażania technologii wodorowych.



Jak efektywnie współpracować na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej?

Dolina wodorowa

Innowacyjne przedsięwzięcie skupiające w jednym miejscu przedstawicieli nauki, przemysłu oraz administracji, których łączy wola rozwijania i wdrażania w regionie nowych, innowacyjnych rozwiązań związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem i dystrybucją wodoru.

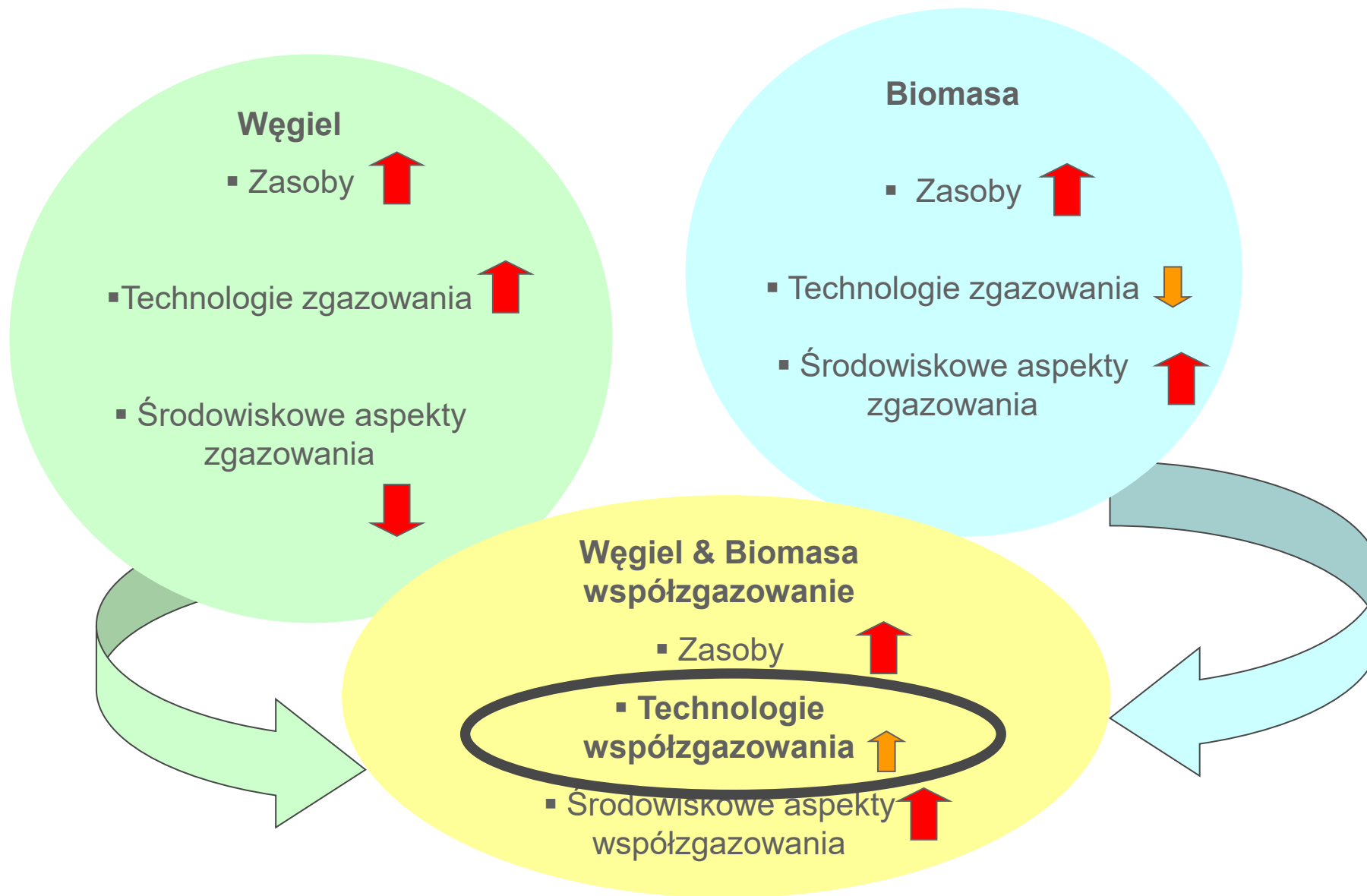


Fot. Podpisanie porozumienia w sprawie powołania śląsko-małopolskiej doliny wodorowej (31 stycznia 2022r.)

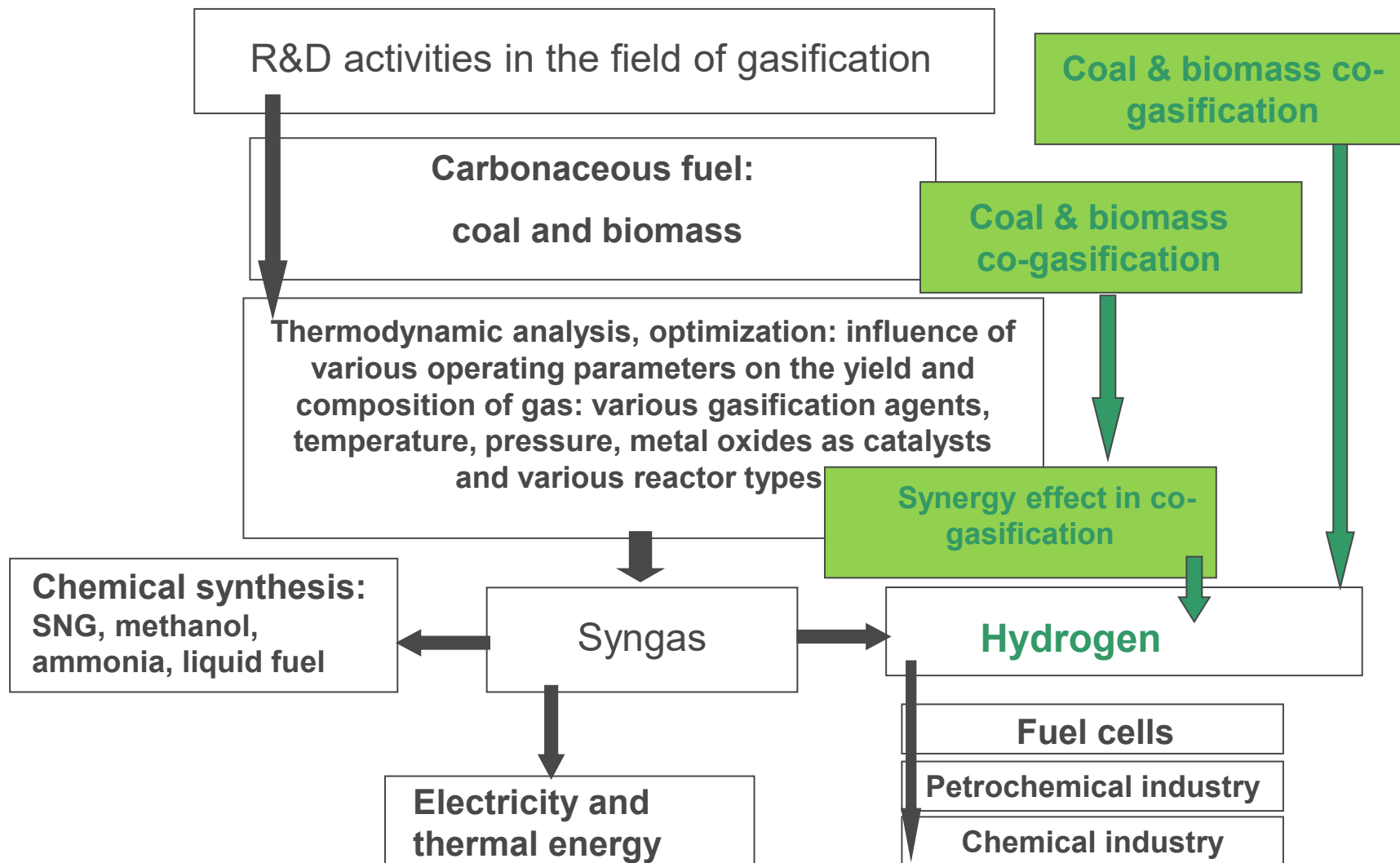


Badania nad produkcją i magazynowaniem wodoru

Współzgazowanie węgla i biomasy

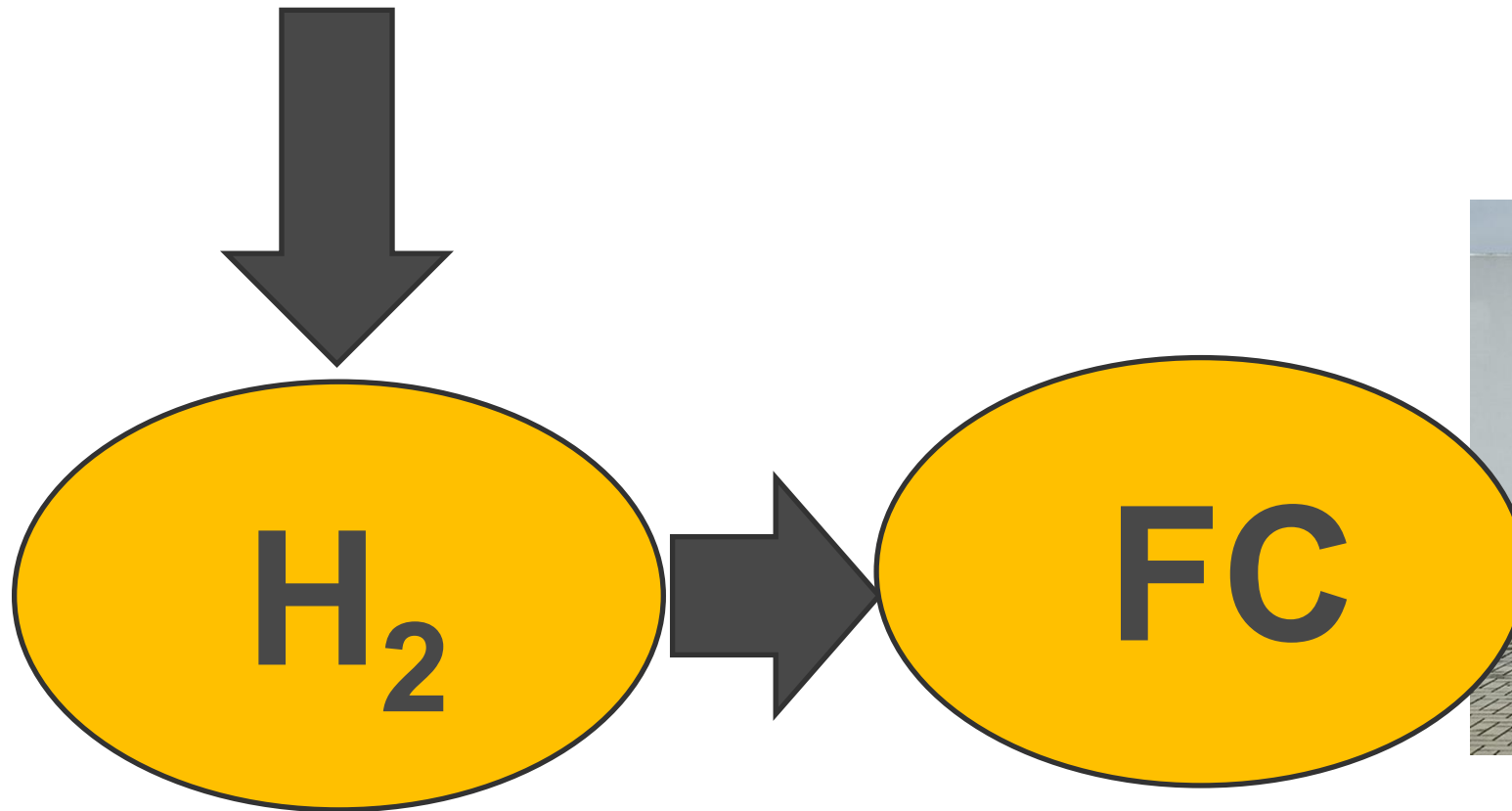


Dokąd zmierzamy?



Dokąd zmierzamy?

Węgiel i biomasa → zgazowanie vs współzgazowanie



28



<https://www.toyotapl.com/>

Współzgazowanie biomasy i węgla do gazu bogatego w wodór



Fig. 1 High-Pressure Thermogravimetric Analyser (TGA) with MS

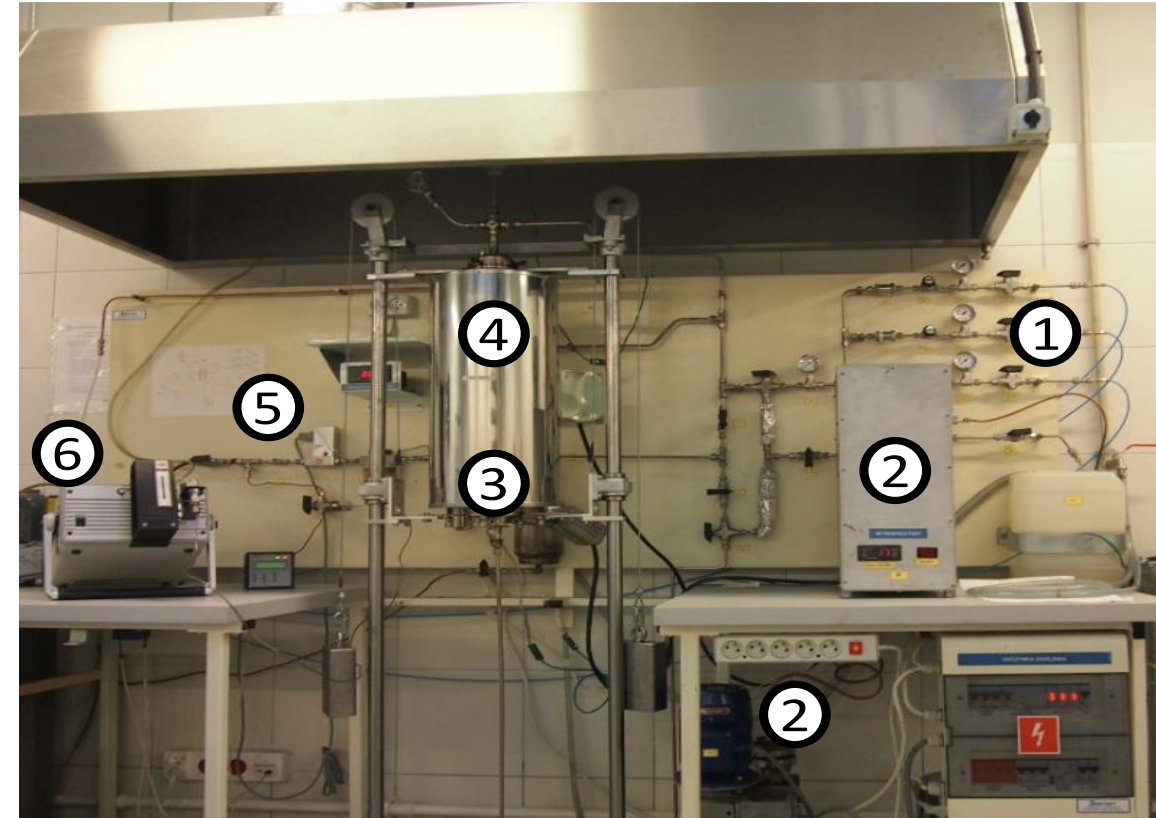
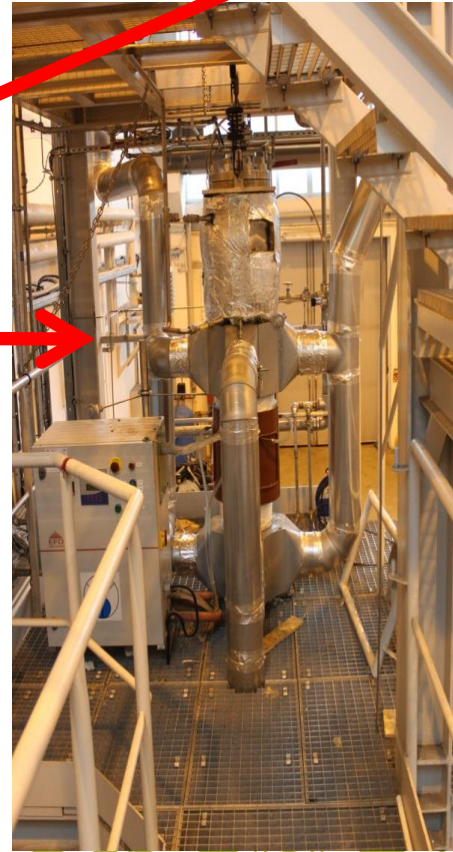
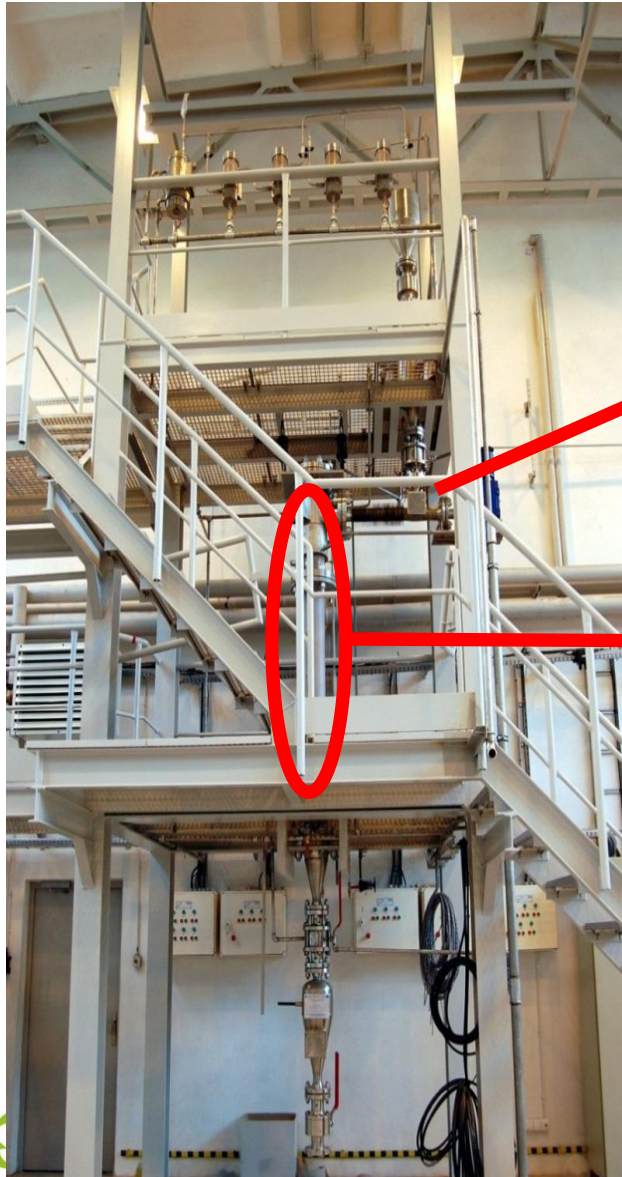


Fig. 2 Experimental stand with a fixed-bed reactor and gasification agents pre-heating system (1 – gas inlets, 2 – water pump with a steam generator, 3 – gasification agents pre-heating system, 4 – fixed bed reactor with resistance furnace, 5 – flowmeter and 6 – gas chromatograph Agilent 3000A)



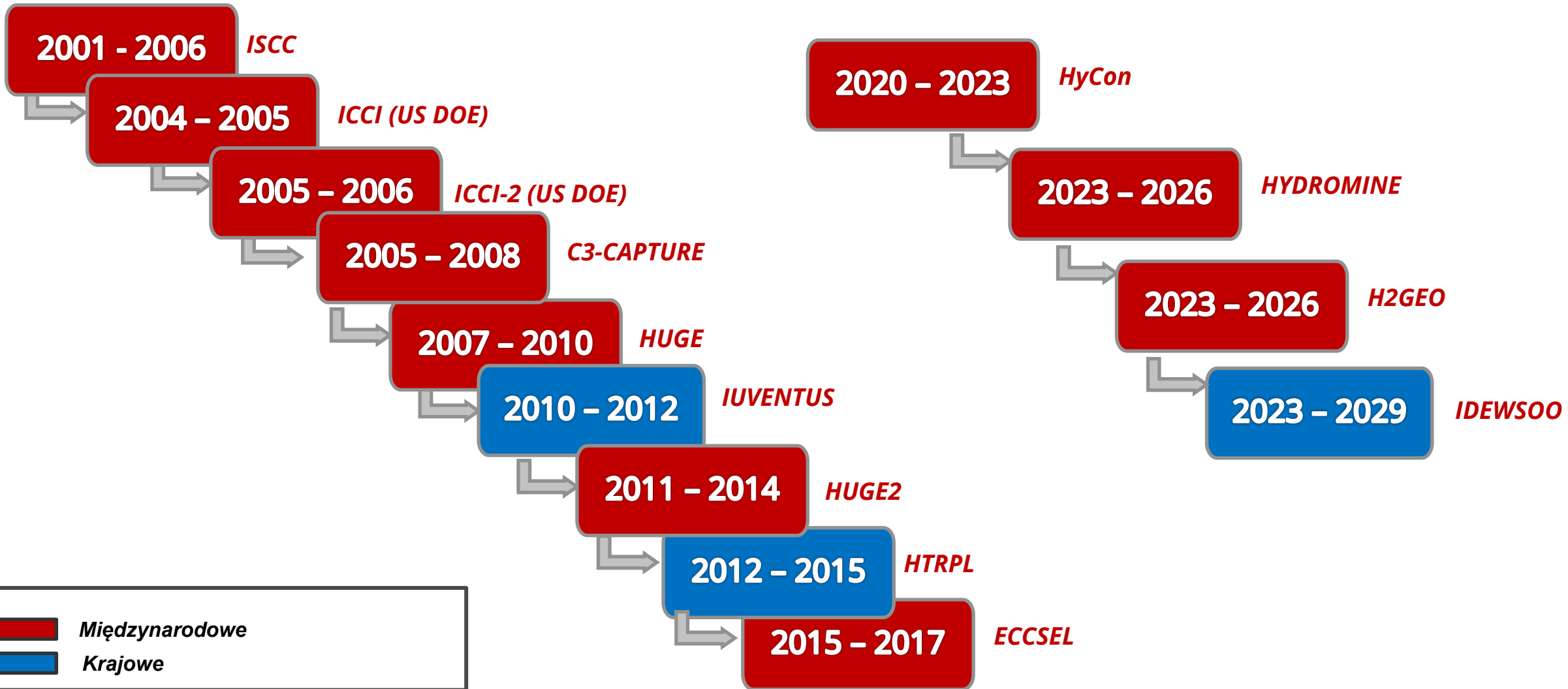
Współgazowanie biomasy i węgla do gazu bogatego w wodór



Parameters:

- ❑ **type:** moving bed gasifier
- ❑ **feedstock:** coal, biomass
- ❑ **gasification pressure:** up to 50 bar
- ❑ **temperature:** up 1300 °C
- ❑ **capacity:** 10 kg coal/biomass/h

Wybrane projekty GIG-PIB w zakresie produkcji i magazynowania wodoru

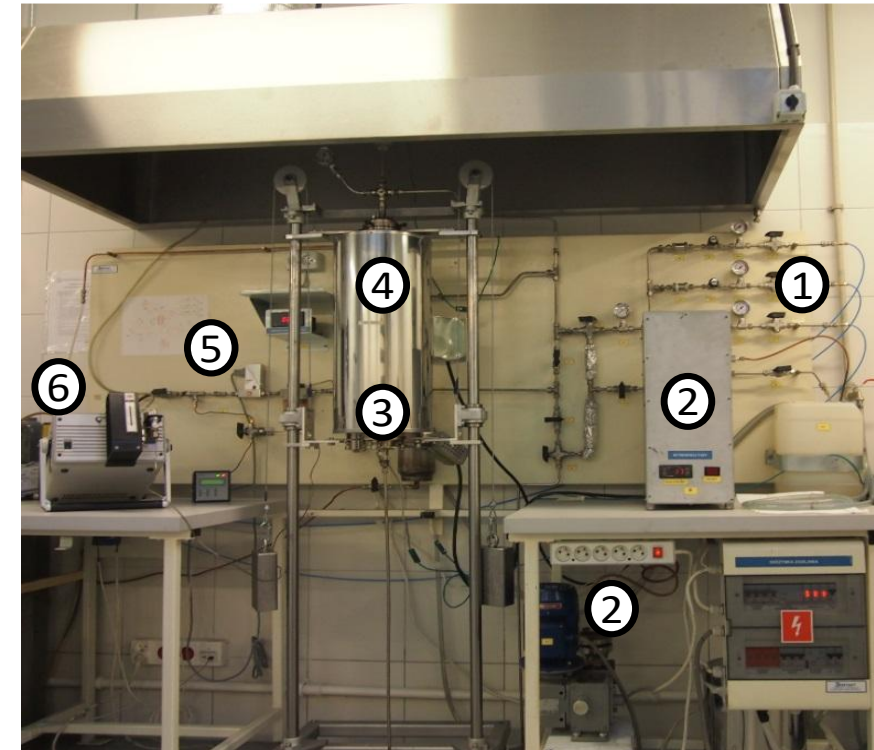


Nowe katalizatory do produkcji wodoru w procesie zgazowania

Eksperymentalna weryfikacja koncepcji otrzymywania gazu bogatego w wodór z jednoczesnym wychwytywaniem powstającego CO₂ w procesie katalitycznego współzgazowania węgla i biomasy w obecności Fe₂O₃ i CaO.
0384/T02/2010/70 (IUVENTUS), 2010, MNiSW

Efekty:

Opracowanie nowych katalizatorów do produkcji wodoru w procesie zgazowania węgla i biomasy
Modyfikacja sorbentów do wychwytywania CO₂



Instalacja do zgazowania paliw stałych



Ciśnieniowy analizator termogravimetryczny



Zastosowanie ciepła nadmiarowego z reaktorów jądrowych w procesie współgazowania węgla i biomasy do gazu bogatego w wodór

Opracowanie i eksperymentalna weryfikacja w skali laboratoryjnej koncepcji produkcji gazu bogatego w wodór w procesie współgazowania węgla i biomasy z zastosowaniem ciepła nadmiarowego z reaktorów HTR

- ✓ Wykazanie efektów synergii w procesie współgazowania węgla i biomasy w zakresie intensyfikacji produkcji gazu i wodoru oraz ich zależność od składu i zawartości części mineralnych we wsadzie
- ✓ Optymalizacja schematów procesowych synergii węglowo-jądrowej



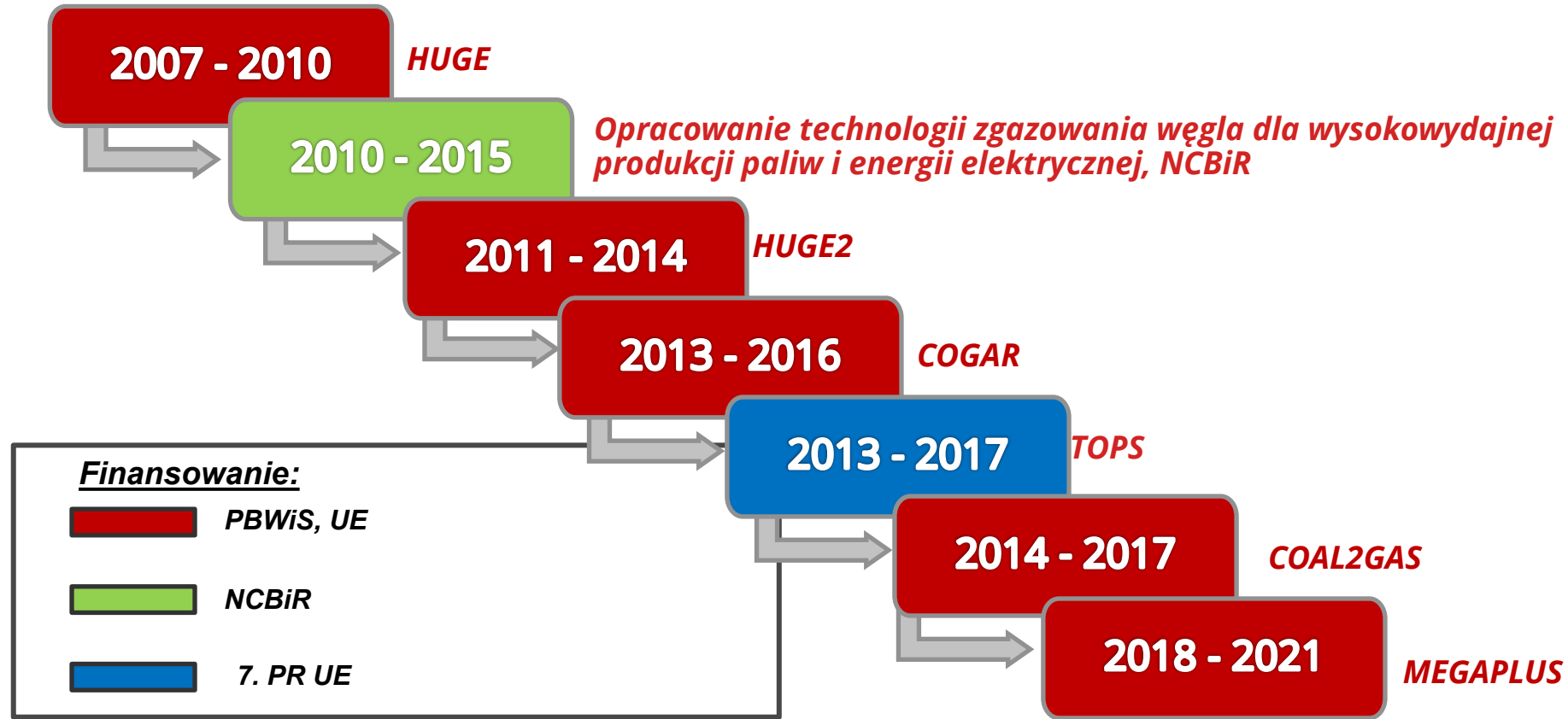
Projekt SP/J/1/166183/12,
NCBiR, 2012-2015





Badania w zakresie podziemnego zgazowania węgla ukierunkowanego na otrzymywanie gazu bogatego w wodór

Projekty badawczo-rozwojowe realizowane z udziałem GiG-PIB w zakresie procesu podziemnego zgazowania węgla



Projekty badawczo-rozwojowe realizowane z udziałem GiG-PIB w zakresie procesu podziemnego zgazowania węgla - podsumowanie

- ✓ **2 próby in-situ PZW** w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” GiG-PIB
- ✓ **próba w skali pilotowej PZW** w Kopalni Wieczorek (60 dni)
- ✓ **16 dużych prób ex-situ PZW**
- ✓ Koordynacja **3 projektów PZW**
- ✓ Udział w **6 innych projektach PZW** jako konsorcjant
- ✓ **38 publikacji naukowych** w czasopismach o wysokim IF



International Journal of Coal Science & Technology
<https://doi.org/10.1007/s40789-022-00548-3> (2022) 9:82

RESEARCH

Use of coals and wastes in a co-gasification process aimed at producing hydrogen rich gas

Rafal Gqsior^a, Adam Smolinski^b

Received: 21 March 2022 / Accepted: 26 August 2022
 © The Author(s) 2022

Science of The Total Environment
 Volume 796, 20 November 2021, 149064

The feasibility of CO₂ emission reduction by adsorptive storage on Polish hard coals in the Upper Silesia Coal Basin: An experimental and modeling study of equilibrium, kinetics and thermodynamics

Elzbieta Gabrus^a, Karolina Wojtacha-Rychter^b, Tomasz Aleksandrzak^a, Adam Smolinski^c, Magdalena Król^d

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149064> Get rights and content

Energy
 Volume 235, 15 November 2021, 121348

Hydrogen rich gas production through co-gasification of low rank coal, flotation concentrates and municipal refuse derived fuel

Adam Smolinski^a, Natalia Howaniec^b, Rafal Gqsior^c, Jaroslaw Polański^d, Małgorzata Magdziarczyk^e

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121348> Get rights and content

Measurement
 Volume 216, July 2023, 112928

Municipal wastewater reclamation: Reclaimed water for hydrogen production by electrolysis – A case study

Piotr Zawadzki, Beata Kończak, Adam Smolinski

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

International Journal of Coal Science & Technology
<https://doi.org/10.1007/s40789-022-00550-9> (2022) 9:77

RESEARCH

Gasification of lignite from Polish coal mine to hydrogen-rich gas

Adam Smolinski^a, Sławomir Wochna^a, Natalia Howaniec^b

Received: 13 March 2022 / Accepted: 1 September 2022
 © The Author(s) 2022

Energy
 Volume 265, 15 February 2023, 126367

Experimental study on combined valorization of bituminous coal derived fluidized bed fly ash and carbon dioxide from energy sector

Janusz Zdeb, Natalia Howaniec, Adam Smolinski

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126367> Get rights and content

Energy
 Volume 254, Part A, 1 September 2022, 124210

Co-gasification of refuse-derived bituminous coal with oxygen/steam blend to hydrogen rich gas

Adam Smolinski^a, Karolina Wojtacha-Rychter^b, Magdalena Król^c, Małgorzata Magdziarczyk^d, Jaroslaw Polański^e, Natalia Howaniec^f

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124210> Get rights and content

Energy
 Volume 296, 1 June 2024, 131137

Experimental study of the new composite materials for thermochemical energy storage

Karolina Wojtacha-Rychter^a, Magdalena Król^b, Erwin Lalik^c, Michal Šliwa^{c,1}, Piotr Kucharski^d, Małgorzata Magdziarczyk^e, Adam Smolinski^a

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.131137> Get rights and content

Renewable Energy
 Volume 220, January 2024, 119725

Investigation of co-gasification characteristics of coal with wood biomass and rubber seals in a fixed bed gasifier

Karolina Wojtacha-Rychter^a, Natalia Howaniec^b, Adam Smolinski^c

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119725> Get rights and content

Fuel
 Volume 284, 1 December 2023, 129208

Experimental investigation and chemometric analysis of gasification and co-gasification of olive pomace and Sida Hermaphrodita blends with sewage sludge to hydrogen-rich gas

Krzysztof Kapusta, Marian Wiatowski, Jerzy Świądrowski

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.129208> Get rights and content

Measurement
 Volume 220, October 2023, 113420

Thermochemical energy storage in CaCl₂-NH₃ pair evaluated by rapid multiple adsorption-desorption cycles controlled with wasted iron induction heating

Tomasz Studzga^a, Karolina Wojtacha-Rychter^b, Argyrios Anagnostopoulos^c, Helena Navarro^c, Yulong Ding^c, Adam Smolinski^d, Małgorzata Magdziarczyk^e, Pawel Mierczynski^f, Jaroslaw Polanski^a

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113420> Get rights and content

Journal of Building Engineering
 Volume 51, 1 July 2022, 104309

Dust from chlorine bypass installation as cementitious materials replacement in

Fuel 173 (2016) 239–246

Contents lists available at ScienceDirect

Fuel

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fuel

Eco-efficiency of underground coal gasification (UCG) for electricity production

Dorota Burchart-Koral^{a,*}, Piotr Krawczyk^a, Krystyna Czaplicka-Kolarz^b, Adam Smolinski^a

*Central Mining Institute, Department of Energy Saving and Air Protection, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice, Poland
^bCentral Mining Institute, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice, Poland

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.jbe.2022.104309> Get rights and content

Journal of Loss Prevention in the Process Industries
 Volume 33 (2015) 173–182

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Loss Prevention in the Process Industries

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jlp

Analysis and assessment of a critical event during an underground coal gasification experiment

Eugeniusz Krause^a, Alicja Krzemien^{b,*}, Adam Smolinski^c

*Central Mining Institute, Experimental Barbara Mine, Department of Gas Hazard Control, ul. Podlesia 72, Mikołaj 43-190, Poland
^bCentral Mining Institute, Department of Industrial Risk Assessment, Plac Gwarków 1, Katowice 40-166, Poland
^cCentral Mining Institute, Department of Energy Saving and Air Protection, Plac Gwarków 1, Katowice 40-166, Poland

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.173-182> Get rights and content

International Journal of Hydrogen Energy
 Volume 47, Issue 27, 29 March 2022, Pages 13300-13319

A meta-analysis of research trends on hydrogen production via dark fermentation

Angel Mario Lopez-Hidalgo^a, Adam Smolinski^b, Arturo Sanchez^a

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.02.106> Get rights and content

Fuel
 Volume 285, 1 February 2021, 119186

Full Length Article

Sewage sludge and phytomass co-pyrolysis and the gasification of its chars: A kinetics and reaction mechanism study

Beata Urych^a, Adam Smolinski^b

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119186> Get rights and content

Journal of Loss Prevention in the Process Industries
 Volume 33 (2015) 173–182

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Loss Prevention in the Process Industries

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jlp

Experimental simulation of hard coal underground gasification for hydrogen production

Krzysztof Stańczyk, Krzysztof Kapusta^a, Marian Wiatowski, Jerzy Świądrowski, Adam Smolinski, Jan Rogut, Andrzej Kotyrbą

Główny Instytut Górnictwa (Central Mining Institute), Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice, Poland

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.173-182> Get rights and content

Fuel
 Volume 211 (2011) 1953–1962

Contents lists available at ScienceDirect

Fuel

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fuel

Experimental study of lignite and hard coal with air and oxygen enriched air in a pilot scale ex situ reactor for underground gasification

K. Stańczyk, N. Howaniec, A. Smolinski^a, J. Świądrowski, K. Kapusta, M. Wiatowski, J. Grabowski, J. Rogut

Department of Energy Saving and Air Protection, Central Mining Institute, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice, Poland



Koncepcja produkcji zielonego wodoru

Zielone innowacje: drugie życie kopalni

- ✓ Farmy fotowoltaiczne – zielona energia
- ✓ Elektrolizery – produkcja zielonego wodoru + tlenu
- ✓ Hydrogenerator – produkcja zielonej energii z wykorzystaniem energii wód podziemnych





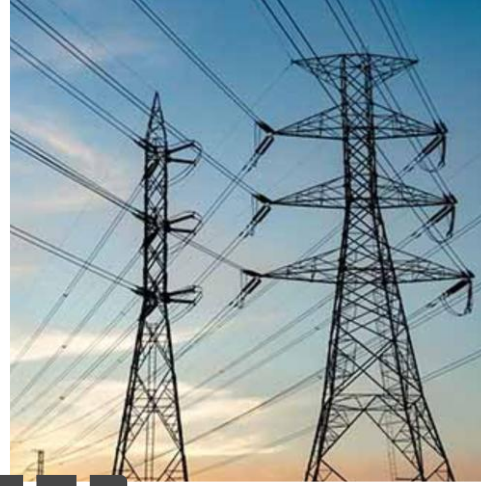
Elektrolizer



H₂



En. elektryczna



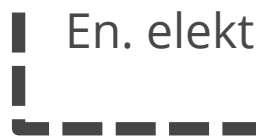
En. elektryczna



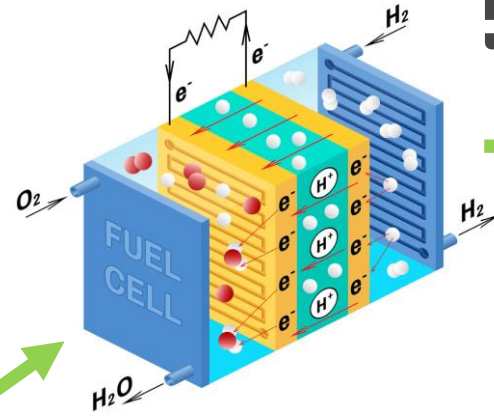
H₂O



En. elektryczna

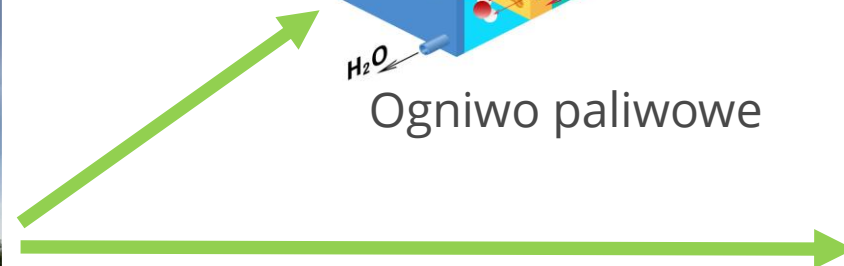


ZG (pompownie itp.) +
Centrum wodorowe



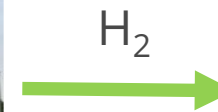
Ogniwo paliwowe

H₂



Stacja tankowania

H₂



Metody biologiczne produkcji wodoru

The use of microorganisms for the biological conversion of gases (CO, H₂, CO₂) into renewable fuels → biological production of hydrogen and methane as stages in an integrated system leading to the production of green methanol.

- Salaha M., Tsuid T-H., Zhang L., Smoliński A., Rasmey A-H. M., Tong Y.W., Liu R., Progress in enhancing strategies for hydrogen production from microbial fermentation of organic wastes, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 226, Part B, 2026, 116279, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116279> (IF - 16,3)
- Dar R.A., Tsui T.H., Liao J., Zhang L., Smolinski A., Tong Y.W., Liu R., Current-carrying-coil-based magnetic field (CCC-MF) favored hydrogenotrophic methanogens for enhanced methane production in high ammonium-nitrogen food waste anaerobic digestion, Chemical Engineering Journal, 2025, 161923, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.161923> (IF - 13,2)
- Dar R.A., Tsui T-H., Zhang L., Smolinski A., Jurisic V., Tong Y.W., Aggarangsi P., Liu R., Viruses in anaerobic digestion systems: Diversity, role and future prospects, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, <https://doi.org/10.1080/10643389.2025.2457980> (IF - 16,3)
- Dara R.A., Tsui TH., Zhang L., Smoliński A., Tong Y,W, Rasmey A.H.M., Liu R., Recent achievements in magnetic-field-assisted anaerobic digestion for bioenergy production, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 207 (2025) 114902, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114902> (IF - 16,3)
- Lyu Q., Dar R.A., Baganz F., Smoliński A., Rasmey A.H.M., Aggarangsi P., Baganz F., Liu R., Zhang L., Effects of lignocellulosic biomass-derived hydrolysates inhibitors on cell growth and lipid production during microbial fermentation of oleaginous microorganisms – A review, Fermentation, 2025, 11(3), 121; <https://doi.org/10.3390/fermentation11030121> (IF - 3,3)



Klimatyczna pułapka:

przyczyny, skutki i wyzwania
w aspekcie zachodzących zmian



<https://sbc.org.pl/publication/1110657>

Praca zbiorowa pod redakcją
Jarosława Zagórowskiego
i Adama Smolińskiego

GiG Państwowy
Instytut
Badawczy  100
lat

GiG Państwowy
Instytut
Badawczy



Dziękuję za uwagę



**Prof. dr hab. inż. Adam
Smoliński**

Główny Instytut Górnictwa -PIB

Plac Gwarków 1, 40-166

Katowice, Poland

smolin@gig.katowice.pl

<https://adamsmolinski.com/>

