



WYTWARZANIE WODORU Z WYSOKOENERGETYCZNEJ FRAKCJI STAŁYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH (RDF) W OPARCIU O NOWATORSKI PROCES ZGAZOWANIA OTWOROWEGO – *PROJEKT HYDROMINE*

Marcin Szyja, Krzysztof Kapusta

Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy (GIG-PIB),
Katowice,



Katowice, 13 maj 2025



9056 

prac badawczo-
usługowych dla
1735 klientów

6 

zgłoszonych wynalazków
i **1** znak towarowy

131 

osób ze stopniami
i tytułami naukowymi
wśród **413** pracowników

145 

publikacji naukowych

112 

mln zł
przychodów

16 

akredytowanych
laboratoriów
badawczych

40 

projektów, w tym
4 krajowe
36 międzynarodowych

4 

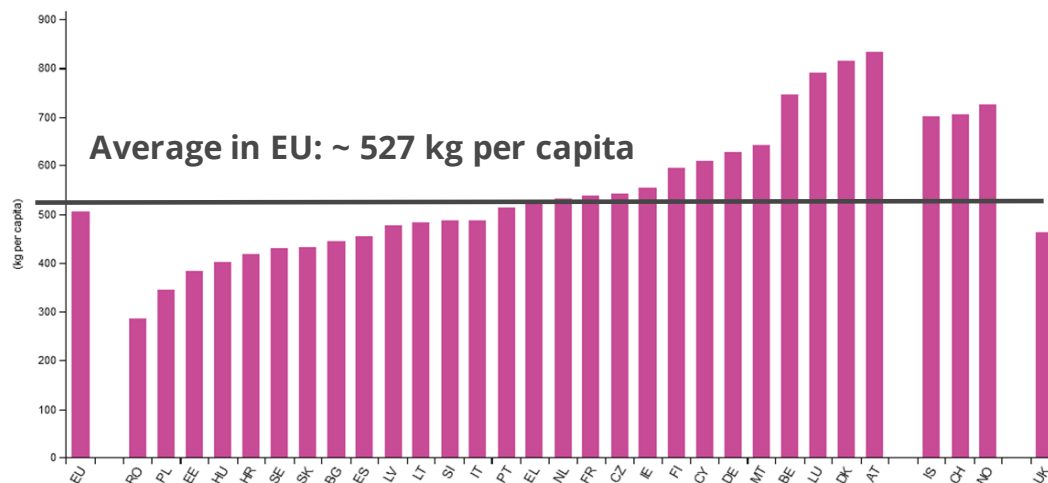
nagrody
i wyróżnienia

ENERGIA Z ODPADÓW W UE: POTENCJAŁ I WYZWANIA

➤ Według Eurostat w 2021 r. w UE wytworzono **527 kg** stałych odpadów komunalnych na mieszkańca, a tylko **49%** z nich poddano recyklingowi.

➤ Odpady komunalne mogą być wykorzystywane do produkcji **paliwa z odpadów (RDF)** - alternatywnego, wysokokalorycznego paliwa stałego. Część RDF produkowanego w Europie jest obecnie wykorzystywana przez cementownie, ale ze względu na wysoką podaż rynkową, pozostałe ilości RDF są po prostu spalane. Oznacza to koniec życia produktu i nie jest zgodne z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym - **recykling materiałowy odpadów jest zawsze priorytetem!**

➤ **Zgazowanie** jest jedną z możliwych opcji wykorzystania RDF w obiegu zamkniętym, a proces ten może być ukierunkowany na **produkcję wodoru**. Jednak korzystanie z komercyjnych zgazowywarek jest bardzo trudne ze względu na wiele trudności operacyjnych.



Produkcja odpadów komunalnych stałych w UE (2021)



Paliwo z odpadów (RDF)

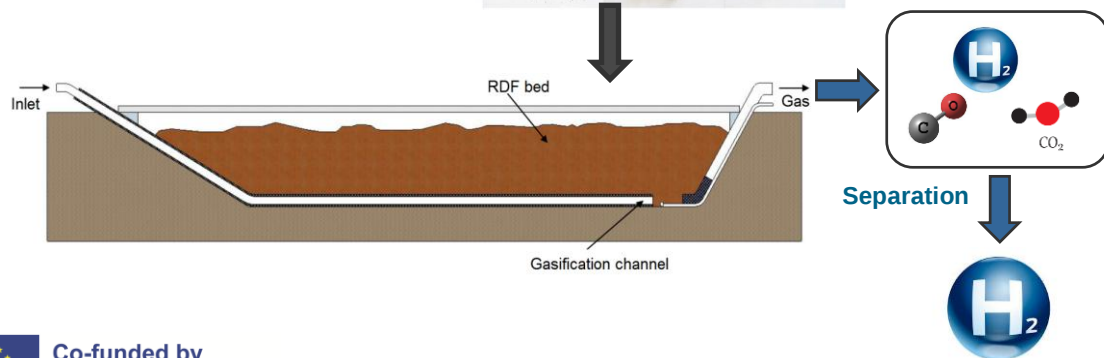
Projekt HydroMine



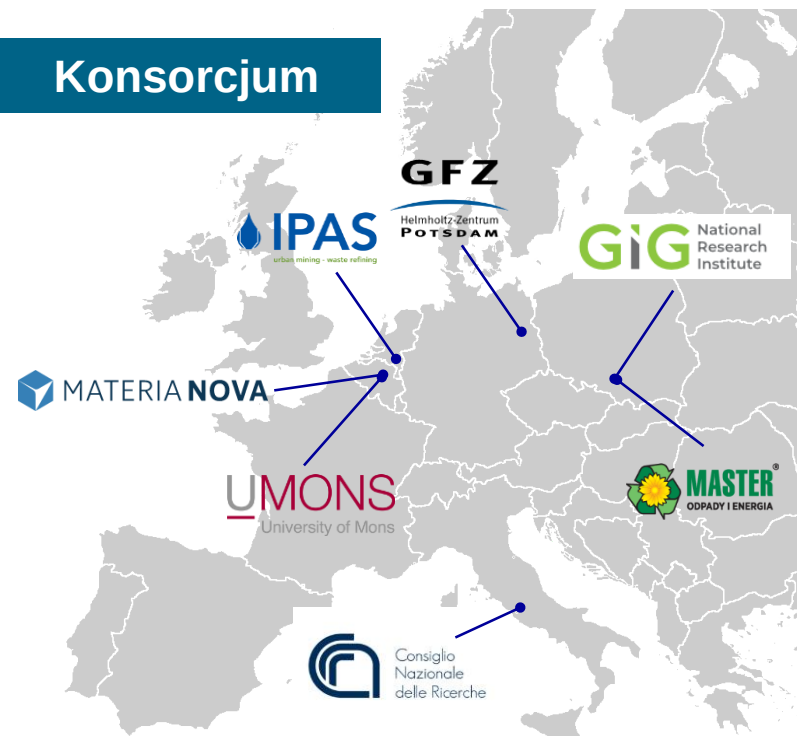
Opracowanie procesu rafinacji odpadów komunalnych ukierunkowanego na wytwarzanie wodoru w oparciu o nowatorski proces zgazowania otworowego w połączeniu z zaawansowanymi technikami separacji gazów- HydroMine

Celem projektu jest opracowanie podstaw innowacyjnej technologii zgazowania odpadów komunalnych (RDF) ukierunkowanej na produkcję gazu o **wysokiej zawartości wodoru**. Proces zgazowania zostanie przeprowadzony **metodą otworową** w wielkogabarytowym złożu stałym, z wykorzystaniem technik i wiedzy zdobytej w dziedzinie zgazowania węgla in-situ. Zaawansowana **membrana adsorpcyjna** zostanie wykorzystana do oddzielenia wodoru z gazu uzyskanego w wyniku zgazowania.

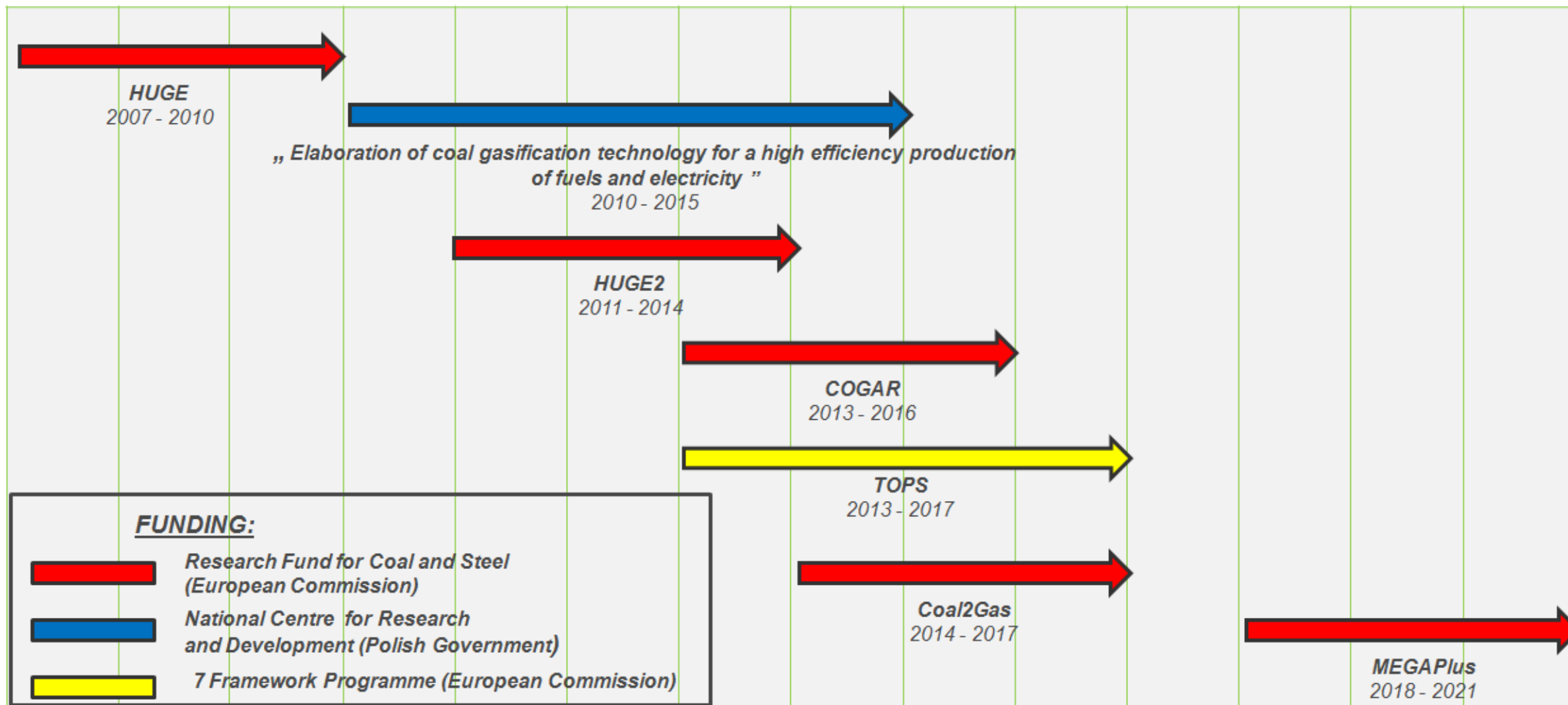
- **Program:** Fundusz Badawczy Węgla i Stali UE
- **Okres:** 1 Listopad 2023 – 31 Październik 2026
- **Budżet:** 2 864 576 €
- **Koordynator:** GIG-PIB



Konsorcjum



ROZWÓJ TECHNOLOGII ZGAZOWANIA: Działalność badawczo-rozwojowa w GIG-PIB

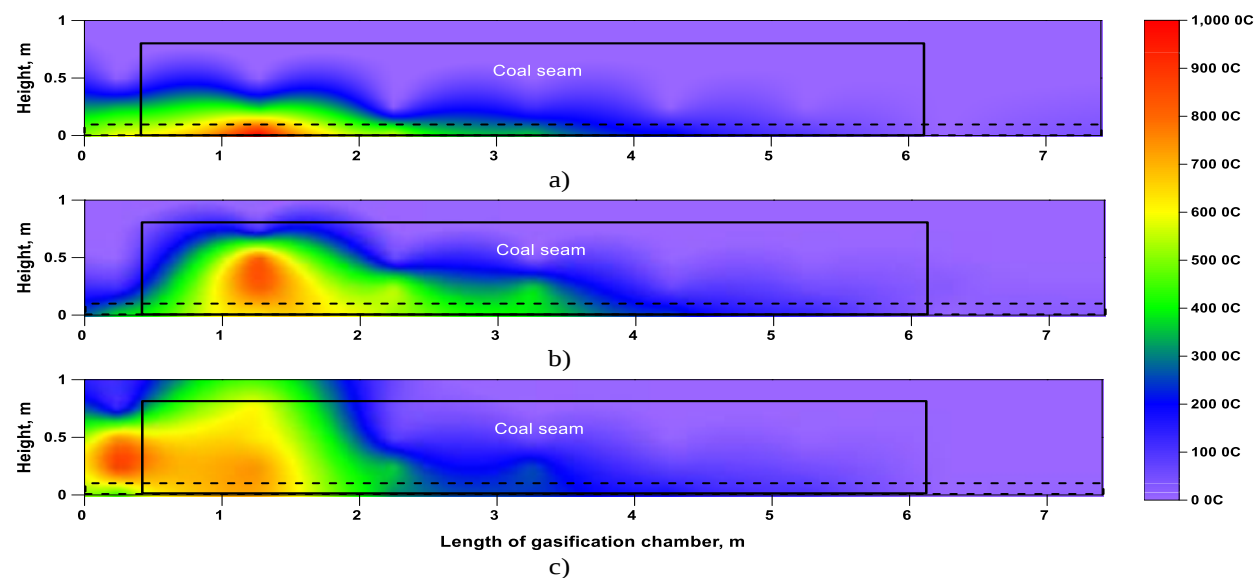


Kluczowa infrastruktura badawcza: Zgazowanie w złożu stałym pod ciśnieniem atmosferycznym



Parametry techniczne:

- rodzaj węgla: węgiel brunatny, węgiel kamienny
- długość pokładu węgla: 7 m
- ciśnienie zgazowania: max 0,5 bar
- temperatura: max 1600 °C
- nachylenie pokładu: 0, 15, 30 , 45 °



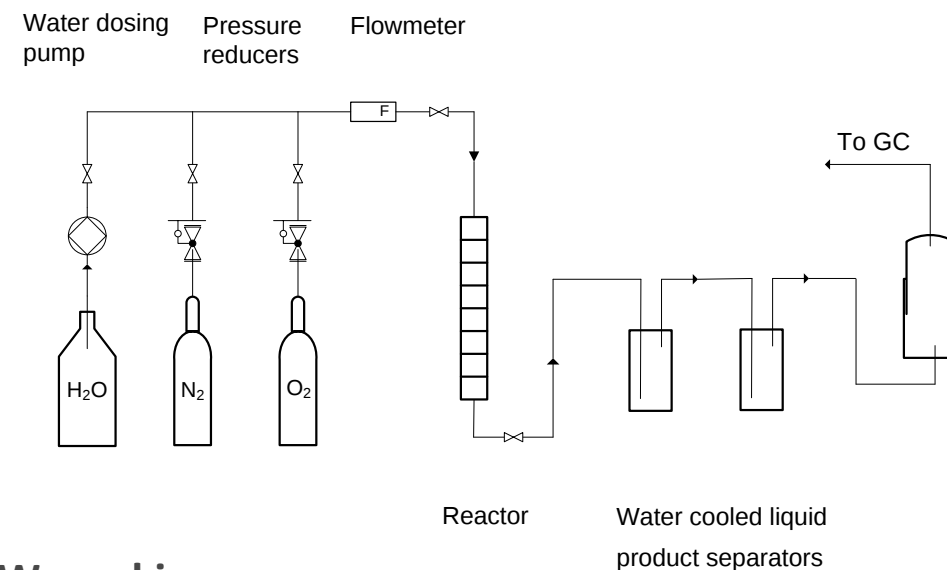
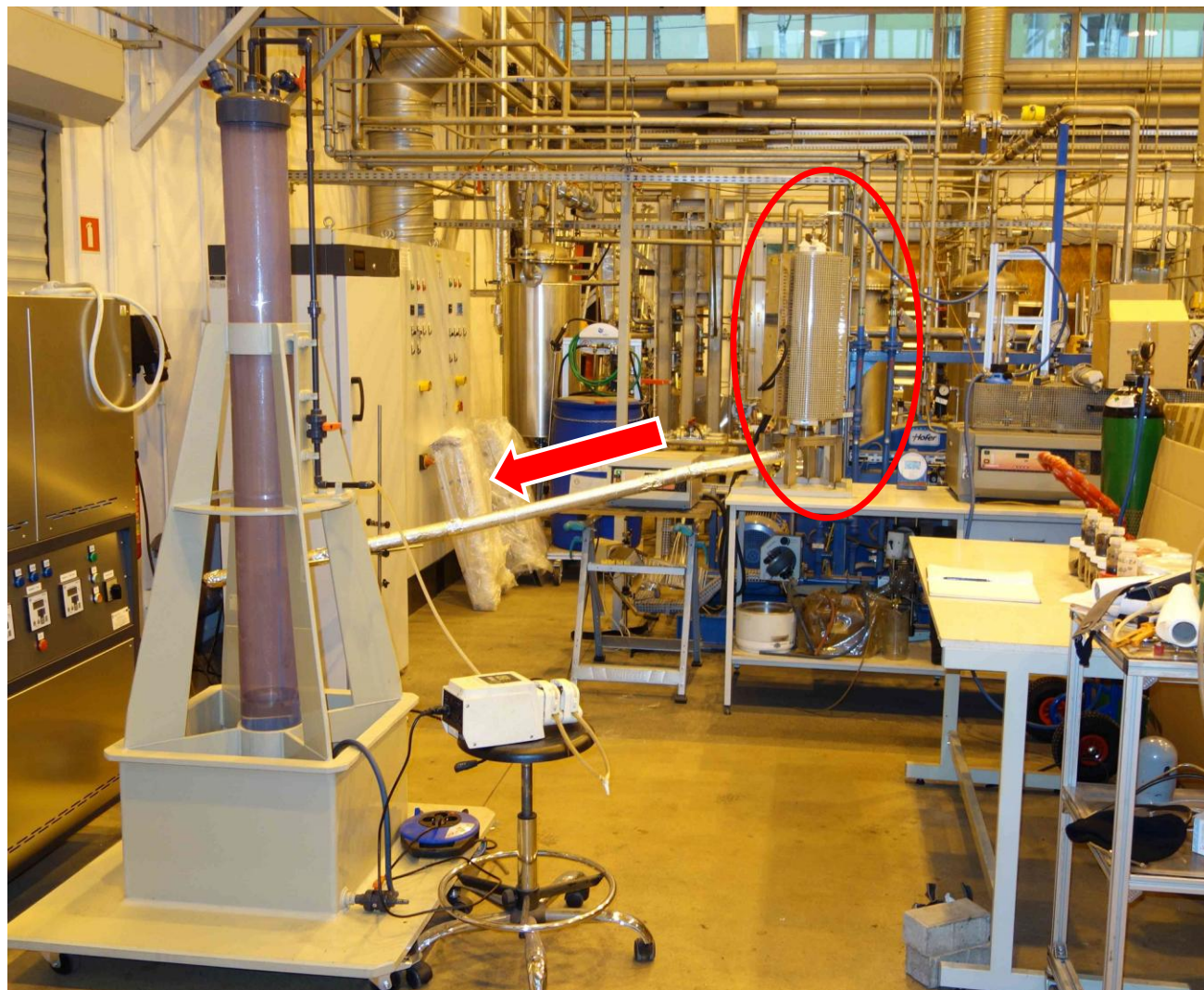


Surowiec RDF w HydroMine: Pochodzenie i właściwości



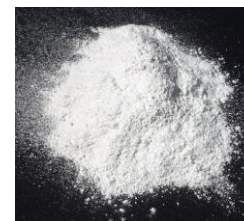
Parameter	Value
As received	
Moisture [%]	3.30
Ash [%]	14.80
Volatiles [%]	70.40
Calorific value [kJ/kg]	18 330
Analytical	
Moisture [%]	3.68
Ash [%]	14.74
Volatiles [%]	70.12
Calorific value [kJ/kg]	18 250
Total sulphur [%]	0.28
Carbon [%]	47.96
Hydrogen [%]	6.34
Nitrogen [%]	1.20
Oxygen [%]	23.23
Chlorine [%]	2.56

Wstępne testy zgazowania RDF ukierunkowane na produkcję wodoru



Warunki procesu

- **Temperatura:** 900 °C
- **O₂/H₂O udział:** 1:2, 1:1, 2:1
- **Katalizatory:** bez katalizatora, CaO, Fe₂O₃ (5% wag.)

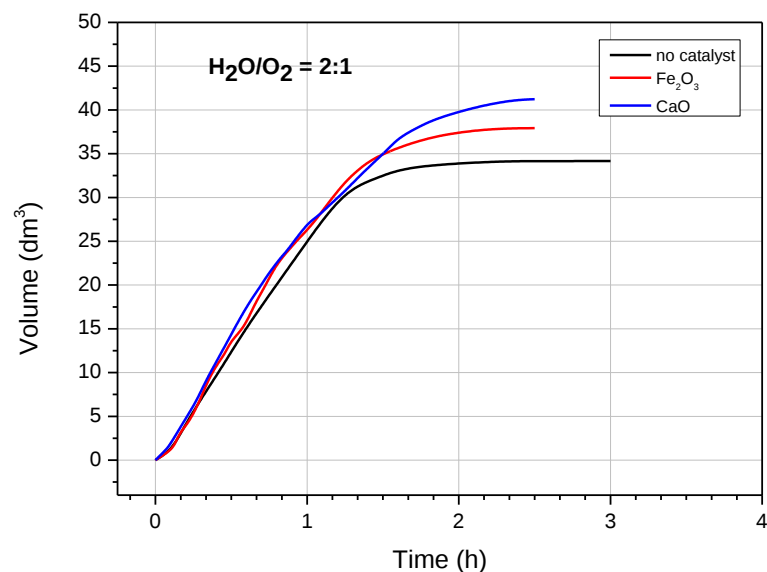
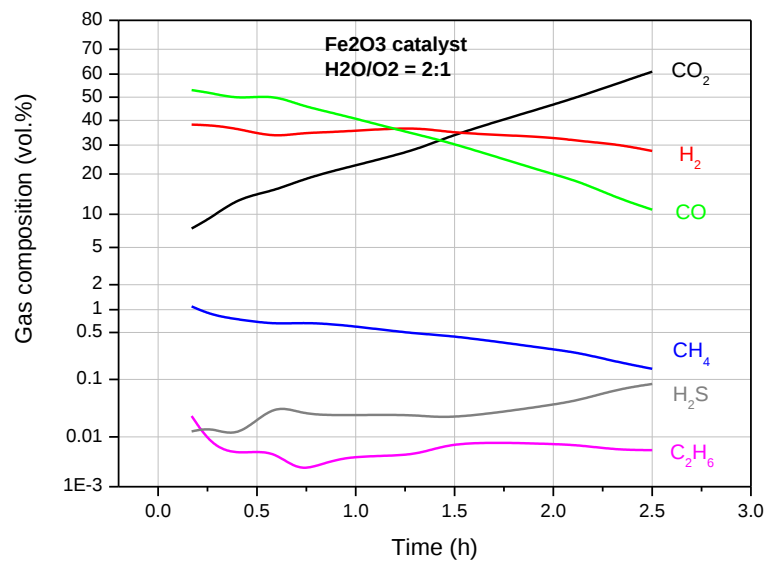


CaO

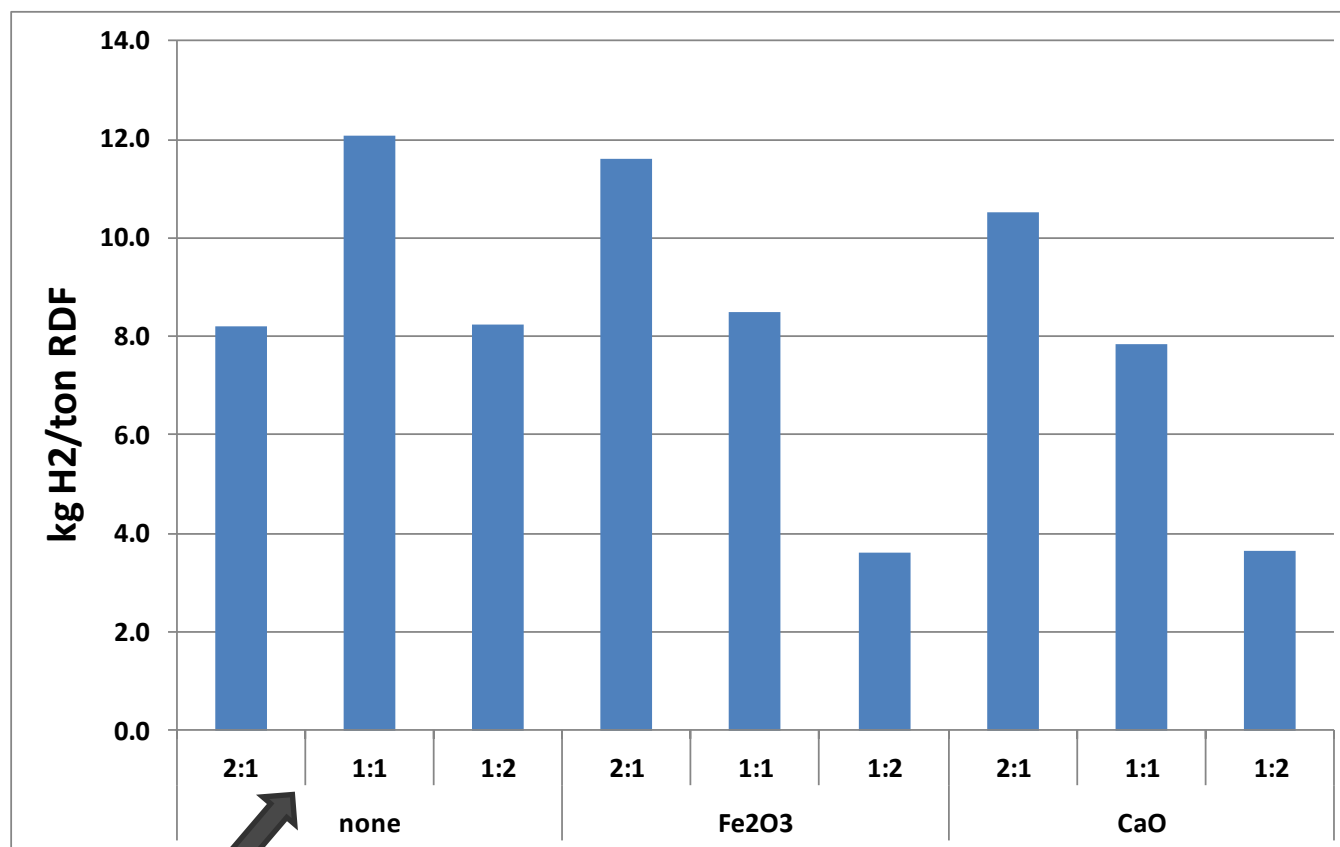


Fe₂O₃

Zgazowanie RDF na małą skalę: Wyniki



Wydajność wodoru kgH₂/tona RDF



stosunek wody do tlenu

Przygotowanie pokładu do zgazowania RDF: badania laboratoryjne

Wybór spoiwa do formowania złoża RDF w procesach zgazowania: płynne odpady polimerowe, klej drzewny i skrobia modyfikowana



Najlepsze wyniki uzyskano przy użyciu skrobi modyfikowanej

Przygotowanie pokładu do zgazowania RDF: badania laboratoryjne

Przygotowanie próbek testowych



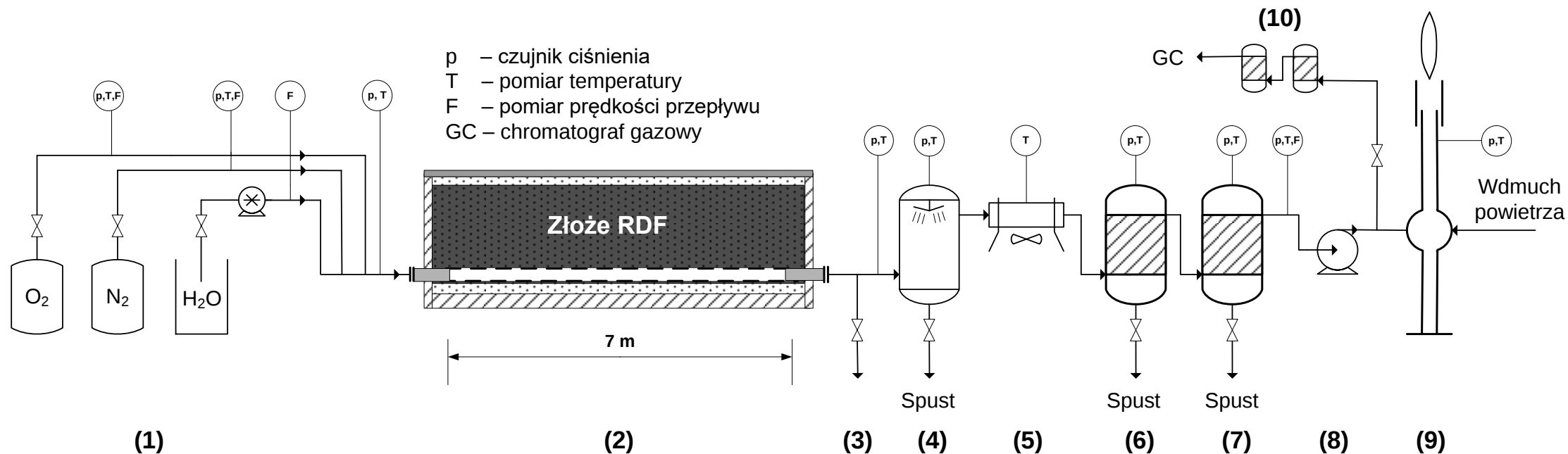
Przygotowanie pokładu do zgazowania RDF: badania laboratoryjne

Wpływ siły ściskania na gęstość próbek RDF przy użyciu modyfikowanej skrobi jako spoiwa

Nacisk, kg/m ²	742	1145	1500	2000	2500
Gęstość, kg/m ³	235	399	430	516	563

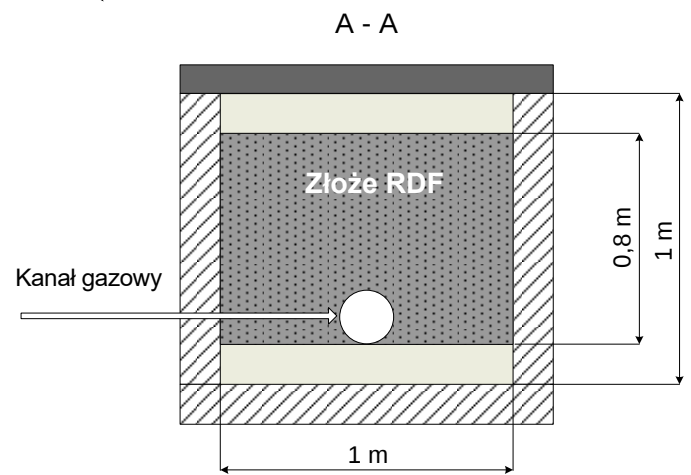
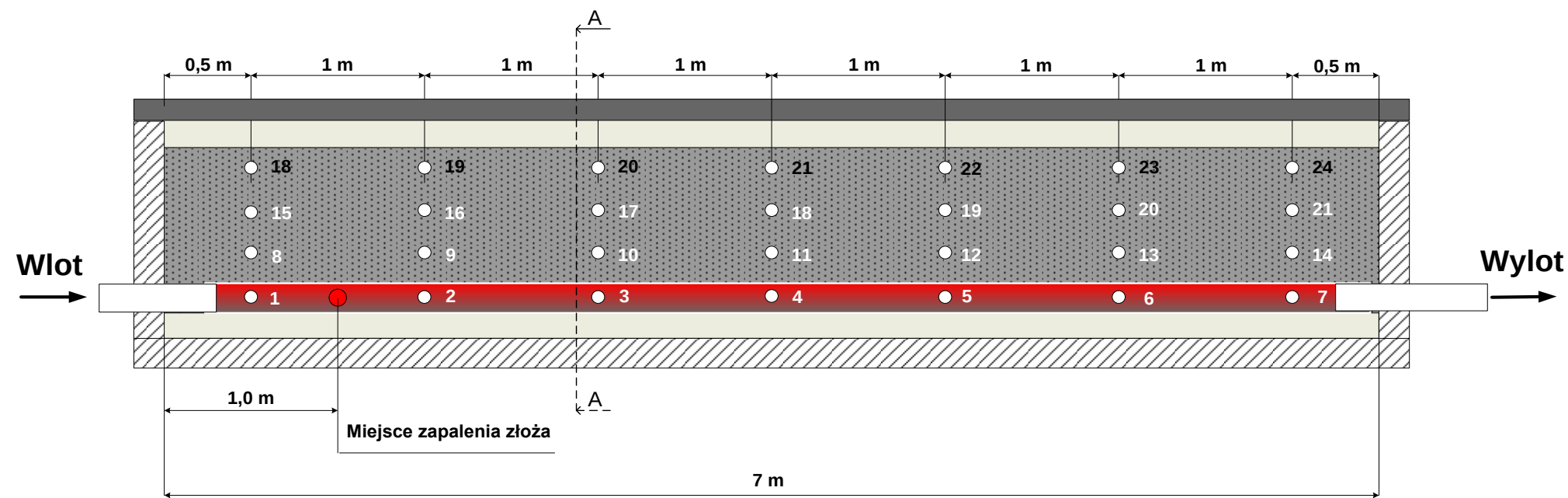


Instalacja zgazowania: Schemat

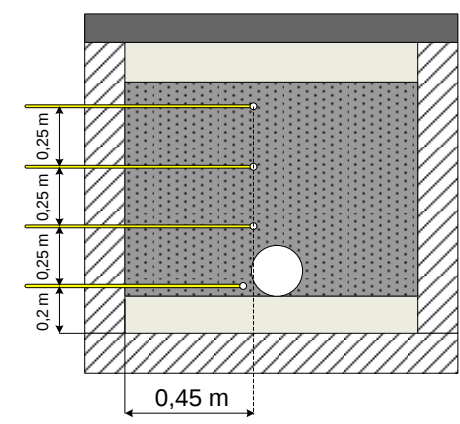


(1) system podawania reagentów, (2) reaktor zgazowania, (3) przyłącze do poboru próbek smoły, (4) płuczka wodna, (5) chłodnica powietrzna gazu procesowego, (6,7) separatory gazów, (8) wentylator ssący odśrodkowy, (9) komora spalania termicznego, (10) moduł oczyszczania gazu do analizy chromatografią gazową (GC).

Reaktor zgazowania: Przekroje



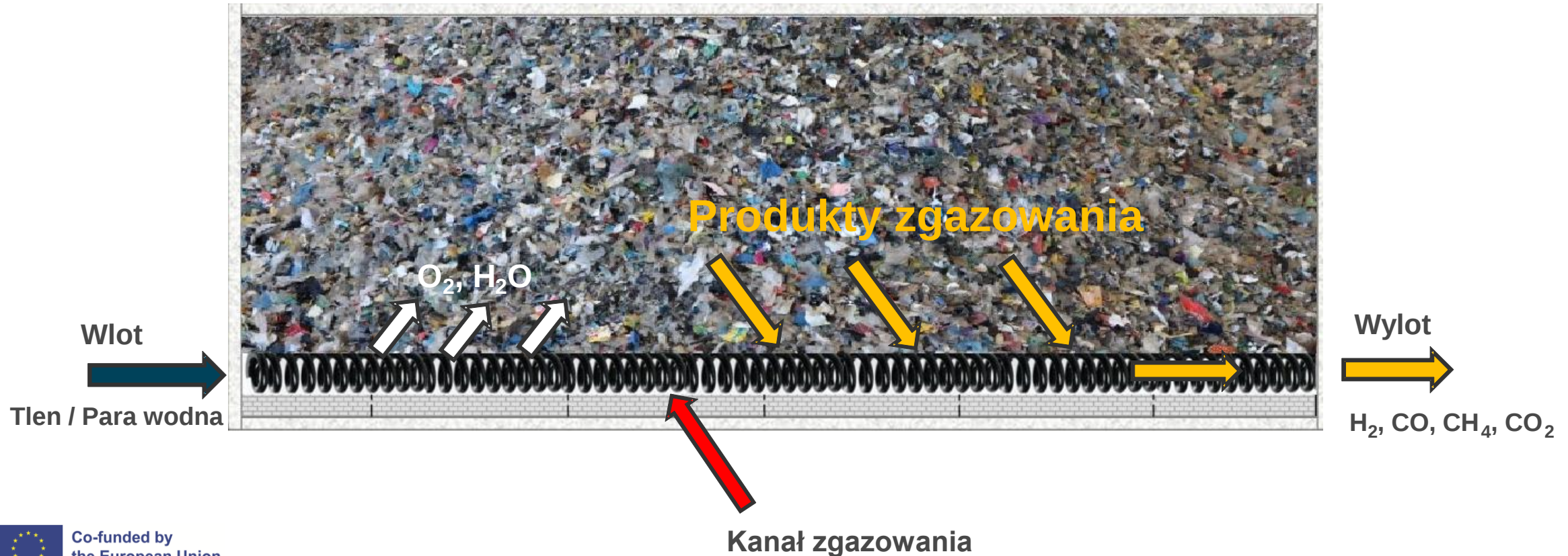
- IV rząd termopar
- III rząd termopar
- II rząd termopar
- I rząd termopar



Weryfikacja zgazowania RDF na dużą skalę

Główne wyzwania:

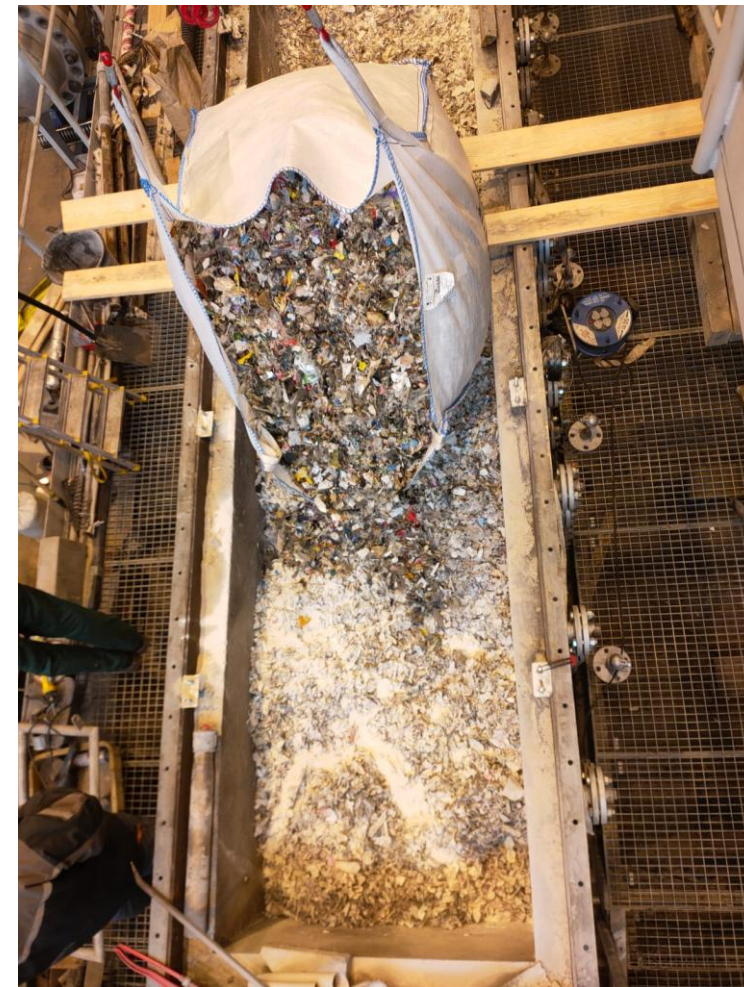
- przygotowanie kanału zgazowania
- formowanie złoża RDF
- kontrola procesu



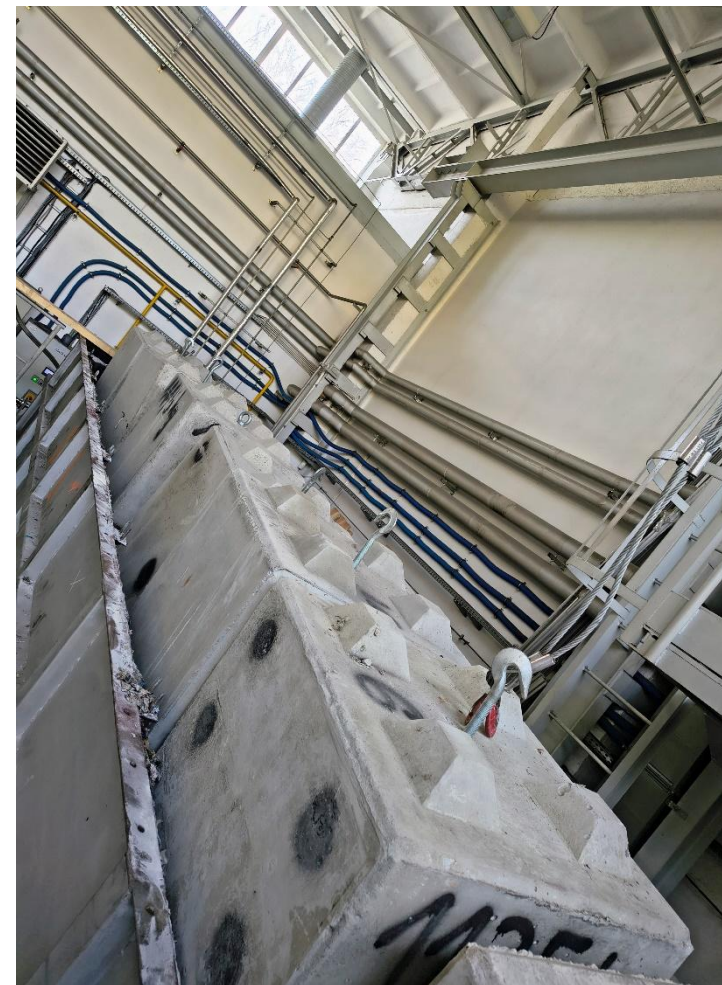
Przygotowanie złoża do zgazowania RDF: Procedura



Przygotowanie złoża do zgazowania RDF: Procedura



Przygotowanie złoża do zgazowania RDF: Procedura – cd.



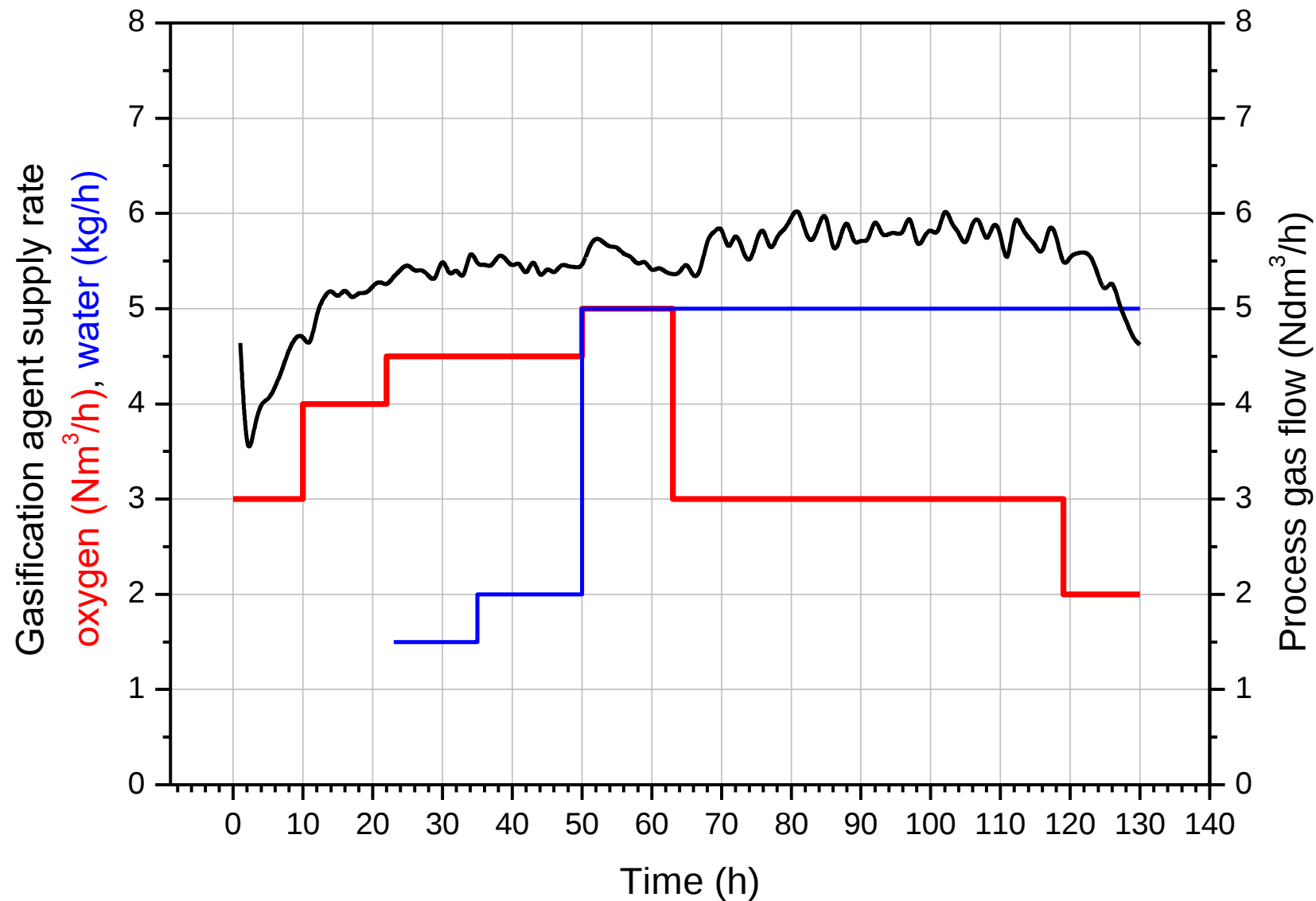
Przygotowanie złoża do zgazowania RDF: Procedura – cd.



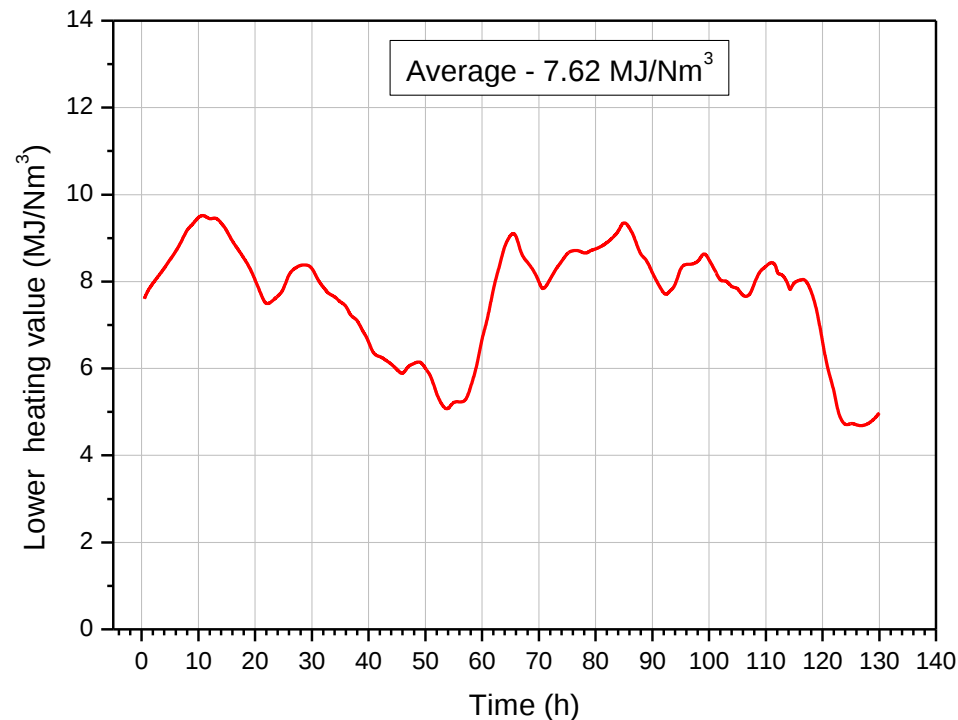
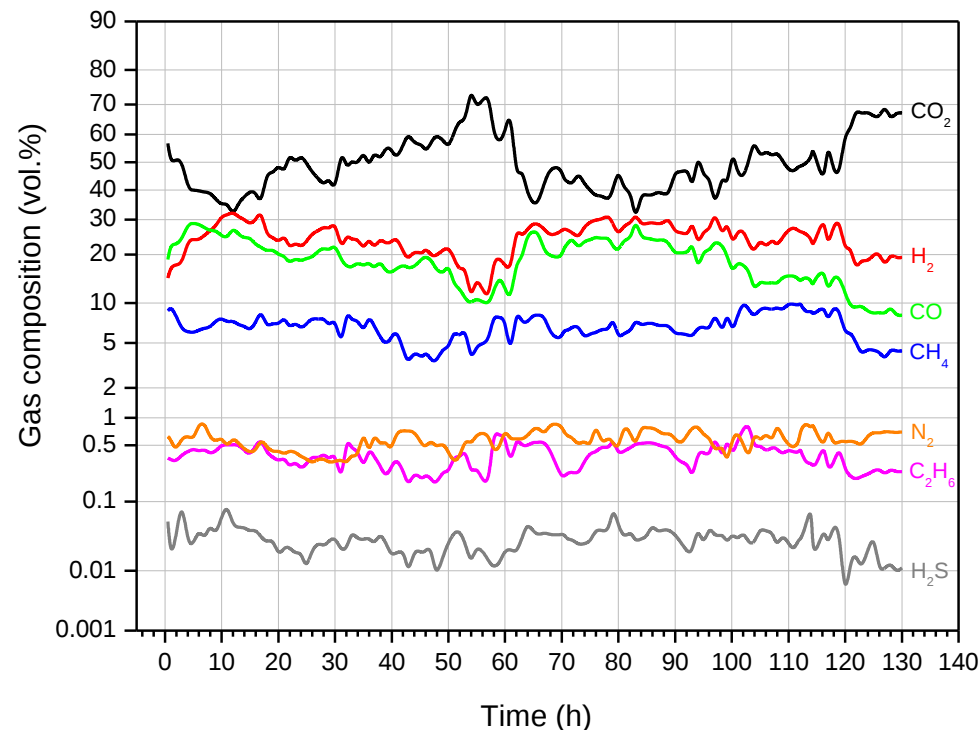
Warunki zgazowania i produkcja gazu

Parametry złoża RDF:

- Wymiary: 7 x 0.8 x 0.8 m
- Waga wsadu: 1920 kg



Skład gazu i wartość opałowa

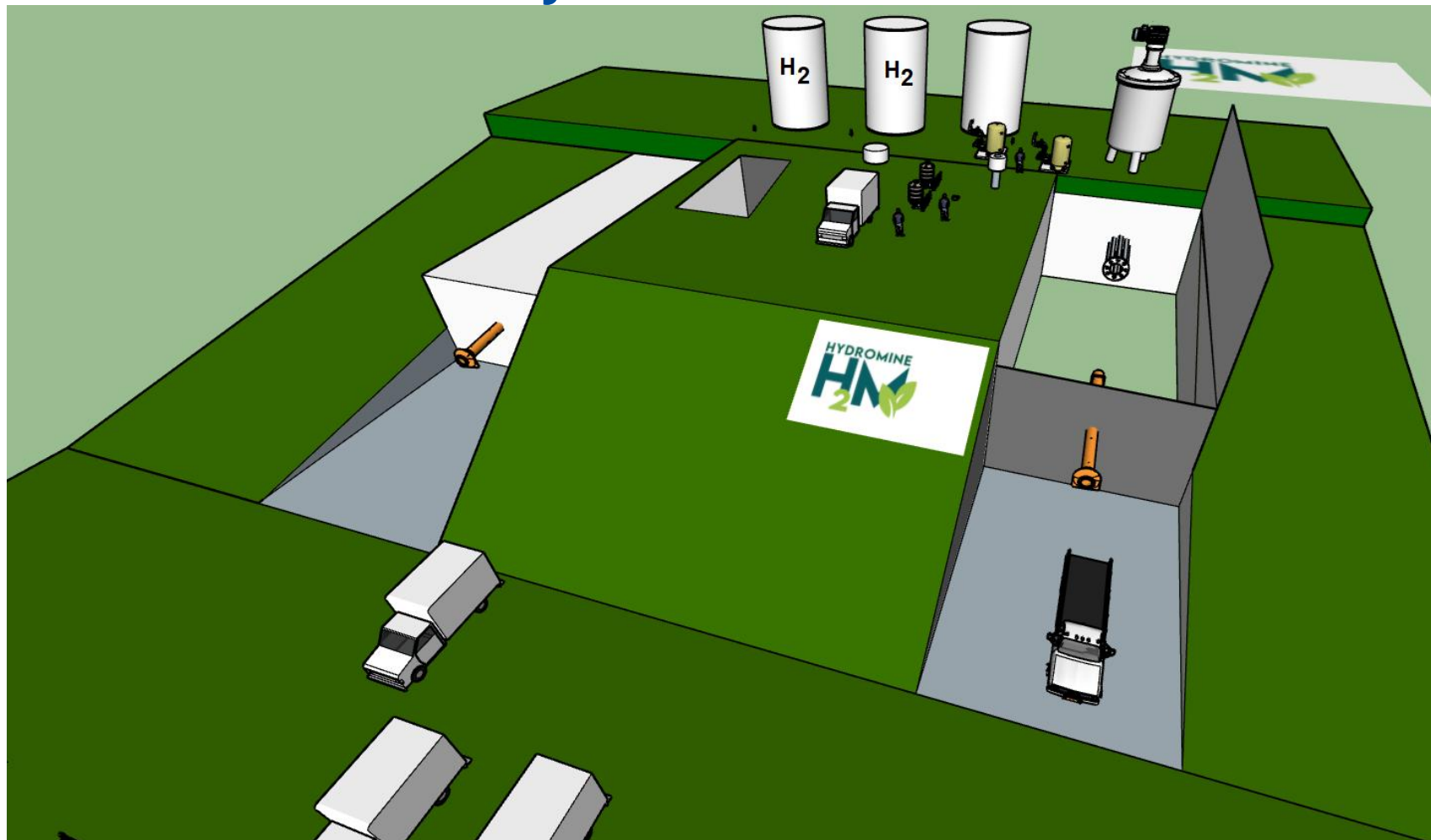


Średnie stężenie gazu procesowego (% obj.)							Średnia wartość opałowa (MJ/Nm3)	Ilość zgazowanego RDF (kg)	Szybkość zgazowania (kg/h)
CO ₂	N ₂	H ₂	CH ₄	CO	C ₂ H ₆	H ₂ S			
49.26	0.58	24.36	6.70	18.68	0.39	0.03	7.62	760,03	5,85

Badania po zgazowaniu



Możliwa koncepcja przyszłego zakładu przemysłowego HydroMine



Podziękowania

Niniejsza praca jest wspierana finansowo przez **Fundusz Badawczy Węgla i Stali UE** w ramach umowy grantowej 101112629 - HydroMine oraz **Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego** - umowa nr 5747/FBWiS/2023/2024/2.

Wyrażamy wdzięczność za wsparcie finansowe



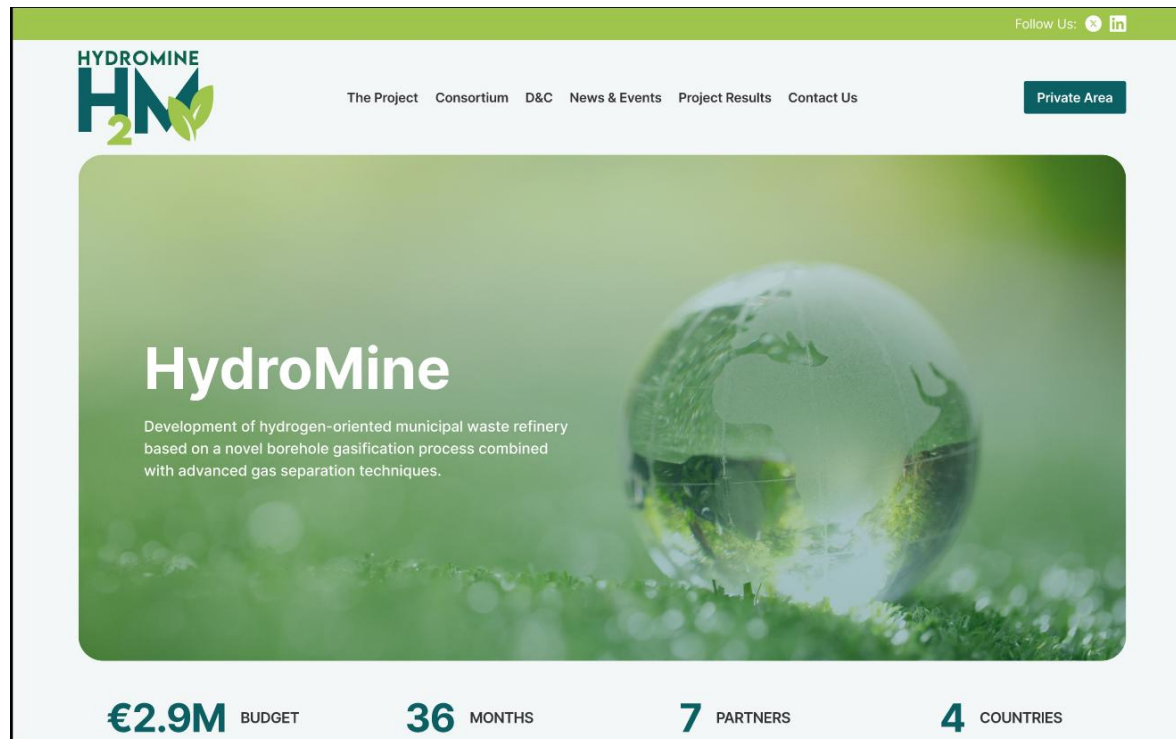
Partnerzy:



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Dziękuję bardzo za uwagę



<https://www.hydromine.eu>

Social media:

X: <https://twitter.com/HydroMineP>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/hydromine-project>

Kontakt:

Koordynator projektu:

Dr Krzysztof Kapusta (GIG-PIB)

kkapusta@gig.eu

Laboratorium Instalacji Doświadczalnych

Marcin Szyja

mszyja@gig.eu



Co-funded by
the European Union

