



Queen Mary

University of London

Science and Engineering

Emisje metanu i wodoru: potencjalne ryzyko dla gospodarki wodorowej?

Seminarium PZITS „Czy wpływ emisji wodoru z sieci transportowych na środowisko można dzisiaj porównać z wpływem emisji metanu?”

Maria Olczak, Queen Mary University of London (SEMS)

1/02/2023

Infrastruktura gazowa będzie bardziej zróżnicowana

- Istniejąca infrastruktura do przesyłu gazu ziemnego
- Nowa (oraz istniejąca) infrastruktura wodorowa
- Infrastruktura „H2-ready”
 - konwersja istniejącej infrastruktury metanowej do transportu wodoru/amoniaku
 - mieszanka metanu i wodoru

...Co oznacza nowe wyzwania dla inżynierów w zakresie ochrony środowiska i klimatu.



Queen Mary

University of London

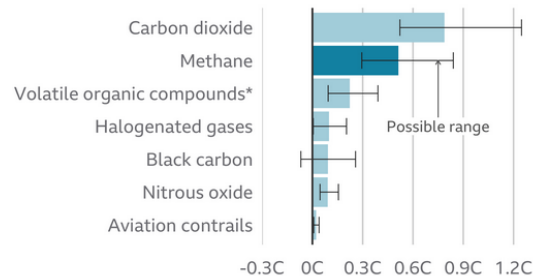
Science and Engineering

Metan

Metan to drugi najważniejszy gaz cieplarniany

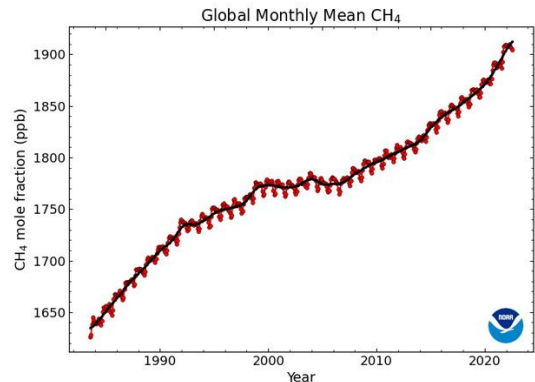
- odpowiada za co najmniej **~25%** antropogenicznego ocieplenia, które doświadczamy obecnie
- średni czas życia cząsteczki metanu: 10-12 lat
- wyemitowany CH₄ jest kilkadziesiąt razy silniejszy (>80) niż CO₂ w **krótkim horyzoncie czasowym**
- osiągnięcie celów Porozumienia Paryskiego wymaga obniżenia emisji metanu o **40-45% do 2030** w porównaniu do poziomu z 2020 roku
- stężenie metanu w atmosferze **rośnie najszybciej** od lat 80. XX wieku = 2ppm
- metan to nie tylko gaz cieplarniany

Contribution to warming in degrees Celsius



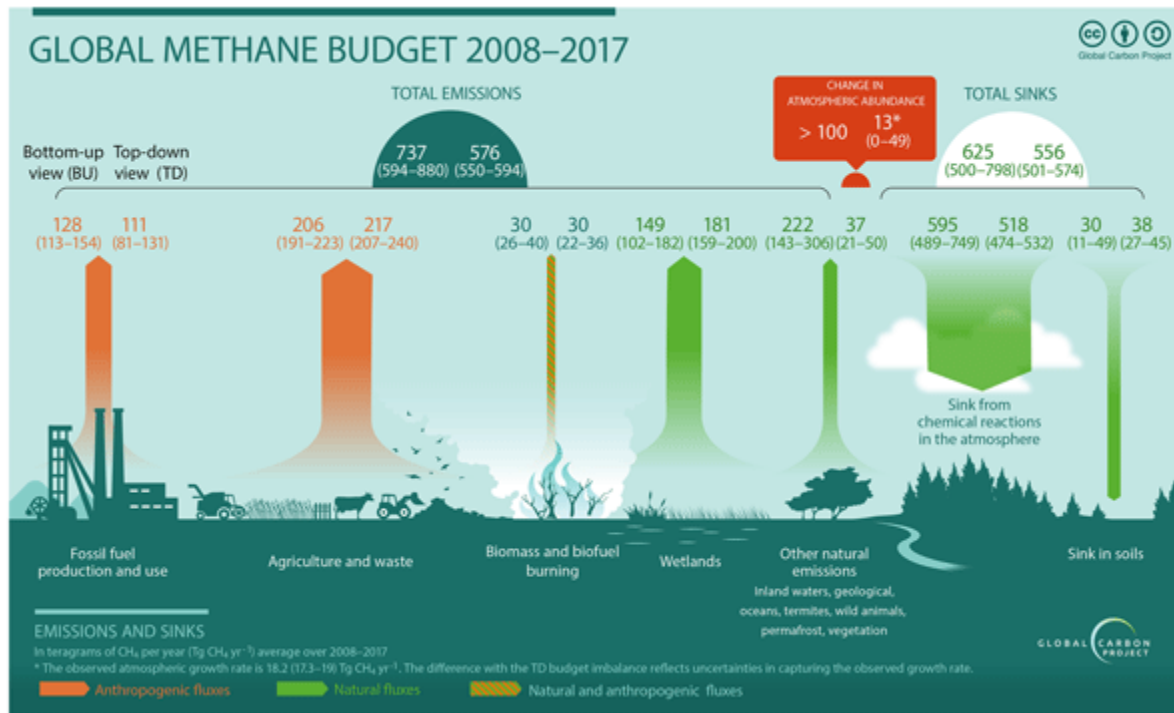
Figures are for contributions to 2010-2019 warming relative to 1850-1900
*Volatile organic compounds and carbon monoxide

Source: IPCC Sixth Assessment Report 2021

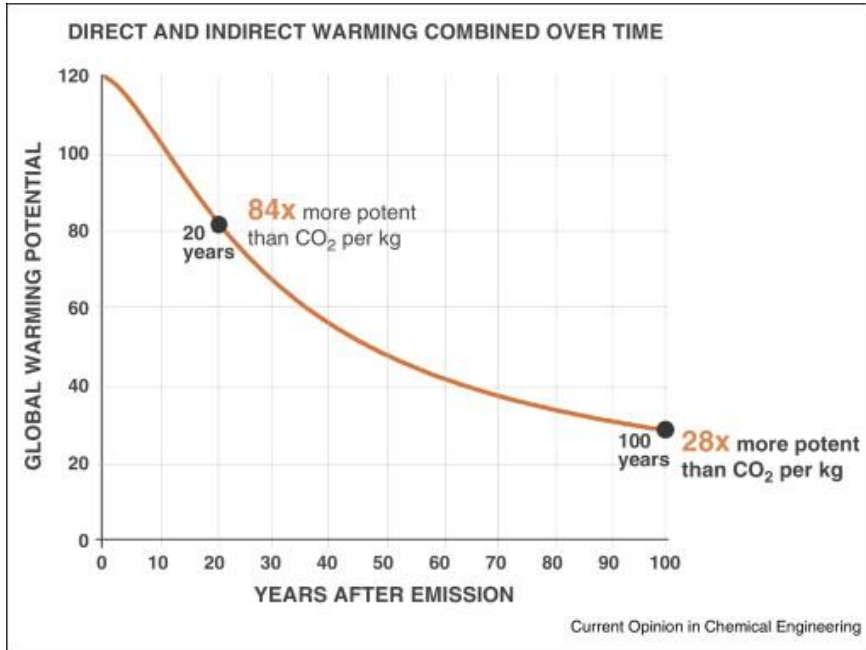


Źródło: Lan, X. et al. (2022) [Trends in globally-averaged CH₄](#)

Główne źródła metanu: rolnictwo, energetyka, odpady

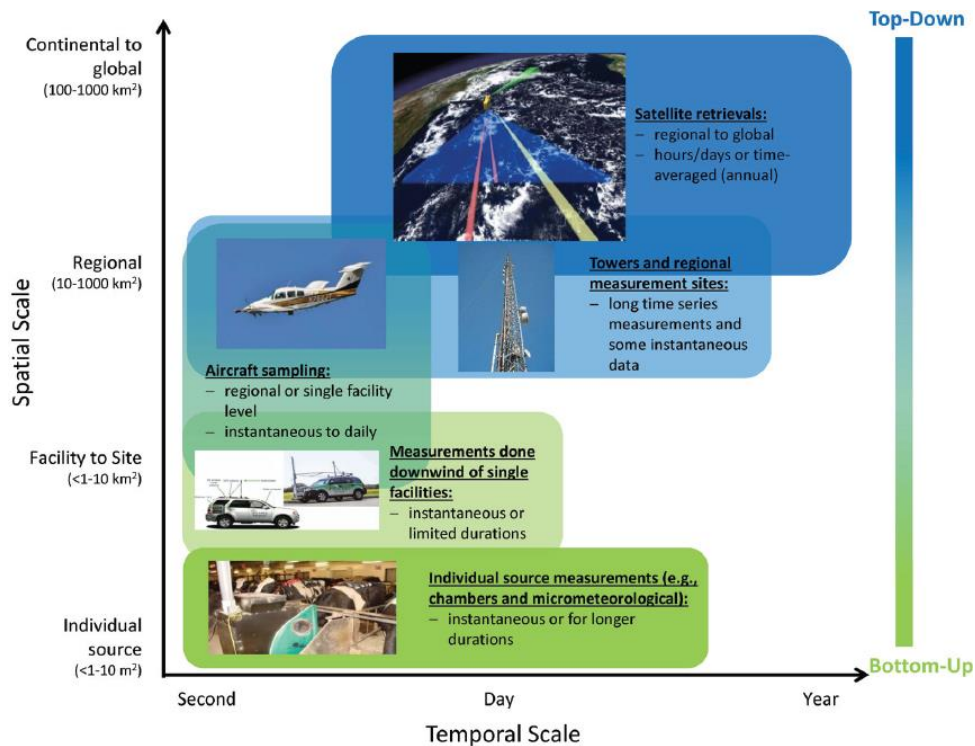


Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego



Greenhouse Gas	100-Year Time Period				20-Year Time Period			
	AR4 2007	AR5 2014	AR6 2021		AR4 2007	AR5 2014	AR6 2021	
	Feedback Not Included		Feedback Included		Feedback Not Included		Feedback Included	
CO ₂	1	1	1	1	1	1	1	1
CH ₄ fossil origin	25	28	34	29.8	72	84	86	82.5
CH ₄ non fossil origin				27.2				80.8
N ₂ O	298	265	298	273	289	264	268	273

Wykrywanie i mierzenie emisji metanu

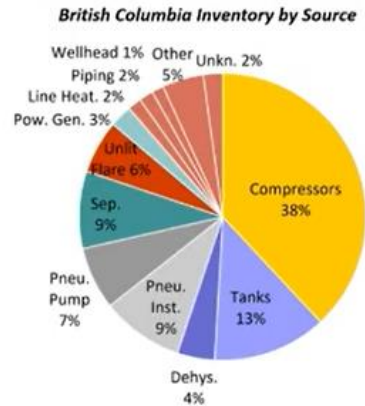


- Potrzebujemy więcej pomiarów metanu:
 - pomiary sugerują, że rzeczywiste emisje są wyższe niż raportowane emisje
 - zmienność emisji (aspekt czasowy i przestrzenny)
 - stochastyczny charakter emisji
 - super-emitenci (niewielka liczba obiektów odpowiada za większość emisji)

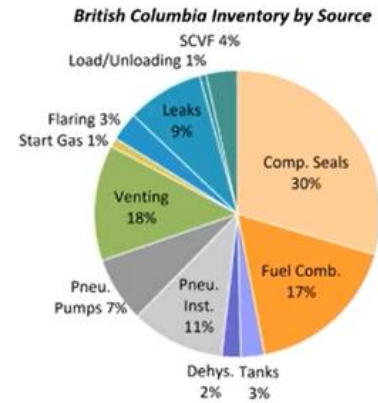
Dlaczego potrzebujemy więcej pomiarów metanu, zwłaszcza w sektorze O/G?

Contrast Sources in Measured(Hybrid) vs. Current Bottom-Up Inventory

2021 EERL Meas.-Based Inventory



Current Official (ECCC) 2020 Inventory





Queen Mary

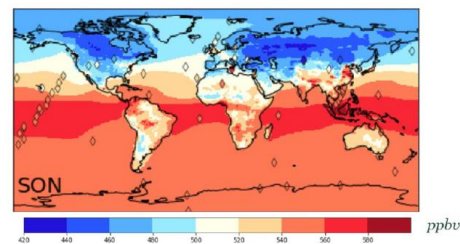
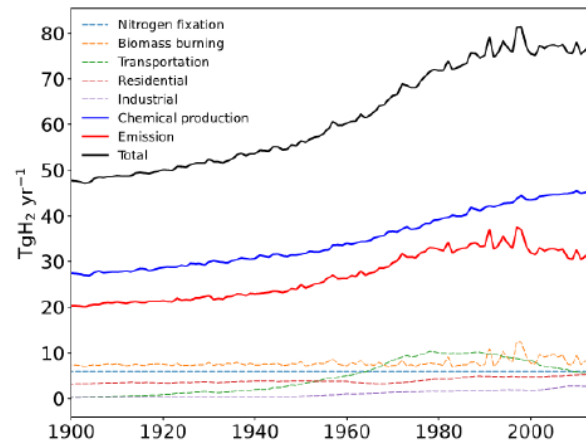
University of London

Science and Engineering

Wodór

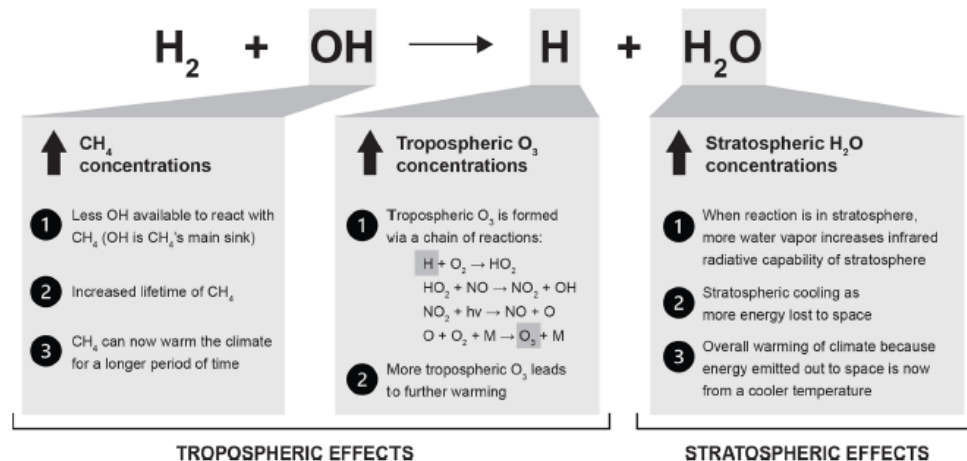
Wodór to pośredni gaz cieplarniany

- śladowe stężenie wodoru w atmosferze: **0.5 ppmv**
- średni czas życia cząsteczki wodoru **~2 lata** (1.4-2.5)
- wzrost stężenia obserwowany od lat 90. XX wieku do teraz jest w **65% skutkiem działalności człowieka**
- koncentracja wodoru jest wyższa nad kontynentami w półkuli południowej niż północnej

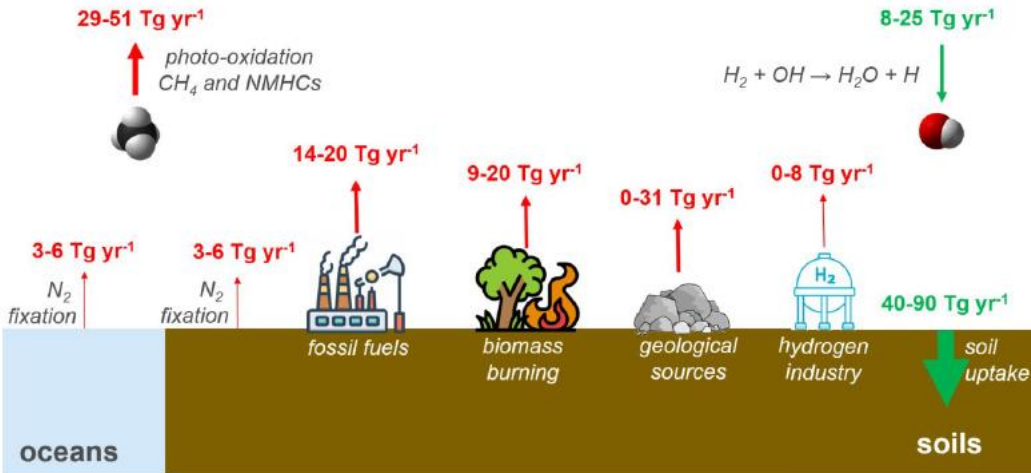


Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego

- w przeciwieństwie do metanu, wodór nie pochłania promieniowania długofalowego (podczerwieni)
- utlenianie wodoru wpływa na żywotność innych gazów cieplarnianych w atmosferze
- Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (ang. Global Warming Potential, GWP100) waha się od **5±1 kg CO2e/kg H2** (Derwent et al. (2020)) do **11±5 kg CO2e/kg H2** (Paulot et al. (2021)), Warwick et al. (2022).
- GWP20: **~12 kg CO2e/kg H2** (Derwent et al.); **33 kg CO2e/kg H2** (Warwick et al.)



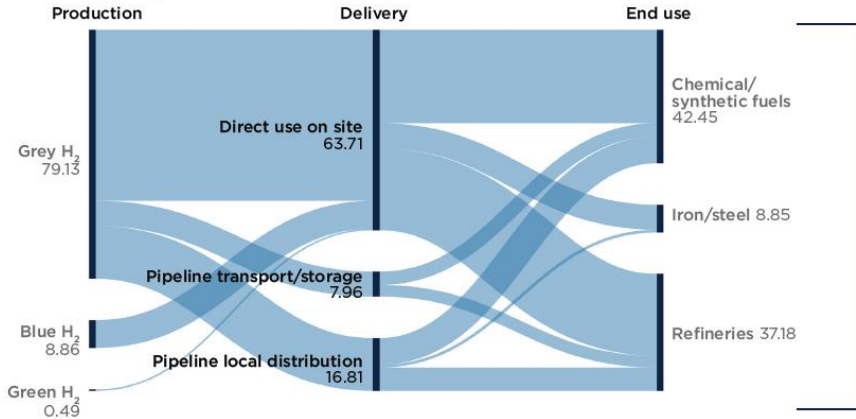
Główne źródła wodoru



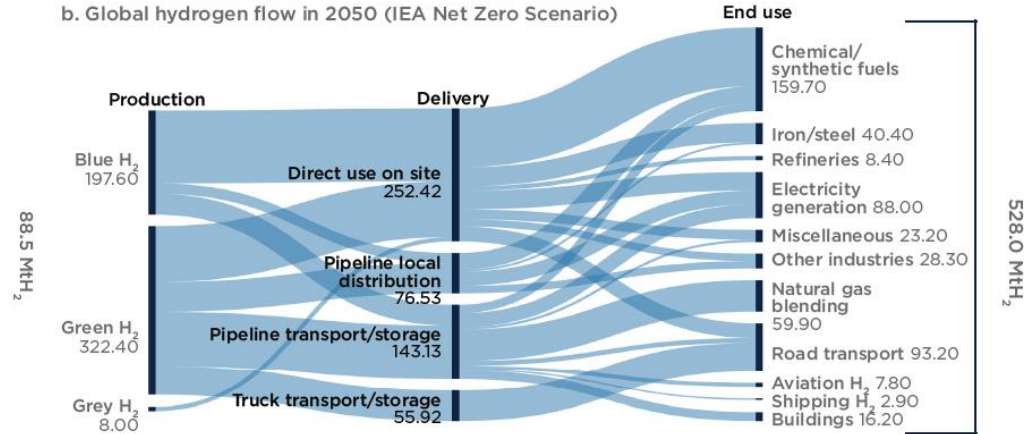
- **Wszystkie źródła: 60-140 Tg** (15% to efekt działalności człowieka)
- **Pośrednie:** reakcja utleniania innych związków uwalnianych do atmosfery (np. CH₄, NMHC)
- **Bezpośrednie:** paliwa kopalne (transport), spalanie biomasy, wiązanie azotu na lądzie i w oceanach
- Część wodoru jest absorbowana przez bakterie znajdujące się w glebie.
- Wielkość poszczególnych źródeł i pochłaniaczy jest obciążona wysokim poziomem **niepewności**.

Wodór to także nośnik energii

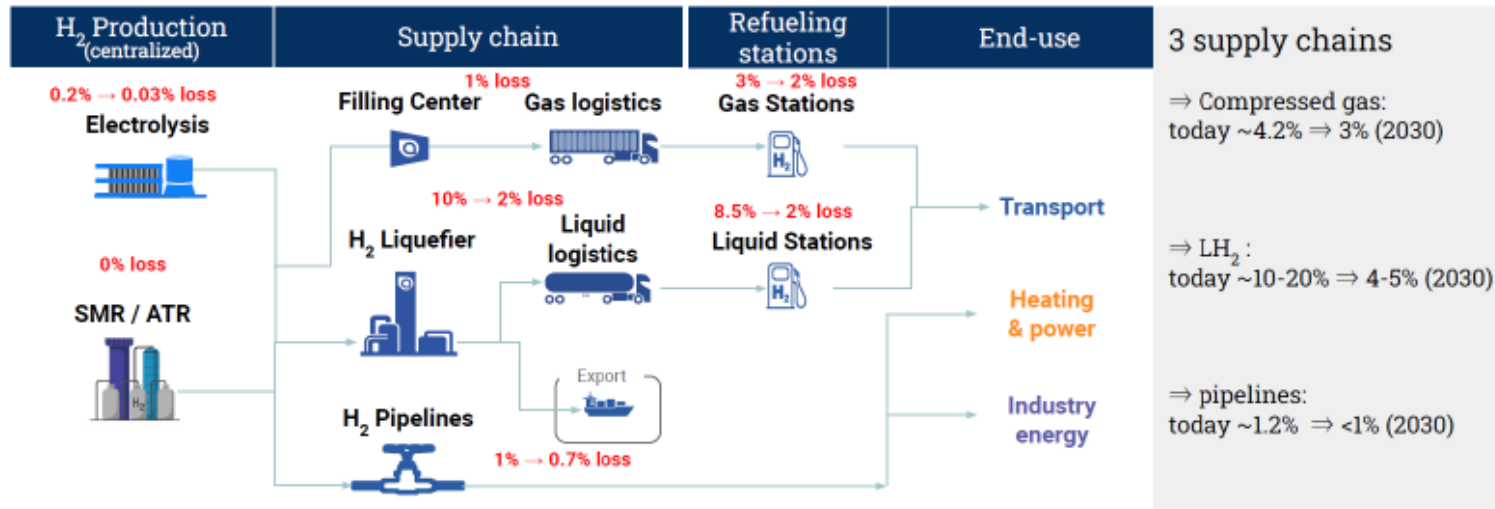
a. Global hydrogen flow in 2020



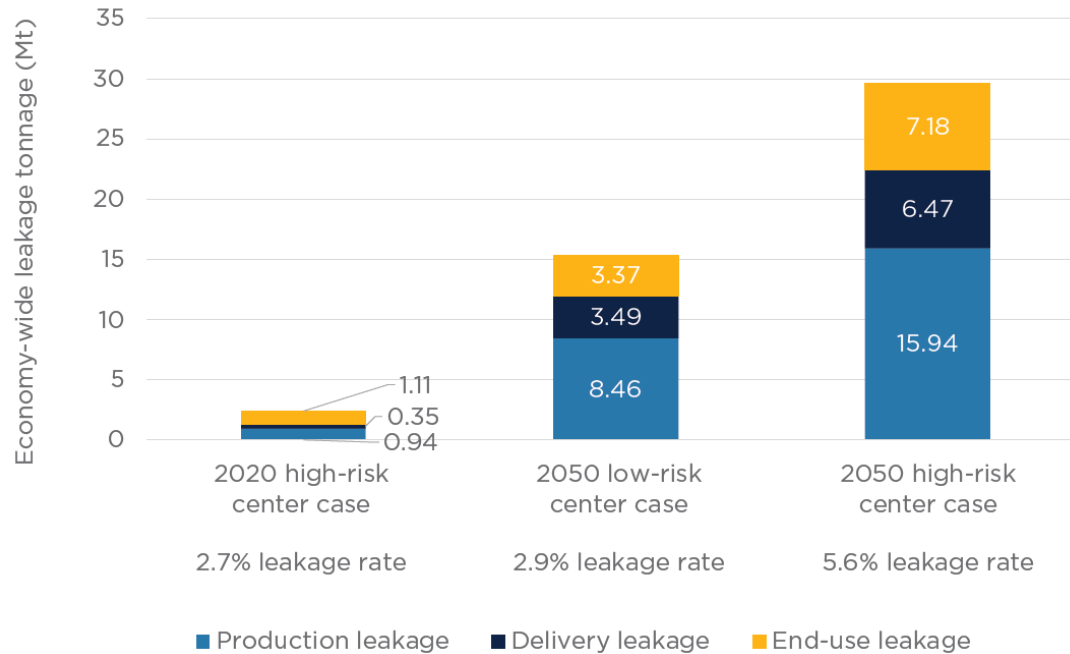
b. Global hydrogen flow in 2050 (IEA Net Zero Scenario)



Szacowane straty wzdłuż łańcucha dostaw: ~1-5% dostarczonego wodoru



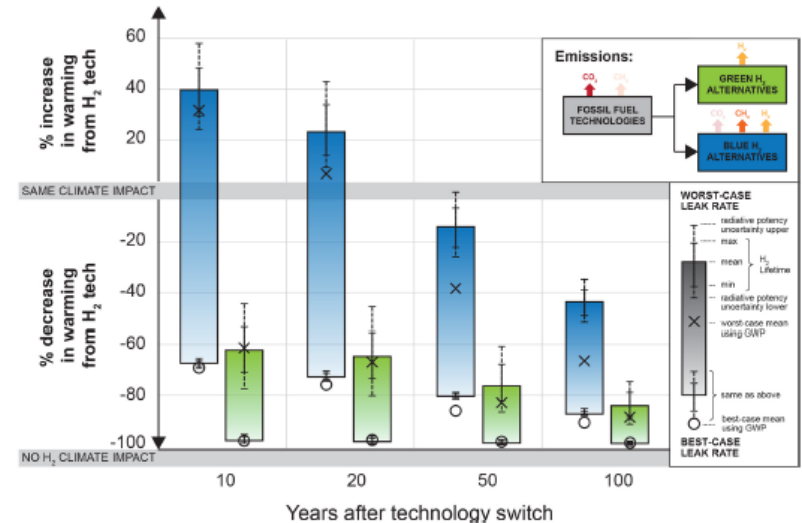
Straty w 2050 roku mogą wynieść ~3-6%



Emisje wodoru a gospodarka wodorowa

- przejście z paliw kopalnych na „niebieski” wodór może doprowadzić do 40% wzrostu ocieplenia w ciągu pierwszych 10 lat
- odnawialny wodór gwarantowałoby korzyści klimatyczne od samego początku, przy redukcji z 60% do ponad 95%
- redukcja o 100% (tj. „brak wpływu H₂ na klimat”) nie byłaby możliwa, chyba że cały wodór był odnawialny i nie było strat
- kwestie bezpieczeństwa

Replacing fossil fuel tech with hydrogen alternatives:
Cumulative radiative forcing ratio over time
from constant annual emissions after deployment





Queen Mary

University of London

Science and Engineering

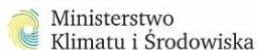
Zastępowanie metanu wodorem, czyli infrastruktura H₂-ready (mierzenie)

Monitorowanie emisji wodoru

- wycieki wodoru są monitorowane głównie ze względów bezpieczeństwa (H₂ ma x7 większy zakres palności niż metan)
- w przeciwieństwie do metanu, optyczne wykrywanie wodoru jest trudne
- czujniki/detektory gazu są najpowszechniejszą strategią wykrywania i mierzenia wycieków wodoru
- techniki instrumentalne: chromatografia gazowa i spektrometria mas

Measuring principle	Used in one or more MARCOGAZ companies
Open Path Raman Scattering	x
Distributed Optical Fibre	x
Ultrasonic	x
Imaging	x
Networked Spot Sensors	x
Ultraviolet (UV) absorption spectroscopy	x
Electrochemical detector	x

Wycieki wodoru w nowych strategiach i regulacjach



Załącznik do uchwały nr 149 Rady Ministrów
z dnia 2 listopada 2021 r. (poz. 1138)

POLSKA STRATEGIA WODOROWA
DO ROKU 2030
Z PERSPEKTYWĄ DO ROKU 2040

Warszawa, październik 2021 r.



Bruksela, dnia 15.12.2021 r.
COM(2021) 803 final

2021/0425 (COD)

Wniosek

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY

w sprawie wspólnych zasad rynków wewnętrznych gazów odnawialnych i gazu ziemnego oraz wodoru

(SEC(2021) 431 final) - (SWD(2021) 455 final) - (SWD(2021) 456 final) -
(SWD(2021) 457 final) - (SWD(2021) 458 final)

↓ nowy

Rozdział VII

Zasady mające zastosowanie do wyspecjalizowanych sieci wodorowych

Artykuł 46

Zadania operatorów sieci wodorowej, instalacji magazynowania wodoru i terminali wodorowych

1. Każdy operator sieci, magazynów lub terminali wodorowych jest odpowiedzialny za:
 - g) **przedsięwzięcie** wszelkich dostępnych rozsądnych środków w celu **zapobiegania** emisjom wodoru i ich minimalizacji w swojej działalności oraz wykonywanie w **regularnych kontroli wykrywania nieszczelności** i badań dotyczących napraw wszystkich istotnych komponentów wchodzących w zakres odpowiedzialności operatora;
 - h) **przekazywanie** właściwym organom **sprawozdania z kontroli wykrywania nieszczelności** i, w razie potrzeby, **programu napraw lub wymiany komponentów**.

Wnioski:

- Infrastruktura gazowa przyszłości będzie **bardziej zróżnicowana**, co oznacza nowe wyzwania dla ochrony środowiska i klimatu.
- **Wycieki metanu i wodoru** znacznie redukują korzyści związane z przechodzeniem od bardziej emisyjnych do mniej emisyjnych źródeł energii, stanowiąc pośrednie ryzyko dla gospodarki wodorowej.
- Emisje te mogą zostać znacznie ograniczone **na etapie projektowania** nowych instalacji oraz poprzez **zmianę obowiązujących praktyk operacyjnych** np. LDAR.
- W obu przypadkach ważny jest dalszy rozwój technologii do **wykrywania i mierzenia emisji** metanu i wodoru oraz ich wdrażanie **na większą skalę**.

Bibliografia

- [1] N. Warwick, P. Griffiths, A. Archibald, J. Pyle, and S. Keith, 'Atmospheric implications of increased hydrogen use', Apr. 2022.
- [2] F. Schreiner, M. Riemer, and J. Wachsmuth, 'Conversion of LNG Terminals for Liquid Hydrogen or Ammonia'.
- [3] Z. Fan et al., 'HYDROGEN LEAKAGE: A POTENTIAL RISK FOR THE HYDROGEN ECONOMY'.
- [4] A. Arrigoni and L. Bravo Diaz, 'Hydrogen emissions from a hydrogen economy and their potential global warming impact: summary report of the Clean Hydrogen Joint Undertaking expert workshop on the Environmental Impacts of Hydrogen.', European Commission. Joint Research Centre., Luxembourg, EUR 31188 EN, 2022. Accessed: Jan. 16, 2023. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/065589>
- [5] UNEP, 'An Eye on Methane: International Methane Emissions Observatory 2022 Report', UNEP - UN Environment Programme, Oct. 30, 2022. <http://www.unep.org/resources/report/eye-methane-international-methane-emissions-observatory-2022-report> (accessed Jan. 12, 2023).
- [6] I. B. Ocko and S. P. Hamburg, 'Climate consequences of hydrogen emissions', Atmospheric Chemistry and Physics, vol. 22, no. 14, pp. 9349–9368, Jul. 2022, doi: 10.5194/acp-22-9349-2022.
- [7] L. Duan and K. Caldeira, 'Comment on "Climate consequences of hydrogen emissions" by Ocko and Hamburg (2022)', Gases/Atmospheric Modelling/Troposphere/Physics (physical properties and processes), preprint, Dec. 2022. doi: 10.5194/acp-2022-810.



Queen Mary

University of London

Science and Engineering

m.olczak@qmul.ac.uk

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/maria-olczak-35232686/>

Twitter: https://twitter.com/mar_olczak



Queen Mary
University of London

Science and Engineering