



Seminarium internetowe
„Metan – paliwo odnawialne”

Projekt demonstracyjny Power to Gas

Prof. dr hab. inż. Andrzej J. Osiadacz
Politechnika Warszawska

Warszawa, 9 grudnia 2020 r.

Jednym z obiecujących kierunków ograniczania globalnych zmian klimatu jest przejście na gospodarkę wodorową. W procesie wysokotemperaturowej elektrolizy wody wytwarzany jest czysty tlen i czysty gazowy wodór.

Wykorzystanie wodoru jako nośnika energii pozwala uzyskiwać duże ilości energii praktycznie bez zanieczyszczeń.

Obecnie możliwe są następujące ścieżki technologiczne energetycznego wykorzystania wodoru:

- energia elektryczna –energia elektryczna (Power to Power),
- energia elektryczna –gaz (mieszanka $H_2 + CH_4$),
- energia elektryczna – gaz (metanizacja),
- energia elektryczna – gaz (paliwo wodorowe).

Wszystkie wymienione technologie mogą znaleźć uzasadnienie ekonomiczne wtedy, gdy do produkcji wodoru wykorzystamy nadmiarową produkcję elektryczności ze źródeł odnawialnych.

W Japonii zbudowano pilotażową instalację produkującą wodór, który jest generowany z nadwyżek energii elektrycznej produkowanej przez elektrownię wiatrową, która znajduje się w Yokohamie. Wodór zasila lokalną infrastrukturę. Wodór jest transportowany ciężarówkami m.in. do pobliskich fabryk. Wodorem produkowanym w instalacji w Yokohamie jest tankowana m.in. produkowana w Japonii wodorowa Toyotę Mirai. Mechanizm napędowy Toyoty Mirai bazuje na reakcji wodoru z tlenem, podczas której powstaje energia napędzająca silnik elektryczny. Toyota ocenia, że po zatankowaniu zbiorników z wodorem do pełna Mirai może przejechać ok. 650-700 km.

W Falkenhagen – w Brandenburgii została uruchomiona przed kilku laty pierwsza instalacja w skali półtechnicznej do magazynowania energii z wiatru w sieci gazowej. Instalacja magazynuje energię elektryczną wytwarzaną przez turbiny wiatrowe. Około 360 m³/h wodoru jest wytwarzane za pomocą elektrolizera i przesyłane rurociągiem o długości 1,6 km do sieci gazowej.



Fot. 1. Instalacja elektrolizerów w Falkenhagen, Niemcy (źr. E.ON)

Kierunki doskonalenia technologii elektrolizerów (na podstawie: Technology 2015)

Urządzenie	Zakres prac	Przedział czasowy
Elektrolizery. Zagadnienia ogólne	Optymalizacja technologii z naciskiem na redukcję kosztów. Kluczowe obszary rozwoju obejmują zwiększoną elastyczność eksploatacyjną poprzez poprawę szybkości uruchomienia oraz zmniejszenie zużycia energii na biegu luzem.	2020–2030
Elektrolizery polimerowe	Redukcja kosztów do 800 USD za kW poprzez optymalizację produkcji membran polimerowych, bardziej odpornych i o obniżonej zawartości katalizatora. Zwiększenie sprawności do ponad 80% (HHV). Zwiększenie żywotności do co najmniej 50 000 godzin. Zwiększenie mocy stosu do kilku MW. Zwiększenie całkowitej mocy instalacji energetycznej do skali 100 MW. Zwiększenie szybkości rozruchu w celu dostosowania się do wymogów rynku energii elektrycznej, regulacji pierwotnej.	2025–2030
Elektrolizery alkaliczne	Zmniejszenie nakładów inwestycyjnych do poziomu poniżej 900 USD za kW. Zwiększenie sprawności do ponad 75% (HHV). Zwiększenie gęstości prądu dzięki wyższej temperaturze i ciśnieniu roboczym. Zmniejszenie kosztów eksploatacji i konserwacji. Zwiększenie elastyczności operacyjnej poprzez obniżenie minimalnego obciążenia. Zwiększenie ciśnienia roboczego, aby zminimalizować konieczność sprężania wodoru.	2025–2030
Elektrolizery tlenkowe	Doprowadzenie do wdrożeń na skalę przemysłową. Zwiększenie żywotności do co najmniej 20 000 godzin przy dynamice degradacji poniżej 8% rocznie. Osiągnięcie minimalnego poziomu elastyczności operacyjnej odpowiadającej wymaganiom rynku energii.	2025–2030

Należy podkreślić, iż zatłaczanie wodoru do sieci niesie ze sobą szereg pytań związanych z analizą wrażliwości poszczególnych elementów systemu na podwyższone stężenia wodoru w mieszaninie z gazem ziemnym. Generalnie, dopuszczalna ilość wodoru w sieci gazowej, powinna być określana indywidualnie, w oparciu lokalizację (strukturę sieci), skład gazu ziemnego, strumień gazu, wyposażenie w urządzenia gazowe odbiorców gazu. Jednakże, poszczególne kraje, starają się uogólnić wytyczne w tym zakresie. Na przykład dopuszczalna wartość stężenia wodoru w gazie ziemnym w sieci przesyłowej gazu ziemnego w Holandii wynosi 2% (obj.), natomiast analogiczna wartość podana w standardzie technicznym DVGW G 262 dla rynku niemieckiego wynosi 5%.

Badania wykonane w Niemczech wykazały, że na przykład, w odniesieniu do procesów związanych z transportem gazu, zawartości wodoru w mieszaninie z gazem ziemnym uważane jako „niekrytyczne” zmieniały się od 50% dla materiału rurociągu, poprzez 20% w odniesieniu do pracy sprężarki, do 10% w odniesieniu do pracy turbiny gazowej.

Oprócz turbin gazowych, elementami w których podwyższony udział wodoru w mieszaninie z gazem ziemnym niesie dodatkowe ryzyko są: pojazdy CNG (problemy eksploatacyjne silnika i stalowych zbiorników na CNG), podziemne magazyny gazu (szczególnie w warstwach wodonośnych, ze względu na potencjalne oddziaływanie wodoru na strukturę geologiczną), a także urządzenia pomiarowe.

Prowadzone badania

- Badania metrologiczne przepływomierzy do gazu:
- w warunkach pomiaru mieszaniny gazu ziemnego z wodorem przy założeniu różnych udziałów procentowych wodoru,
 - badania przepływomierzy zwężkowych, rotorowych, turbinowych, ultradźwiękowych i termicznych.

Badania

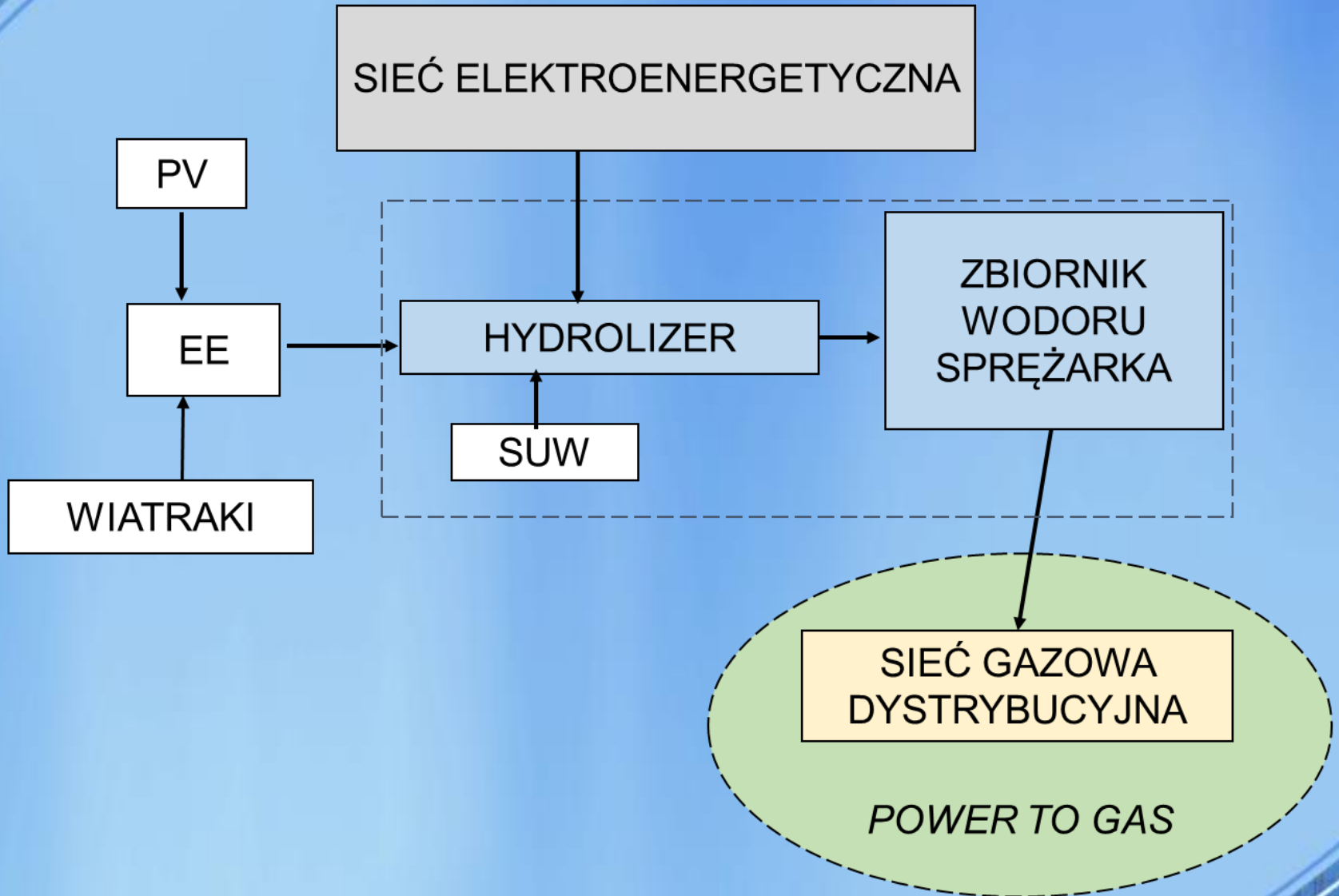
Badania bloku elektrolizera w aspekcie współpracy z OZE i możliwości wykorzystania ciepła odpadowego:

- sformułowanie modeli matematycznych generatora fotowoltaicznego i elektrolizera oraz symulacja procesów konwersji energii z wykorzystaniem elektrolizy przy różnym natężeniu promieniowania słonecznego
- opracowany model pozwoli na prognozowanie wolumenu produkcji wodoru w zależności od warunków pogodowych.

Badania wpływu podwyższonego stężenia wodoru na proces redukcji ciśnienia mieszaniny gaz ziemny – wodór:

- określenie wpływu udziału wodoru w gazie ziemnym na spadek temperatury i pojemność cieplną gazu w procesie redukcji ciśnienia i wiążące się z nim zapotrzebowanie na strumień ciepła do podgrzewania gazu.

Koncepcja



Odnawialne źródła energii



Główne cele badań

Badanie parametrów eksploatacyjnych sprawności i poprawności działania odbiorników gazu w warunkach zasilania mieszaniną gaz ziemny – wodór:

- silnik gazowy – przydomowy generator prądu (badania sprawności generatora prądu dla określonych mieszanin gaz ziemny – wodór, dla różnych punktów pracy)
- kuchenka gazowa (badania temperatury płomienia w celu określenia jakości spalania)
- kocioł gazowy kondensacyjny(badania bilansowe kotła w celu określenia sprawności dla różnych wartości mocy chwilowych).

Opracowanie algorytmu obliczeń symulacyjnych sieci gazowej pozwalającego na śledzenie składu gazu i jego kaloryczności warunkach zróżnicowanych źródeł gazu w sieci:

- sformułowanie modelu matematycznego przepływu gazu o zmiennym składzie, w rurociągu i reguł mieszania w węzłach sieci
- wybór równania stanu dla mieszaniny gaz ziemny-wodór.



**Dziękuję za uwagę,
zapraszam do dyskusji...**

Prof. dr hab. inż. Andrzej J. Osiadacz
Politechnika Warszawska