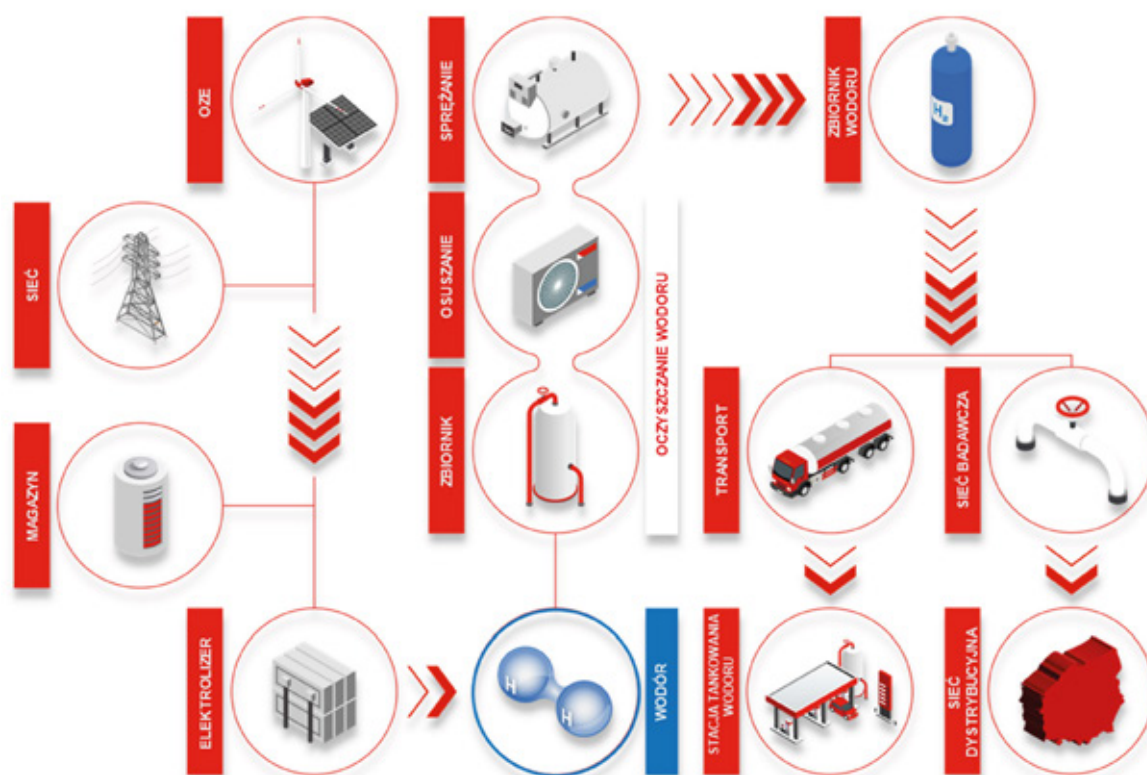


Instalacja badawczo-testowa projektu InGrid Power to Gas zbudowana przez Grupę ORLEN

Tomasz Jarnicki, Robert Kwiatkowski^{*}

Transformacja energetyczna wymusza od uczestników rynku konieczność zaplanowania i przygotowania się do nowych wymagań, zasad, a przede wszystkim przedmiotu działalności. W przypadku sektora gazowego oznacza to posługiwanie się nie tylko gazem ziemnym, ale również innymi zdekarbonizowanymi gazami, a także prowadzenie działalności na coraz bardziej zdecentralizowanym rynku. Projekt InGrid Power to Gas jest przedsięwzięciem badawczo-rozwojowym, który kompleksowo odpowiada na wyzwania zidentyfikowane przez Grupę ORLEN.



Rys. 1 Schemat instalacji „InGrid” Power to Gas

Transformacja w stronę niskoemisyjnej i bezemisyjnej gospodarki wywołuje liczne zmiany w energetyce. Dla każdej z branż i sektorów można wskazać charakterystyczne indywidualne wyzwania. Kolejnym poziomem uszczegółowienia wyzwań jest perspektywa konkretnych przedsiębiorstw, których priorytety uzależnione są od dotychczasowej pozycji rynkowej oraz strategii dalszego rozwoju i aktywności.

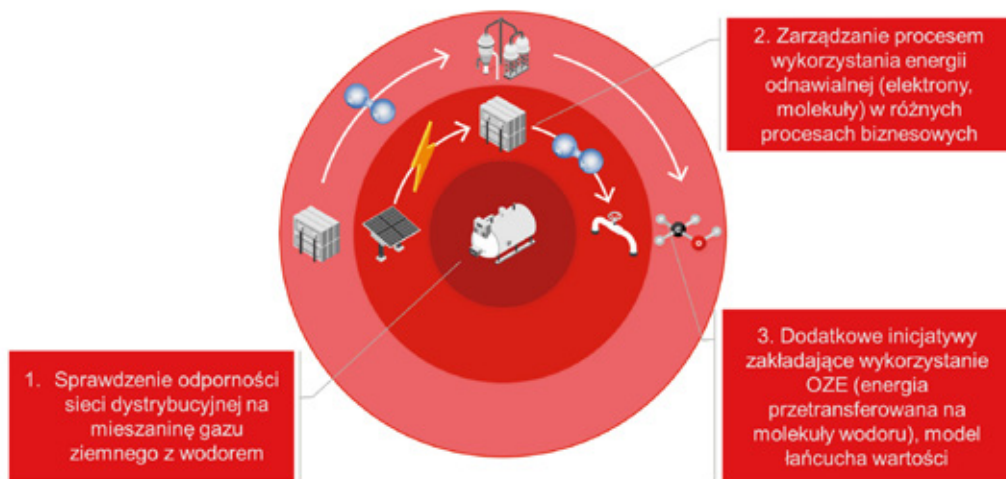
InGrid Power to Gas zostało zainicjowane w Grupie PGNiG i kontynuowane jest obecnie w multienergetycznym koncernie ORLEN.

Procesowi identyfikacji wyzwań można przyjrzeć się w podziale na dwa wątki: związany z rynkiem i związany z Grupą Kapitałową.

Identyfikacja głównych wyzwań

Perspektywa rynkowa to przede wszystkim zmiana tzw. miksu energetycznego: rosnący udział źródeł odnawialnych wypierających źródła energii oparte na surowcach kopalnych, w tym gaz ziemny. Bez względu

^{*} Tomasz Jarnicki, Dyrektor Biura Rozwoju i Wdrożeń Technologii Gazowych, Obszar Strategii i Innowacji oraz Relacji Inwestorskich ORLEN SA; Robert Kwiatkowski, Zastępca Dyrektora Departamentu Rozwoju, Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o.



na szybkość zmian – co do której można znaleźć wiele prognoz – ich kierunek jest jednoznaczny, a docelowy mikś składa się przede wszystkim ze źródeł odnawialnych z możliwym – i w warunkach polskich planowanym – udziałem energii jądrowej. W takiej sytuacji pierwszym wyzwaniem jest dostarczenie odpowiedniej ilości energii w okresach zapotrzebowania, które co do zasady nie są zgodne z profilem produkcji odnawialnych źródeł energii (OZE). Drugim wyzwaniem jest posługiwanie się nie tylko energią elektryczną, wychodzącą z generatorów źródeł odnawialnych, ale również pochodną, czyli wodorem. Elementem perspektywy rynkowej jest też zmiana modelu rynku ze scentralizowanego i zasadniczo oddzielnego dla gazu, energii elektrycznej i paliw płynnych, na zdecentralizowany z konwergencją pomiędzy poszczególnymi nośnikami energii. Powyższe elementy perspektywy rynkowej zostały zidentyfikowane jako główne, chociaż oczywiście nie są jedynymi.

Perspektywa Grupy Kapitałowej ORLEN oznacza natomiast przede wszystkim: posiadane aktywa gazowe, w szczególności jedyną w Europie tak dużą sieć dystrybucyjną (o całkowitej długości ponad 210 tys. km) zarządzaną przez jednego operatora dystrybucyjnego (Polską Spółkę Gazownictwa sp. z o.o.), jak również pozycję największego dostawcy energii (gazowej, ale również elektrycznej, ciepłej i paliw płynnych) do klientów indywidualnych i przemysłowych, którzy stoją przed perspektywą zmiany mediów energetycznych, które stanowią podstawę sprzedawanych produktów i usług, a także działalność w przemyśle petrochemicznym i chemicznym, w których szczególne miejsce gazu ziemnego oznacza zarówno źródło (nośnik) energii, jak i surowiec wykorzystywany w produkcji.

Założeniem widocznym w obszarach: regulacji, ekonomiki i prognoz dotyczących rozwoju technologii, jest to, iż wodór określany jako zielony, czyli pochodzący z odnawialnych źródeł energii, będzie kluczowym medium energetycznym, które ma pozwolić zarówno na dostarczanie, jak i magazynowanie energii. Jednocześnie przyjmuje się, że immanentnym zjawiskiem zarządzania energią będzie konwersja medium energetycznego – w przypadku wodoru głównie, choć niejedynie, elektroliza (energia elektryczna do wodoru – tzw. elektron do molekuly) oraz generacja (wodór do energii elektrycznej – tzw. molekula do elektronu).

Wskazane powyżej dwie perspektywy oraz przyjęcie wodoru jako głównego nowego medium energetycznego, są bazą do identyfikacji konkretnych wyzwań, ryzyk i szans w prowadzonej działalności operacyjnej. Mają one różną naturę i znaczenie, w związku z tym, aby uporządkować je i wprowadzić odpowiednią priorytetyzację, na potrzeby przedsięwzięć badawczo-rozwojowych podzielono je na trzy grupy, nazwane roboczo warstwami.

Pierwsza warstwa obejmuje kwestie możliwości posługiwania się wodorem przy użyciu istniejącej dystrybucyjnej infrastruktury gazowej oraz odbiorników końcowych. W tej warstwie podstawową kwestią jest odporność wszystkich elementów infrastruktury i odbiorników. Założeniem jest, że nie będzie to możliwe w przypadku czystego wodoru (100

proc. wodoru w sieci), ale jest możliwe w przypadku mieszania (blendy) gazu ziemnego z wodorem. W tym miejscu należy wskazać dwa ważne założenia:

- ilość zielonego wodoru będzie rosła, ale jeszcze przez długi czas będzie go zbyt mało, aby pozwolić na „przeistawienie” na zielony wodór. Jednocześnie stratą byłoby niewykorzystanie dostępnego zielonego wodoru do generalnej redukcji emisji (procesy wykorzystujące obecnie energię z paliw kopalnych),
- sieci gazowe są najlepszym i najtańszym sposobem do-

starczenia gazu dla odbiorców przemysłowych i dużej liczby klientów indywidualnych.

Druga warstwa dotyczy posługiwania się zielonym wodorem jako medium energetycznym. Tak zwany łańcuch wartości – od produkcji poprzez dostarczanie, magazynowanie, aż do użycia (wykorzystania) – jest odpowiednikiem konwencjonalnej generacji energii elektrycznej i wydobycia, dostarczenia i użycia gazu ziemnego. Jednak ze względu na specyfikę źródeł odnawialnych i kolejne elementy procesu, zarówno technologicznie, jak i z punktu widzenia zarządzania, jest to inny proces, którego zawodowe wykonywanie wymaga nowych umiejętności i kompetencji. W tym kontekście kluczowe jest, aby znać warunki, wymagania i ograniczenia posługiwania się energią odnawialną z wodorem jako jej kluczowym nośnikiem.

Trzecia warstwa obejmuje posługiwanie się wodorem jako surowcem (tzw. feedstocks) do wytwarzania innych produktów oraz tzw. pochodnych. W tej warstwie kluczowe jest przygotowanie do stymulowania popytu na zielony wodór poprzez włączenie go w cykl wytwórczy takich produktów jak metanol lub amoniak. Podobnie jak w warstwie drugiej, nowość nie polega na użyciu wodoru jako takiego, ale na wykorzystaniu w sparametryzowanym procesie zielonego wodoru – co samo w sobie stawia nowe wymagania i jest nową kompetencją potrzebną przy zawodowej produkcji wymienianych produktów.

Wszystkie wyzwania, opisane w podziale na trzy warstwy, dla zabezpieczenia działalności operacyjnej powinny być zweryfikowane i przetestowane, a nowe kompetencje w firmie wykształcone. Takie podejście spowodowało zainicjowanie i przeprowadzenie projektu InGrid Power to Gas. W efekcie, w należącej do ORLEN – Oddziale PGNiG w Odolanowie, została zbudowana jedyna tej skali w Polsce i jedna z niewielu w Europie instalacja badawczo-testowo-eksperymentalna do przetwarzania energii elektrycznej produkowanej ze źródeł odnawialnych w paliwa gazowe takie jak wodór.

W założeniach realizacji projektu była przede wszystkim odpowiedź na wyzwania pierwszej i drugiej warstwy, dlatego zarówno w konstrukcji instalacji, jak i planie pracy na niej (tzw. agendzie badawczej), są one realizowane w pierwszej kolejności. Wyzwania warstwy trzeciej mają być realizowane w drugiej kolejności – zaplanowane i przygotowane w kontekście możliwości realizacji, ale jeszcze nieuruchomione.

Elementy instalacji InGrid Power to Gas i prace zaplanowane w projekcie

Zgodnie z powyżej opisanym podejściem w skład instalacji wchodzi wszystkie elementy łańcucha wartości produkcji i dostarczania zielonego wodoru oraz mieszania z gazem ziemnym i dostarczania do odbiorców końcowych, takie jak:

- generacja energii elektrycznej:
 - instalacja fotowoltaiczna – generująca energię w warunkach rzeczywistych (nastonecznienie),
 - podłączenie do sieci elektroenergetycznej – dające możliwość zasilania w dowolnym profilu – daje możliwość symulacji innych niż rzeczywiste z PV profilu zasilania,



Rys. 2 Farma PV – 0,5 MWp

- magazynowanie energii:
 - magazyn bateryjny w technologii Li-Ion – możliwość zmiany profilu (generacji PV) zasilania pozostając jednak w bilansie energii odnawialnej (bez zasilania z sieci),
 - magazyn wodoru – zmiana profilu dostarczania wodoru w stosunku do produkcji elektrolizera,



Rys. 3 Magazyn energii 180 kW/400 kWh

Rys. 4 Magazyn sprężonego wodoru >50kg

- elektrolizer – produkcja wodoru na poziomie 30 Nm³/h w technologii PEM – dostarczanie wodoru do instalacji,
- wyspowa sieć dystrybucyjna – instalacja pozwalająca na testowanie elementów sieci gazowej (rury, gazomierze, armatura, szczelność połączeń itd.) pracującej na średnim i niskim ciśnieniu poprzez zabudowę elementów rzeczywistej sieci w przeznaczonych do tego miejscach i odcinkach –



Rys. 5 Wyspowa sieć dystrybucyjna

pozwole to na eksperymentalne zweryfikowanie odporności na pracę z mieszkanką gazową w różnych stężeniach, co będzie podstawą do wskazania bezpiecznych poziomów udziału wodoru w dystrybucyjnych sieciach gazowych w Polsce,

- odbiorniki gazu – zestaw urządzeń wykorzystujących (dotychczas) gaz ziemny – zapewni możliwość zbadania i potwierdzenia ilości wodoru w gazie ziemnym, jakich dostarczenie umożliwi bezpieczną i niezakłóconą pracę odbiorników, a jednocześnie pozwoli zweryfikować, jaka jest rzeczywista zmiana trybu pracy urządzeń po dostarczeniu blendy gazu ziemnego z wodorem.

Cała instalacja została zaprojektowana w taki sposób, aby móc realizować różne scenariusze operacyjne. Mają one odzwierciedlać różne priorytety biznesowe np. produkcja tylko wodoru odpowiadającego wymaganiom dla wodoru RFNBO lub maksymalizacja użycia elektrolizera (najbardziej kosztownego inwestycyjnie elementu technologicznego) czy też ograniczenie do pracy szczytowej w zakresie zapewnienia energii (w wodorze). Z tego powodu instalacja nie jest wyskalowana dla jednego konkretnego sposobu użycia (jak w przypadku projektów inwestycyjnych), a większość elementów ma skalę około 0,5 MW. Ten sam był powód, dla którego w instalacji są różne elementy, niektóre redundantne (lub potencjalnie redundantne), jak np. magazyn bateryjny i magazyn wodoru.

W opisanym powyżej podejściu do realizacji projektu prace zaplanowane na instalacji można podzielić na dwa wątki odpowiadające dwóm warstwom wyzwań:

- badające odporność i bezpieczeństwo pracy infrastruktury i urządzeń z mieszkankami gazowo-wodorowymi,
- określające optymalne dla danego celu biznesowego sposoby i reżimy produkcji zielonego wodoru.

W każdym z wątków badania, testy i eksperymenty będą realizowane z użyciem różnych mieszanek o różnym udziale ilościowym wodoru. Zakładane jest zrealizowanie zakresu od 1 do około 25 proc. udziału wolumetrycznego wodoru w mieszance. Poszczególne testy będą prowadzone na przygotowanej mieszance o zadanej ilości wodoru. Oczekiwane jest potwierdzenie bezpieczeństwa i poprawnego działania wszystkich elementów dla niskich stężeń wodoru (do około 5 proc.) oraz oznaczanie granic poprawności działania dla wyższych stężeń. Zagadnienie, mimo że teoretycznie dość dobrze opracowane, nie zostało nigdy spójnie wykonane na polskiej sieci gazowej. To powoduje, że zagwarantowanie bezpieczeństwa i poprawności posługiwania się wodorem bazowałoby na referencji do badań z innych krajów – których infrastruktura z punktu widzenia używanych materiałów, konstrukcji i urządzeń nie jest taka sama, jak w Polsce, albo założeniach teoretycznych – które, co do zasady, nie powinny być podstawowym sposobem weryfikacji w sytuacji skali ekspozycji sieci gazowej i odbiorników na wodór (z jaką możemy się spotkać). Założeniem projektowym jest, że wysokie poziomy ilości wodoru (powyżej 15 proc. do około 25 proc.) będą powodowały występowanie kolejnych błędów w funkcjonowaniu lub identyfikowany brak odporności poszczególnych elementów instalacji. W ten sposób oznaczone będą dopuszczalne ilości wodoru w mieszance. Jeśli w zakresie testowanym w projekcie nie zidentyfikuje się braku odporności lub nieprawidłowości działania konkretnego elementu, jego odporność zostanie oznaczona na poziomie maksymalnej użytej ilości wodoru. Opisany schemat podejścia do tej części badań zakłada wykonanie serii testów, ponieważ np. samych materiałów, z jakich wykonywane były spotykane obecnie w sieciach elementy rurowe, jest kilkanaście. Zakładana jest elastyczność w planie badań, pozwalająca na reagowanie i dostosowanie testów do wyników osiągniętych w trakcie realizacji prac.

Jednym z ważnych założeń projektowych, które należy w tym miejscu przywołać, jest to mówiące o tym, że jeśli na rynku znajdzie się ilość zielonego wodoru pozwalająca na mieszanie go w udziale większym niż 20 proc. (w mieszance z gazem ziemnym), to wodór będzie miał już dedykowaną infrastrukturę, doliny wodorowe i inne modele, pozwalające na wytwarzanie, magazynowanie i dostarczanie wodoru do miejsc użycia, wykształcone na tyle, że nie będzie potrzeby mieszania wodoru w obecnych sieciach gazowych. Gospodarka wodorowa rozwinięta będzie do poziomu, który coraz mniej, marginalnie, a potencjalnie wcale, nie będzie potrzebował wy-

korzystania obecnej infrastruktury gazowej. Dodatkowo sieci gazowe będą już zmodernizowane do takiego poziomu, który pozwoli, jeśli zajdzie taka potrzeba, na dalsze zwiększanie poziomu wykorzystania wodoru.

Potencjał instalacji i możliwość jej wykorzystania w pracach B+R

Ważną i unikalną cechą instalacji jest jej w dużej mierze modułowa budowa. Oznacza to, że wiele z elementów samej instalacji można wymienić, wpinając w proces technologie, które chcielibyśmy zbadać i przetestować zarówno po to, aby potwierdzić jej parametry i możliwości, jak również, aby opracować czy poprawić. W ten sposób InGrid może być potraktowany jako rodzaj poligonu doświadczalnego (często określanego jako sand box – piaskownica) np. dla innego niż fotowoltaiczny sposobu zasilania w energię elektryczną, innej niż PEM technologii elektrolizera, innej niż Li-Ion technologii magazynowania energii elektrycznej oraz innej niż sprężona technologii magazynowania wodoru. Możliwość jest znacznie więcej, a potencjał jaki w tym kontekście stanowi projekt InGrid Power to Gas jest już zaplanowany do wykorzystania dla dwóch innych projektów:

- testów nowej technologii sensora wodoru (niskotemperaturowego i odpornego na atmosferę metanu) rozwijanego przez ORLEN w konsorcjum z partnerami naukowymi z Polski, Szwecji i Hiszpanii,
- testów nowych modułów inteligentnych liczników gazowych, które na polski rynek stara się wprowadzić jeden z globalnych producentów elektroniki.

Atutem instalacji InGrid jest fakt, że każda z potencjalnie umieszczonych tam technologii ma nie tylko możliwość pracy w całym, opisanym wcześniej, łańcuchu wartości, ale dodatkowo może być porównana z innymi rozwiązaniami, których sprawdzenie zostało dokonane w takich samych warunkach.

InGrid stanowi więc nie tylko własne, dla Grupy Kapitałowej ORLEN, pole doświadczalne łączące rozwój technologii dokonywany w laboratoriach z finalnymi, przemysłowymi skalami i zastosowaniami, ale posiada również potencjał dla innych uczestników rynku zarówno z sektora firm, jak i świata nauki.

Perspektywa instalacji InGrid Power to Gas

Opisana powyżej realizacja i pierwszy etap prac, w ramach projektu InGrid Power to Gas, ma również przewidzianą kontynuację, odpowiadającą trzeciej warstwie wyzwania. W związku z tym, że są to na razie plany opcjonalne, ich dokładniejszy opis będzie możliwy po podjęciu kluczowych decyzji zarządczych. Można natomiast zasignalizować, że dot. one rozbudowy instalacji i umożliwienia testów przy wytwarzaniu pochodnych zielonego wodoru w postaci:

- metanolu – może wykorzystać lokalizację, w której dostępny jest wysokiej jakości, separowany w procesie kriogenicznym dwutlenek węgla w ilości szacunkowo do 8 tys. ton rocznie,
- amoniaku – pozwala zastosować szacunkowo do 240 tys. ton rocznie azotu, również wysokiej jakości, pochodzącego z procesów kriogenicznego odazotowania gazu ziemnego zaazotowanego.

Temu potencjałowi towarzyszy również możliwość zwiększenia lokalnych mocy źródeł odnawialnych, co w całości stanowi unikalną wartość zarówno w zakresie innowacyjnych przedsięwzięć badawczo-rozwojowych, jak i uruchomienia skali przemysłowej.

