

Wpływ rozwoju OZE na wielkoskalowe magazynowanie energii w strukturach solnych

Streszczenie

Plany Unii Europejskiej zawarte m.in. tzw. Nowym Pakiecie Gazowym zakładają szerokie spectrum działań na rzecz zmiany gospodarki w perspektywie do 2050 roku na niskoemisyjną. Główną rolę w dekarbonizacji poszczególnych jej sektorów m.in.: transportu, ciepłownictwa czy przemysłu mają odegrać Odnawialne Źródła Energii (OZE), a także tzw. zielony wodór wytwarzany z energii z OZE. Jednym z kluczowych wyzwań rozwoju gospodarki wodorowej obok zagwarantowania odpowiednich wolumenów energii elektrycznej pochodzącej z OZE dla produkcji niskoemisyjnego wodoru będzie zapewnienie odpowiednich technologii magazynowania wodoru. W ciągu ostatnich lat obserwuje się dynamiczny przyrost nowych mocy w OZE w Polsce, co przekłada się na wzrost produkcji energii elektrycznej z tych źródeł. Prognozowany dalszy rozwój wykorzystania OZE, w szczególności budowa mocy wiatrowych off-shore na Morzu Bałtyckim, czy fotowoltaiki, tylko wzmocnią potrzebę magazynowania energii w skali całego systemu. Ocenia się, że średnio- i długoterminowe magazynowanie będzie wymagało rozwoju technologii wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej. Jedną z najbardziej obiecujących metod wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej jest jej przechowywanie w postaci sprężonego wodoru w strukturach geologicznych. Podziemne magazynowanie nośników energii w strukturach geologicznych jest praktykowane na dużą skalę od dziesięcioleci. Polska w tym obszarze ma bogate doświadczenia – pierwszy PMG w Europie powstał w 1954 r. w Polsce – PMG Rostoki, był to magazyn w szczypanym złożu gazu ziemnego

Podział technologii magazynowania wodoru



Wybór metody magazynowania wodoru zależy od wymagań mobilnych, stacjonarnych, stabilności stosowanych materiałów, ilości magazynowanego wodoru, a także aspektów bezpieczeństwa. Magazynowanie wodoru może odbywać się zarówno w zbiornikach naziemnych, jak i magazynach. Gdy technologie wodorowe zaczną być wdrażane na szeroką skalę i liczba odbiorców znacznie wzrastać może się okazać, że konieczne będzie przechowywanie wodoru w dużych naziemnych zbiornikach buforowych. Jednakże za najbardziej optymalne rozwiązanie ze strony ekonomicznej, jak również pod względem specyficznych właściwości wodoru uznaje się magazynowanie wodoru w podziemnych magazynach, jakim są kawerny solne.

Magazynowanie wodoru w strukturach geologicznych

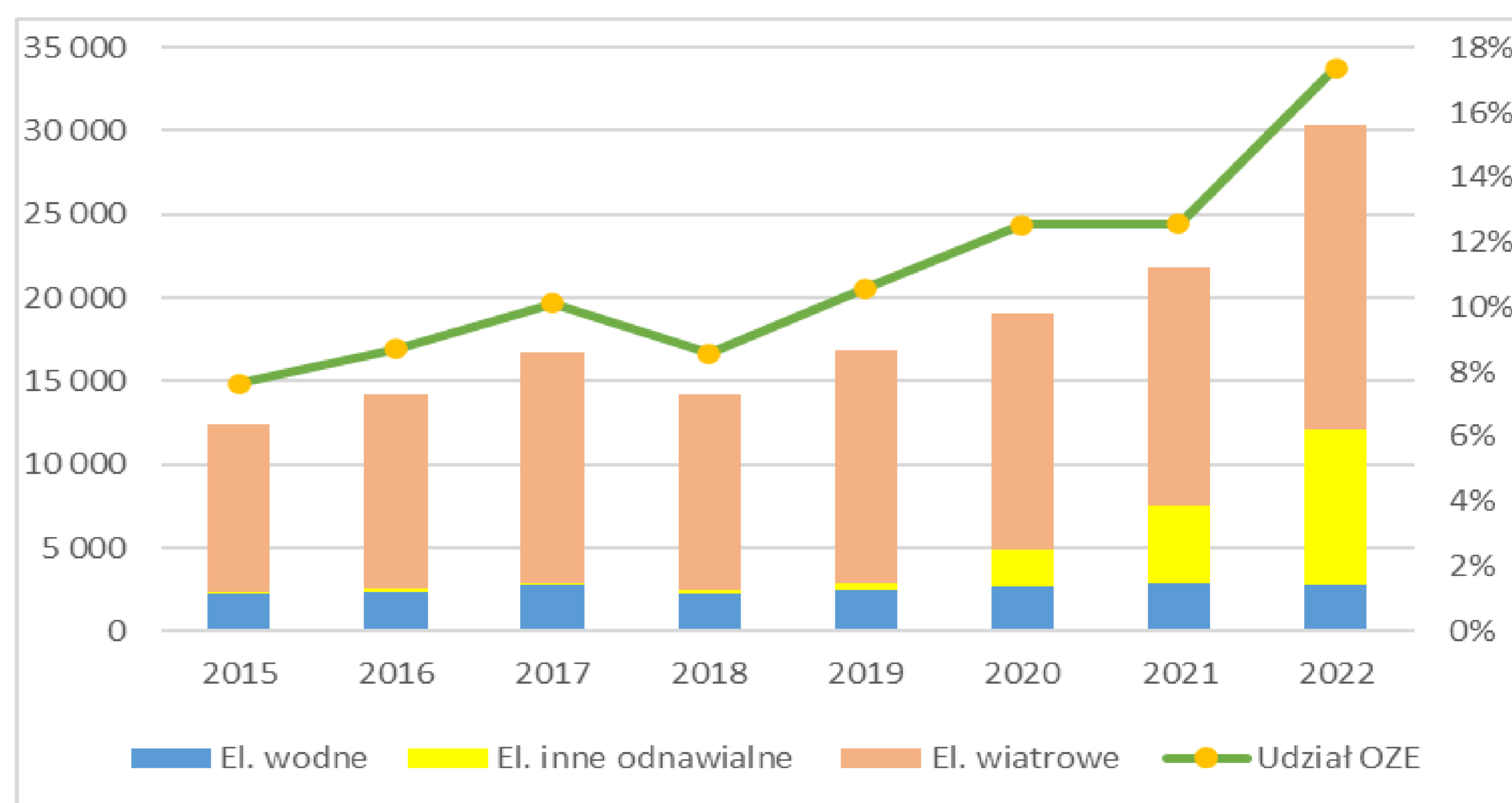
Lokalizacja/ Parametry	Teesside (UK), Sabic Petroleum	Clemens (USA), Conoco Phillips	Moss (USA), Praxair	Bluff
Geologia	Złoże pokładowe	Wysad solny	Wysad solny	Wysad solny
Magazynowany płyn	Wodór	Wodór	Wodór	Wodór
Data powstania	~1972	~1983	2007	
Objętość geometryczna [m ³]	3 x 70 000	580 000	566 000	
Zakres ciśnienia [MPa]	~4,5	7-13,5	5,5-15,2	
Głębokość [m]	350 - 380	850-1150	> 820	
Pojemność gazu [mln kg]	0,83	2,56	3,72	

Tabela 1. Parametry przykładowych kawern solnych do magazynowania czystego wodoru na terenie Wielkiej Brytanii i USA

Podziemne magazynowanie w strukturach geologicznych jest praktykowane na dużą skalę od dziesięcioleci. Substancje jak np. wodór magazynuje się w przestrzeni porowej wyeksploatowanych złóż gazu ziemnego lub ropy naftowej, w strukturach wodonośnych, tzw. aquiferach oraz w kawernach solnych. Magazynowanie wodoru w przestrzeni porowatej warstw podziemnych jest z technicznego punktu widzenia zbliżone do podziemnego magazynowania gazu ziemnego. Główna różnica jest związana z doбором materiałów do wykorzystywanego sprzętu w przypadku magazynowania wodoru, a także z aspektami bezpieczeństwa na powierzchni. Podziemne magazyny energii w postaci wodoru czy sprężonego powietrza pozwalają na przechowywanie nośników energii przez tygodnie czy nawet miesiące.

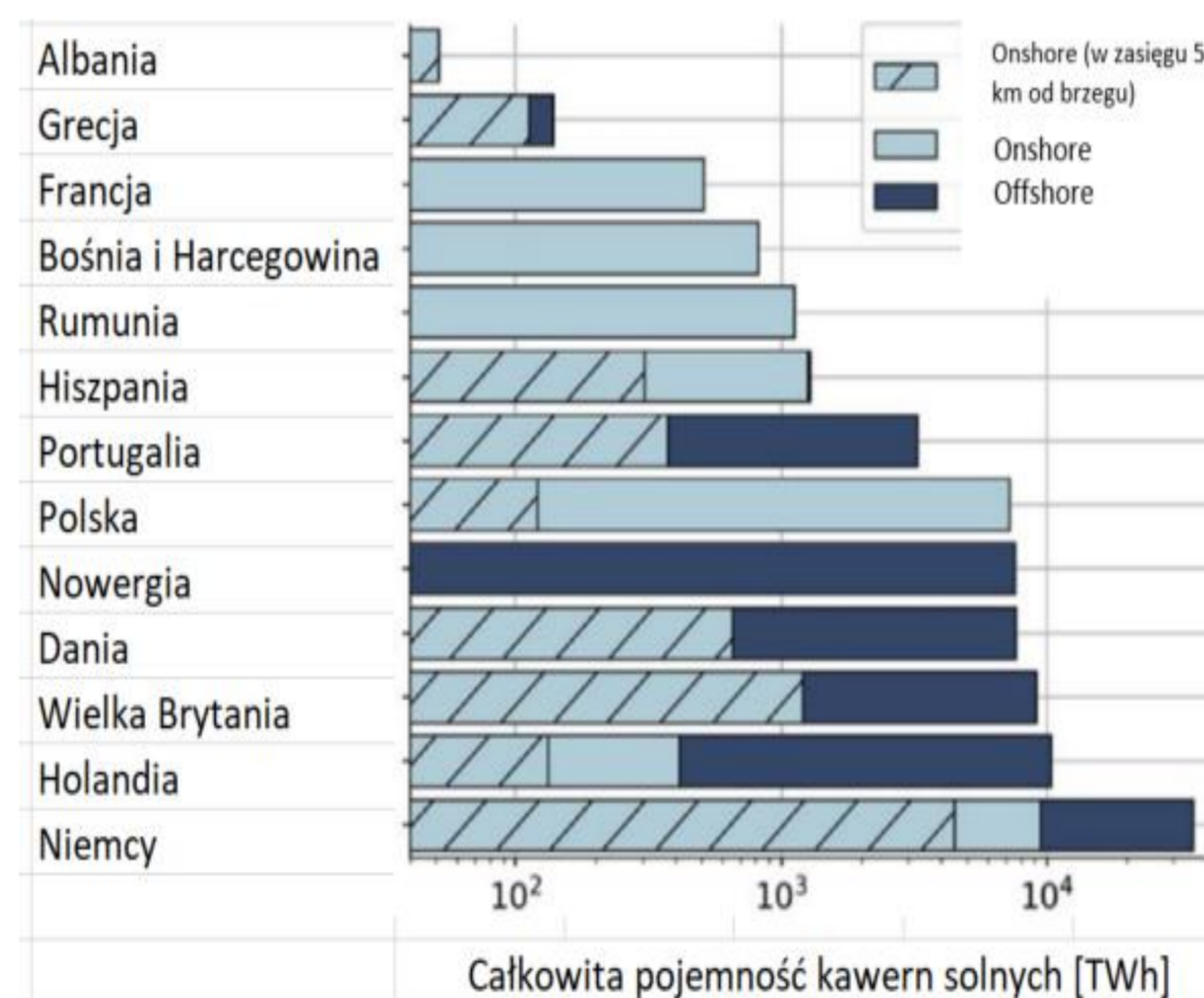
Rozwój wykorzystania OZE

Regulacje unijne, a także krajowe, w tym cele zawarte w obowiązującej politycznej energetycznej Polski przekładają się na inwestycje w zakresie OZE. Przyrost mocy opartych o OZE skutkuje wzrostem udziału OZE w bilansie energetycznym Polski, który w 2021 r. kształtował się na poziomie 15,62%. Dla porównania udział ten dla UE wyniósł 21,78% [Eurostat]. W ciągu ostatnich lat daje się zauważyć dynamiczny wzrost znaczenia OZE w bilansie wytwarzania energii elektrycznej. W latach 2015-2022 udział ten się zwiększył z 7,6% do 17,4% (rys.1). Jak widać z rys. 1 najwięcej energii elektrycznej z OZE generowane jest przez elektrownie wiatrowe. Na koniec czerwca 2023 r. moc zainstalowana farm wiatrowych wyniosła 8857 MW, a całkowita moc przypadająca na OZE to 25,4 GW. Wzrost mocy zainstalowanej w OZE przekłada się rosnący udział energii elektrycznej z OZE w bilansie energii. W dniu 6 września 2023 r. (zgodnie z danymi PSE) w godzinach 12-13 elektrownie fotowoltaiczne pracowały z mocą ponad 9,27 GW, a w ciągu godziny wytworzyły dokładnie 9274,8 MWh energii elektrycznej (rekordowa produkcja z fotowoltaiki).



Rys. 1. Struktura produkcji energii elektrycznej z OZE i jej udział w całkowitej produkcji energii elektrycznej

Kawerny solne



Rys. 2. Potencjalne pojemności kawern solnych w podziale na państwa europejskie krajowe jak i europejskie

Magazynowanie w kawernach solnych jest najbardziej obiecującą technologią ze względu na dużą pojemność magazynową. Wielkości magazynowania i odbioru wodoru są bardzo elastyczne, a w jednym miejscu można wyługować kilka kawern, tak żeby dostosować ogólną pojemność magazynu do potrzeb rynkowych. Ponadto kawerny solne powstałe w wyniku wyługowania soli ze złóż pokładowych lub wysadach solnych są najbardziej odpowiednie do przechowywania wodoru ze względu na właściwości fizyczne soli. Kawerny solne ze względu na uwarunkowania geologiczne Polski, jak i bardzo dobre parametry techniczno-eksploatacyjne mogą stanowić magazyny wodoru, a tym samym stwarzają potencjał do świadczenia usług magazynowych zarówno na potrzeby

Podsumowanie

Obecnie jednym z najważniejszych wyzwań transformacji gospodarki będzie integracja wysoce niestabilnych i mało elastycznych źródeł OZE oraz opracowanie i wdrożenie skutecznej metody magazynowania energii na dużą skalę. Jedną z najbardziej obiecujących metod wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej jest jej przechowywanie w postaci sprężonego wodoru w strukturach geologicznych. Wykorzystanie wodoru jako nośnika energii może w przyszłości pomóc w rozwiązaniu problemu bilansowania sieci, gdy do systemu energetycznego wprowadzane będą istotnie większe ilości energii wytwarzanej ze źródeł OZE. Warto zaznaczyć, że Polska ma niezwykle korzystne warunki geologiczno-górnictwa do budowy wielkoskalowych podziemnych magazynów wodoru w złożach soli kamiennej. Niemniej przekształcenie przestrzeni geologicznej w objętość zajęta przez zmagazynowany wodór będzie stanowiło wyzwanie zarówno dla sektora publicznego, jak i prywatnego. Dla przyszłych zastosowań konieczne będzie przeprowadzenie projektów badawczo-rozwojowych oraz demonstracyjnych w celu poznania złożonych procesów geologiczno-złożowych zachodzących podczas podziemnego magazynowania wodoru, opracowania systemów monitoringu magazynowanego gazu, interakcji wodoru z innymi rodzajami użytkowania podpowierzchniowego czy powierzchniowego, a także wielu innych aspektów.