



INSTYTUT
POLITYKI
ENERGETYCZNEJ
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA



Księga posterów

VIII KONFERENCJI NAUKOWEJ
BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE
FILARY I PERSPEKTYWA ROZWOJU

Rzeszów, 26 maja 2023 r.

Redakcja: dr hab. Paweł Borkowski, prof. UŁa; dr hab. inż. Agnieszka Stec, prof. PRz; dr Hanna Sommer; Filip Ferenc; Piotr Plata; inż. Kacper Bednarz; mgr inż. Paulina Bednarska.



Uznanie autorstwa–Użycienie komercyjne–Bez utworów zależnych 4.0
Creative Commons Attribution–NonCommercial–NoDerivatives 4.0
International Public License (CC BY-NC-ND 4.0): Authors

ISBN: 978-83-958517-6-6

Wydawca:

Instytut Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza www.instytutpe.pl

Publisher:

Ignacy Łukasiewicz Energy Policy Institute www.instytutpe.pl/en/epi



Rzeszów 2023

Oddajemy w Państwa ręce *Księgę Posterów Konkursu na najlepszy Poster Naukowy VIII Konferencji Naukowej „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”*, która odbędzie się w dniach 11-12 września 2023 r. na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza.

Zachęcamy do zadawania pytań do autorów posterów naukowych - poprzez ich przesyłanie drogą mailową (w tytule wiadomości należy umieścić: **tytuł posteru oraz imię i nazwisko autora/autorów**) na adres: postery@instytutpe.pl do dnia 27 maja 2023 r. do godziny 12:00.

W dniu 29 maja 2023 r. o godz. 17:30, na platformie Zoom odbędzie się spotkanie z autorami posterów, do których skierowano pytania.

Oficjalne ogłoszenie laureatów Konkursu nastąpi po zakończeniu sesji posterowej na posiedzeniu plenarnym z uczestnictwem laureatów w formie online.

Konferencja odbywa się w formie tradycyjnej z elementami hybrydowymi, z kolei organizatorzy przewidują ogłoszenie wyników z udziałem laureatów w formie tradycyjnej i zdalnej – online.

Poster nr 1 - **Agata Olejarczuk** (Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza) - *Małe elektrownie wodne – potencjał rozwoju i wpływ na środowisko*

Poster nr 2 - **mgr inż. Klaudia Ligęza** (Akademia Górniczo – Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie) - *Amoniak jako efektywna metoda magazynowania zielonego wodoru*

Poster nr 3 – **Denys Suprun, Natalia Łukasik** (Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych) - *Synteza i właściwości katalizatorów na bazie surowców odnawialnych do produkcji wodoru*

Poster nr 4 – **inż. Kacper Bednarz** (Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Koło Naukowe Infrastruktury i Energetyki) - *Elektrolizery perspektywa rozwoju w produkcji odnawialnego wodoru*

Poster nr 5 – **Filip Ferenc** (Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza) – *Popularne praktyki tworzenia hasel i ich podatności na ataki*

Poster nr 6 – **mgr Justyna Kanas, Michał Ścibura** (Uniwersytet Warszawski) - *Bezpieczeństwo środowiskowe a bezpieczeństwo energetyczne w dobie kryzysu: ujęcia prawne*

Poster nr 7 - **Marcin Olesiuk** (Akademia Nauk Stosowanych Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu) - *Czy mam wpływ na to, jak postrzegana jest energetyka jądrowa?*

Poster nr 8 - **mgr inż. Bartosz Sobik** (Szkoła Doktorska, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie) - *Transformacja energetyczna. Konkluzje ze studium przypadku Polski na tle krajów Europy Środkowo – Wschodniej w kontekście bezpieczeństwa energetycznego*

Poster nr 9 - **Łucja Ignac** (Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza) – *Identyfikacja zagrożeń i efektywne zarządzanie ryzykiem poprzez przyjęte modele na przykładzie polskich przedsiębiorstw energetycznych*

Poster nr 10 - **mgr inż. Magda Podgórska (1,2), mgr inż. Piotr Narloch (1,3)** (1- Polska Spółka Gazownictwa sp. z o. o.) (2- Politechnika Gdańska Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska) (3 - Akademia Górniczo – Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie) - *Siloksany mikrozanieczyszczeniem biogazu*

Poster nr 11 - **dr hab. Adam Szurlej (1), Monika Piech (1,2)** (1 – Akademia Górniczo – Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie) (2 – PKN ORLEN Centralny PGNiG) – *Wielkoskalowe magazynowanie wodoru w złożach soli – szanse i bariery*

Małe elektrownie wodne – potencjał rozwoju oraz wpływ na środowisko

Agata Olejarczuk, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Elektrownie wodne zwiększają bezpieczeństwo energetyczne kraju. Mogą być szybkim źródłem mocy regulacyjnej umożliwiając optymalną pracę elektrowni konwencjonalnych. Poza elektrycznością, elektrownie wodne regulują dostęp do wody pitnej poprzez magazynowanie wody. Woda jest stosunkowo bardziej przewidywalna niż wiatr oraz wytwarza energię w sposób bardziej równomierny niż słońce, co czyni ją potencjalnie lepszym źródłem energii. Jakie jednak niesie za sobą skutki dla środowiska? Czy małe elektrownie wodne to lepsza alternatywa większych?

POTENCJAŁ ROZWOJU MEW

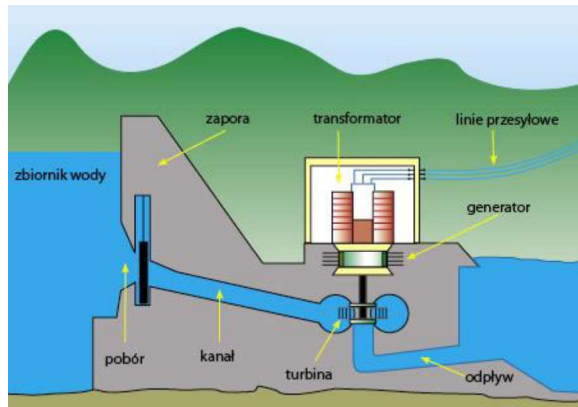
➤ Na świecie małe elektrownie wodne stanowią jedynie 1,5% zainstalowanej mocy, 4,5% zainstalowanej mocy OZE i 7,5% zainstalowanej mocy z hydroenergetyki.

➤ W Europie Wschodniej 13% energii elektrycznej jest wytwarzane z elektrowni wodnych, w Polsce jest to jedynie 2%.

➤ Cele klimatyczne do 2030 r.: redukcja emisji gazów cieplarnianych do co najmniej 55%, przy co najmniej 32% udziale źródeł odnawialnych w zużyciu finalnym energii brutto.

➤ Inwentaryzacja obiektów piętrzących przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej wykazała, że w Polsce istnieje ponad 14 tys. budowli i urządzeń piętrzących, z czego tylko 4,5% wykorzystuje się na cele produkcji energii.

BUDOWA MEW



Źródło: <http://agroenergetyka.pl/?a=article&id=119>

Podział MEW:

- przeływowe
- regulacyjne-zbiornikowe
- derywacyjne

WPLYW NA ŚRODOWISKO

Jak każda z metod wytwarzania energii, również elektrownie wodne mają wpływ na środowisko. Jako jedna z metod zaliczanych do OZE niesie za sobą dużo mniejsze negatywne skutki niż konwencjonalne metody pozyskiwania energii. Mimo to należy przyjrzeć się potencjalnym- nawet drobnym- skutkom dla środowiska, które mogą nie być widoczne gołym okiem. To w jakim stopniu oddziałują na środowisko jest uzależnione od rodzaju konstrukcji oraz od specyfiki budowy elektrowni. Przegradzanie i spiętrzanie rzeki na wiele sposobów dezorganizuje funkcjonowanie jej ekosystemu:



Negatywny wpływ MEW na środowisko można zniwelować dopasowując rodzaj budowli do warunków hydrogeologicznych. W odniesieniu do warunków hydrogeologicznych, uwagę należy skupić na możliwych zmianach stanów wód podziemnych, zmianach kierunków filtracji i systemów krążenia wód podziemnych, na identyfikacji aktywności erozyjnej zboczy, zmianach infiltracji i drenażu wód podziemnych.

Optymalnym rozwiązaniem wydaje się wdrożenie systemu niewielkich, lokalnych, w pełni przepływowych elektrowni, niewymagających spowalniania nurtu rzeki, nieblokujących migracji rumowiska w korycie i niezaburzających drożności ekologicznej.

HYDROENERGETYKA W POLSCE - ZALETY I WADY



BIBLIOGRAFIA:

- [1] RAPORT „Małe elektrownie wodne w Polsce”
- [2] „Pozyskiwanie i przetwarzanie energii odnawialnej. Cz. 2” Jan Górzyński
- [3] https://pl.wikipedia.org/wiki/Mała_elektrownia_wodna

Autor:	<i>Agata Olejarczuk Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza</i>
Tytuł:	<i>Małe elektrownie wodne- potencjał rozwoju i wpływ na środowisko</i>
<p>Opis:</p> <p>Cel badawczy: Przedstawienie potencjału rozwoju oraz wpływu na środowisko małych elektrowni wodnych w Polsce. Określenie wad i zalet wiążących się z ich dalszym rozwojem.</p> <p>Wnioski: Elektrownie wodne zwiększają bezpieczeństwo energetyczne kraju. Mogą być szybkim źródłem mocy regulacyjnej umożliwiając optymalną pracę elektrowni konwencjonalnych. Poza elektrycznością, elektrownie wodne regulują dostęp do wody pitnej poprzez magazynowanie wody. Woda jest stosunkowo bardziej przewidywalna niż wiatr oraz wytwarza energię w sposób bardziej równomierny niż słońce, co czyni ją potencjalnie lepszym źródłem energii. Zdania naukowców na temat małych elektrowni wodnych w Polsce są bardzo podzielone, nie należy jednak całkowicie przekreślać możliwości rozwoju tego typu rozwiązań. Często odpowiednie zgłębienie tematu i dostosowanie rodzaju budowli do istniejącego cieków wodnych oraz jego fauny i flory znacząco zmniejsza jego negatywne skutki dla środowiska. Optymalnym rozwiązaniem wydaje się wdrożenie systemu niewielkich, lokalnych, w pełni przepływowych elektrowni, niewymagających spowalniania nurtu rzeki, nieblokujących migracji ryb w korycie i niezaburzających drożności ekologicznej.</p>	

Amoniak jako efektywna metoda magazynowania zielonego wodoru

mgr inż. Klaudia Ligęza,
Akademia Górniczo – Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, e-mail: kligeza@agh.edu.pl

WPROWADZENIE

Zielony amoniak ma wysoki potencjał jako wektor czystej energii dla wodoru, zawiera 17,6% wagowych wodoru, ma wyższą objętościową gęstość energii niż wodór i może być stosowany bezpośrednio lub krakowany z powrotem na wodór. Jest produkowany wyłącznie z wody, energii elektrycznej i powietrza, może być wykorzystany jako surowiec do produkcji nawozów, paliwo żeglugowe, nośnik wodoru lub zapasowe źródło zasilania. Coraz częściej amoniak pojawia się w krajowych strategiach wodorowych jako czynnik wspomagający gospodarkę wodorową ze względu na jego doskonałą gęstość energii. Zalety amoniaku, zwłaszcza w porównaniu z innymi metodami przechowywania wodoru, obejmują dobrze ugruntowaną globalną sieć dystrybucji, metodę obsługi i przepisy dotyczące jego przechowywania i transportu. Terminale LNG odegrają integralną rolę w bezpiecznym, wydajnym transporcie ciekłego amoniaku, pomagając rozszerzyć wykorzystanie amoniaku do czystszej, bardziej ekologicznej energii i przyspieszyć naszą niskoemisyjną przyszłość.

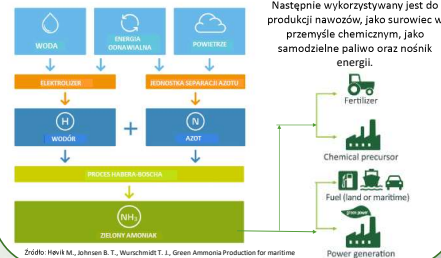
CEL BADAWCZY

Przedstawienie możliwości magazynowania wodoru produkowanego z odnawialnych źródeł energii w formie amoniaku oraz jego wykorzystania w przemyśle chemicznym, paliwowym oraz do produkcji energii.



METODOLOGIA

Obecnie 90% amoniaku wytwarzanego na skalę przemysłową wykorzystuje proces Haber-Bosch. Proces Habera-Boscha łączy gazowy azot i wodór w celu wytworzenia amoniaku. Pętla syntezy działa pod wysokim ciśnieniem, aby sprzyjać reakcji gazowego azotu i wodoru oraz w wysokiej temperaturze, aby promować kinetykę reakcji.



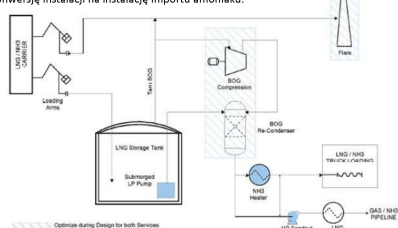
Następnie wykorzystywany jest do produkcji nawozów, jako surowiec w przemyśle chemicznym, jako samodzielne paliwo oraz nośnik energii.

Źródło: Hevik M., Johnson B. T., Munchelindt T., Green Ammonia Production for maritime transport, Bachelor's thesis, NTNU, 2022

TERMINAL LNG JAKO MAGAZYN CIEKŁEGO AMONIAKU

Elementy, które muszą zostać uwzględnione we wstępnym projekcie instalacji importowej LNG w celu importowania i przechowywania amoniaku w terminalu:

- Zbiornik magazynowy:** Zbiornik magazynowy LNG wymaga dodatkowych rozważań projektowych, aby mógł być używany do amoniaku.
- System Boil-off Gas (BOG):** Instalacja regazyfikacji LNG wymaga znacznie większej pojemności systemu BOG ze względu na większą szybkość parowania. Alternatywny projekt zapewnia system BOG i chłodzenie w większej liczbie pociągów o niższej wydajności dla każdego, co zwiększa elastyczność działania obiektu, a także obsługuje sprężarki w najlepszych punktach pracy.
- Pompy cieczy:** Pompy do transferu ciekłego LNG (pompa zanurzeniowa i pompy HP) muszą zostać wymienione do obsługi amoniaku. Należy rozważyć odpowiednie orurowanie i wymagania dotyczące układu pompy amoniakalnej w celu wymaganej modyfikacji w przyszłości.
- Wsporniki rurociągów:** Podpory rurociągów muszą być zaprojektowane w oparciu o amoniak ze względu na wyższą gęstość.
- Przyrządy i urządzenia zabezpieczające:** Oprządkowanie i urządzenia zabezpieczające muszą być zaprojektowane dla głównego przypadku dla usług LNG i amoniaku.
- Planowanie przedinwestycyjne:** Rozważenie projektu instalacji importu LNG dla zastosowania amoniaku wymaga wstępnych inwestycji w celu zminimalizowania wpływu kosztów na przyszłą konwersję instalacji na instalację importu amoniaku.



Źródło: <https://www.bv.com/perspectives/bridg-lng-ammonia-infrastructure-key-green-economy>

AMONIAK W PRZEMYSŁE

Produkcja amoniaku w krajach UE w roku 2018 odpowiadała za 34% całkowitego zapotrzebowania na wodór tj. 2,8 mln ton. Grupa Azoty jest największym w Polsce i znaczącym w regionie Europy Środkowo-Wschodniej producentem amoniaku. W 2018r. w Polsce wyprodukowano 2,5 mln ton amoniaku poprzez przetworzenie 22,5 TWh gazu ziemnego na 15,2 TWh (około 452 tys. ton) wodoru, co oznacza, że w przyszłości ta ilość wodoru będzie produkowana z energii elektrycznej pochodzącej z OZE. Produkcja amoniaku (w tonach) w Polsce w latach 2015–2019, na podstawie danych GUS:

Amoniak tNH3 (produkcja)



Źródło: Brodacki D. et al., Zielony wodór z OZE w Polsce. Wykorzystanie energetyki wiatrowej PV do produkcji zielonego wodoru jako szansa na realizację założeń Polityki Klimatyczno-Energetycznej UE w Polsce, Doświadczenia Instytutu Studiów Energetycznych, Polska Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, Raport 2021

Wykorzystanie amoniaku jako pośredniego nośnika wodoru będzie akceptowalną alternatywą dla kopalnych nośników wodoru, takich jak gaz ziemny. Około 80% tego syntetycznego surowca jest wykorzystywane głównie w przemyśle nawozowym. Oprócz wykorzystania w przemyśle nawozowym, amoniak jest również ważnym półproduktem do produkcji chemikaliów zawierających azot. Przemysł tekstylny wykorzystuje amoniak do zmiekania bawełny i produkcji włókien syntetycznych. Amoniak jest również wykorzystywany do produkcji leków przeciwdrobnoustrojowych. Może być również wykorzystany jako paliwo w sektorze morskim.

WNIOSKI

- Zaletami amoniaku są duże zapotrzebowanie w wielu gałęziach przemysłu, bycie wydajnym nośnikiem wodoru oraz brak emisji dwutlenku węgla przy jego wykorzystaniu
- Amoniak odgrywa ważną rolę w przemyśle rolniczym przy produkcji nawozów. Inne przemysłowe zastosowania amoniaku obejmują jego wykorzystanie jako nośnika energii do magazynowania i transportu energii.
- Największą zaletą amoniaku, w porównaniu do metanu czy wodoru, jest łatwość jego magazynowania. W przypadku amoniaku w 1 m³ zbiornika można zmagażynować około 5 razy więcej energii niż w przypadku metanu, przy znacznie niższym ciśnieniu
- Amoniak, zwłaszcza w porównaniu z innymi metodami przechowywania wodoru, posiada dobrze ugruntowaną globalną sieć dystrybucji, metody obsługi i przepisy dotyczące jego przechowywania i transportu
- Ciekły amoniak jest w stanie przechowywać wodor w objętości znacznie większej (121 kg-H₂/m³) niż ciekły wodór
- Zbiorniki LNG mają duży potencjał do przechowywania amoniaku
- Wadami są wysoka toksyczność i korozyjność, a co za tym idzie wymóg zrównoważonych rozwiązań w zakresie bezpieczeństwa i przechowywania oraz wysokie koszty produkcji przy uwzględnieniu łańcucha dostaw i cyklu życia, zwłaszcza jeśli amoniak jest produkowany ze źródeł odnawialnych.

Autor:	<i>mgr inż. Klaudia Ligeza, Akademia Górniczo – Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie,</i>
Tytuł:	<i>Amoniak jako efektywna metoda magazynowania zielonego wodoru.</i>
<p>Opis:</p> <p>Zielony amoniak jest paliwem odnawialnym, które może odegrać ważną rolę w dekarbonizacji: jest produkowany wyłącznie z wody, energii elektrycznej i powietrza. Ma on wysoki potencjał jako wektor czystej energii dla wodoru, zawiera 17,6% wagowych wodoru, ma wyższą objętościową gęstość energii niż wodór i może być stosowany bezpośrednio jako paliwo lub krakowany z powrotem na wodór. Proces Habera-Boscha jest obecnie głównym sposobem produkcji amoniaku na świecie. Wykorzystanie amoniaku jako pośredniego nośnika wodoru będzie akceptowalną alternatywą dla kopalnych nośników wodoru, takich jak gaz ziemny. Około 80% tego syntetycznego surowca jest wykorzystywane głównie w przemyśle nawozowym. Oprócz wykorzystania w przemyśle nawozowym, amoniak jest również ważnym półproduktem do produkcji chemikaliów zawierających azot. Przemysł tekstylny wykorzystuje amoniak do zmiękczenia bawełny i produkcji włókien syntetycznych. Amoniak cieszy się również rosnącym zainteresowaniem jako bezemisyjne paliwo dla sektora morskiego i nośnika energii do magazynowania i transportu energii. Zainteresowanie amoniakiem będzie rosło wraz z postępującą dekarbonizacją świata. Wspierany przez postępy w nowych technologiach, amoniak oferuje nowe możliwości, które pomogą przyspieszyć przejście świata do społeczeństwa bezemisyjnego. Istnieją sprawdzone metody przechowywania i transportu amoniaku, a łańcuch dostaw amoniaku ciągle się rozwija. Terminale LNG odegrają integralną rolę w bezpiecznym, wydajnym transporcie ciekłego amoniaku, pomagając rozszerzyć wykorzystanie amoniaku do czystszej, bardziej ekologicznej energii i przyspieszyć naszą niskoemisyjną przyszłość.</p> <p>Cel badawczy:</p> <p>Celem pracy jest przedstawienie możliwości magazynowania wodoru produkowanego z odnawialnych źródeł energii w formie amoniaku oraz jego wykorzystania w przemyśle chemicznym, paliwowym oraz do produkcji energii.</p> <p>Wnioski:</p> <p>Amoniak oferuje jednak kilka pożądanych cech jako metoda magazynowania wodoru. Po pierwsze, amoniak można skroplić w łagodnych warunkach. Temperatura wrzenia amoniaku przy ciśnieniu atmosferycznym wynosi -33°C, podobnie jak w przypadku propanu. Amoniak jest produkowany do celów przemysłowych i rolniczych, a także dostępne są sprawdzone metody przechowywania i transportu skroplonego amoniaku na dużą skalę. Po drugie, amoniak ma większą gęstość energetyczną niż wodór. Gęstość objętościowa ciekłego amoniaku jest o około 45% wyższa niż gęstość objętościowa ciekłego wodoru, co oznacza, że w ciekłym amoniaku można przechowywać więcej wodoru niż w ciekłym wodrze o tej samej objętości. Interesującą kwestią jest rozważenie wykorzystania rozległej infrastruktury LNG na świecie - istniejących terminali odbiorczych LNG i obiektów magazynowych - w celu ułatwienia bezpiecznego i wydajnego transportu amoniaku.</p>	

Autor:	<i>Denys Suprun, Natalia Łukasik Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych</i>
Tytuł:	<i>Synteza i właściwości katalizatorów na bazie surowców odnawialnych do produkcji wodoru</i>

Opis:

Cel badawczy:

Celem pracy jest synteza katalizatorów heterogenicznych do otrzymywania wodoru poprzez hydrolizę borowodorku sodu (NaBH_4) oraz określenie efektywności otrzymanych katalizatorów w reakcjach dehydrogenacji wodnych roztworów borowodorku sodu w różnych temperaturach. W ramach badań otrzymano katalizatory z wykorzystaniem spirolizowanej skórce banana oraz roztworów soli metali (Ni, Co). Otrzymane katalizatory zostały scharakteryzowane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz zbadano ich aktywność w procesie otrzymywania wodoru.

Wnioski:

Przestawiona praca opisuje alternatywny proces otrzymywania katalizatorów z wykorzystaniem biomasy oraz tańszych metali do produkcji wodoru w wyniku reakcji hydrolizy borowodorku sodu. Zsyntezowane katalizatory były proszkami o różnej barwie. Stwierdzono, że katalizatory posiadają zróżnicowaną strukturę mikroporowatą, charakteryzującą się obecnością cząstek o różnym kształcie i rozmiarze, przy jednoczesnym niewielkim udziale mezoporów. Zaobserwowano również, iż zwiększenie temperatury prowadzi do zwiększenia wydajności otrzymywania wodoru, wzrost współczynnika HGR (Hydrogen Generation Rate - współczynnik szybkości generowania wodoru) oraz współczynnika TOF (Turnover Frequency - aktywność molekularna). Dodatkowo zaobserwowano, że temperatura wywiera istotny wpływ na kinetykę procesu wydzielania wodoru. Wykorzystując równanie Arrheniusa, wyznaczono energię aktywacji dla obu katalizatorów. Zaobserwowano, iż katalizator Ni@BanM posiada niższą wartość energii aktywacji, niż katalizator Co@BanM. Różnica ta może wynikać z rozłożenia miejsc aktywnych na powierzchni katalizatorów oraz zachodzących reakcji powierzchniowych, które prowadzą do powstania dodatkowych miejsc aktywnych.

Podsumowując, wykorzystanie surowców odnawialnych jako nośnika do produkcji katalizatorów heterogenicznych stanowi obiecujące pole badawcze. Przyszłość wykorzystania surowców odnawialnych do produkcji tanich i skutecznych katalizatorów do wytwarzania wodoru wydaje się bardzo obiecująca. Można przewidywać, że w przyszłości surowce odnawialne mogą być powszechnie wykorzystywane do produkcji katalizatorów do wytwarzania wodoru.

Elektrolizery - perspektywa rozwoju w produkcji odnawialnego wodoru

inż. Kacper Bednarz

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza Koło Naukowe Infrastruktury i Energetyki działające przy Katedrze Infrastruktury i Gospodarki Wodnej

WPROWADZENIE

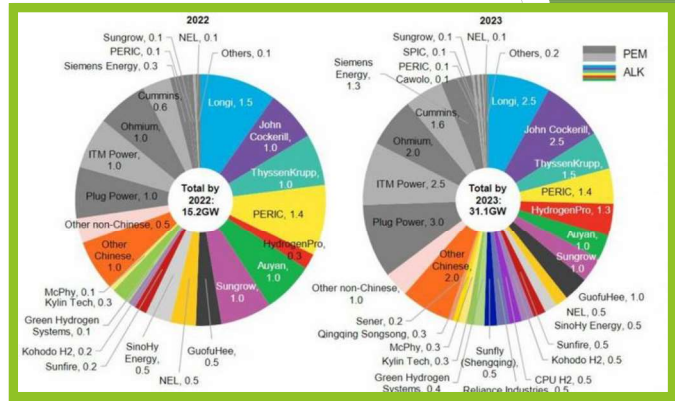
Obecnie coraz częściej w sektorze energetycznym mówi się o wodorze jako paliwie przyszłości. Według Polskiej Strategii Wodorowej wyróżnia się: wodor konwencjonalny, niskoemisyjny oraz odnawialny. Wodor konwencjonalny powstaje w procesach reformingu parowego gazu ziemnego, zgazowania węgla oraz separacji z gazu koksowniczego. Takie sposoby wytwarzania wodoru generują emisję dwutlenku węgla od 5,8 kg CO₂ eq/kg H₂ do nawet 10 CO₂ eq/kg H₂. Wodor niskoemisyjny jest produkowany z odnawialnych lub z nieodnawialnych źródeł energii ze śladem węglowym na poziomie niższym niż CO₂ eq/kg H₂. Wodor odnawialny natomiast powstaje w procesie elektrolizy wody w elektrolizerze zasilanym energią elektryczną pochodzącą z odnawialnych źródeł energii lub w procesie reformingu biogazu lub biometanu. Emisja przy takiej produkcji utrzymuje się na poziomie poniżej 1 CO₂ eq/kg H₂. Zaletą tej technologii jest także czystość otrzymanego wodoru na poziomie 99,999%.

GŁÓWNI DOSTAWY ELEKTROLIZERÓW NA ŚWIECIE



Źródło: Raport zespołu nr 4 Gospodarka Wodorowa, Warszawa 2020

NAJWIĘKSI PRODUCENCI ELEKTROLIZERÓW



Źródło: Company filings, industry sources, BloombergNEF

PRODUKCJA WODORU NA ŚWIECIE

Według raportu Komisji Europejskiej dla Parlamentu Europejskiego i Rady, który dotyczył „Postępów w dziedzinie konkurencyjności w zakresie czystych technologii energetycznych” szacuje się, że Chiny posiadają połowę światowych mocy produkcyjnych w zakresie elektrolizy alkalicznej, z kolei amerykańskie firmy produkują większość światowej produkcji w zakresie elektrolizy PEM. Europa jest liderem pod względem produkcji i elektrolizy tlenków stałych jednak jest ona zależna od innych państw m.in. Chin w zakresie niezbędnych do tego surowców.

RODZAJE ELEKTROLIZERÓW

ELEKTROLIZER
POLIMEROWY
PEM

ELEKTROLIZER
ALKALICZNY

ELEKTROLIZER
STAŁOTLENKOWY

ZALETY I WADY POSZCZEGÓLNYCH ELEKTROLIZERÓW

ELEKTROLIZERY ALKALICZNE	
ZALETY	WADY
Technologia komercyjna (wysoki poziom gotowości technologii)	Brak możliwości poprawy wydajności oraz redukcji kosztów (technologia osiągnęła stan dojrzałości)
Bardzo wysoka czystość wodoru (99,99 +/- 0,1 %)	Elektrolit ulega degradacji podczas pracy przy parametrach nienominalnych
ELEKTROLIZERY POLIMEROWE PEM	
ZALETY	WADY
Szybka reakcja na zmiany mocy Spadek jednostkowych kosztów inwestycyjnych wraz ze wzrostem mocy	Wymagana wysoka czystość wody Wysokie koszty inwestycyjne (katalizator platynowy, wysokie koszty membrany)
ELEKTROLIZERY STAŁOTLENKOWE	
ZALETY	WADY
Niskie koszty inwestycyjne	Niska żywotność z powodu wysokiej temperatury pracy
Najwyższa osiągalna sprawność konwersji	Niski poziom gotowości technologicznej

Źródło : Lenntech - hydrogen

WSKAŹNIKI WYDAJNOŚCI DLA POSZCZEGÓLNYCH TECHNOLOGII ELEKTROLIZERÓW OBECNIE ORAZ W 2050 ROKU

	2020			2050		
	Alkaline	PEM	SOEC	Alkaline	PEM	SOEC
Cell pressure [bar]	< 30	< 70	< 10	> 70	> 70	> 20
Efficiency (system) [kWh/kgH ₂]	50 - 78	50 - 83	45 - 55	< 45	< 45	< 40
Lifetime [thousand hours]	60	50 - 80	< 20	100	100 - 120	80
Capital costs estimate for large stacks (stack only, > 1MW) [USD/kWe]	270	400	> 2000	< 100	< 100	< 200
Capital cost range estimate for the entire system > 10 MW [USD/kWe]	500 - 1000	700 - 1400	[-]	< 200	< 200	< 300

Źródło : Lenntech - hydrogen

WNIOSKI

Elektroliza wody wraz z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii umożliwia uzyskanie wodoru o niskiej emisyjności na poziomie poniżej 1 kg CO₂ eq/kg H₂ oraz o bardzo wysokiej czystości na poziomie 99,999%. Jest to krok naprzód w procesie dekarbonizacji. Elektroliza alkaliczna jest najstarszą oraz najbardziej rozwiniętą technologią jednak nie do końca sprawdza się ona w perspektywie nadchodzącej transformacji energetycznej. Technologie PEM są dobrą alternatywą dla elektrolizerów alkalicznych, jednak wymagają one spełnienia kilku warunków np. wysokiej czystości wody. Jest to jednak technologia nieustannie udoskonalana. Elektrolizery stałotlenkowe są stosunkowo najnowszą technologią, która nie osiągnęła wysokiego poziomu gotowości technologicznej. Jednak w perspektywie lat jest ona jak najbardziej obiecująca chociażby w wykorzystaniu jej w przemyśle energetycznym takim jak huty czy fabryki przemysłowe. Przewiduje się, że w najbliższej przyszłości elektroliza będzie stawała się coraz bardziej powszechną metodą produkcji wodoru, a odnawialny wodor może stać się znaczącym źródłem energii w procesie dekarbonizacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040, Warszawa 2021r.
2. Lenntech - hydrogen
3. Raport zespołu nr 4 Gospodarka Wodorowa Warszawa 2020
4. <https://wysokienapiecie.pl/82287-elektrolizery-wyprodukuj%C3%A1-wodor-w-polsce/>
5. Sprawozdanie Komisji Europejskiej dla Parlamentu Europejskiego i Rady z postępów w dziedzinie konkurencyjności w zakresie czystych technologii energetycznych

Autor:	<i>inż. Kacper Bednarz Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Koło Naukowe Infrastruktury i Energetyki</i>
Tytuł:	<i>Elektrolizery perspektywa rozwoju w produkcji odnawialnego wodoru</i>

Opis:**Cel badawczy:**

Przedstawienie potencjału elektrolizerów do produkcji odnawialnego wodoru w perspektywie dekarbonizacji oraz transformacji energetycznej

Wnioski:

Obecna produkcja wodoru na świecie w 95% opiera się na wytwarzaniu wodoru z paliw konwencjonalnych takich jak ropa i gaz ziemny. Pozostałe 5% to wodór niskoemisyjny lub odnawialny – wytwarzany w procesie elektrolizy. Wytwarzanie wodoru w procesie elektrolizy ma wiele plusów. Jednym z nich jest ograniczenie emisji dwutlenku węgla, który w przypadku wykorzystania tej metody osiąga poziom poniżej 1 kg CO₂ eq/kg H₂. Przyczynia się to do procesu dekarbonizacji. Drugą ważną zaletą jest czystość otrzymanego wodoru, która wynosi 99,999%. Wodór w takiej postaci i o takich parametrach można wykorzystać w transporcie jako paliwo zgodnie z normą ISO 14678-2 (Pomiar jakości wodoru). W perspektywie wykorzystania procesu elektrolizy w celach energetycznych kluczową rolę mogą odegrać elektrolizery stałotlenkowe. Ze względu na możliwość pracy w wysokich temperaturach będzie je można wykorzystać w hutach oraz przemyśle. Z kolei zaletą elektrolizerów polimerowych PEM jest szybka reakcja na zmiany mocy – co może mieć zastosowanie w produkcji energii w połączeniu z Odnawialnymi Źródłami Energii (panele fotowoltaiczne i farmy wiatrowe), które są podatne na zmiany parametrów pracy ze względu na specyfikę ich działania. Jedną z największych zalet wykorzystania elektrolizerów do produkcji odnawialnego wodoru jest ich uniwersalność. Produkowane są w różnych rozmiarach oraz o różnych parametrach dzięki czemu mogą być one wykorzystane w zależności od potrzeb odbiorcy – zarówno przez duże przedsiębiorstwa jak i w małych gospodarstwach domowych.

POPULARNE PRAKTYKI TWORZENIA HASEŁ I ICH PODATNOŚCI NA ATAKI

Filip Ferenc – Politechnika Rzeszowska



Brute Force - polega na automatycznym wypróbowywaniu wszystkich możliwych kombinacji hasła, aż do znalezienia poprawnego. Brute force może być stosowany do atakowania różnych typów zabezpieczeń, takich jak hasła do kont użytkowników, klucze szyfrujące, numery identyfikacyjne itp. Hakerzy wykorzystują programy komputerowe, nazywane narzędziami do ataków brute force, które automatycznie generują i testują setki, tysiące lub nawet miliony kombinacji, w nadziei znalezienia właściwej.

CHROŃ SWOJE DANE



Weryfikacja dwuetapowa jest procesem w logowaniu, gdzie oprócz wpisania poprawnego hasła należy wykonać jeszcze jedną, dodatkową czynność, na przykład użyć aplikacji lub przepisać kod z SMS. Bez wglądu do odpowiedniego telefonu uzyskanie dostępu jest utrudnione.



Istnieje wiele programów do zarządzania hasłami, znanych również jako menedżery hasła, które stanowią pomocne narzędzia dla użytkowników, umożliwiające im poradzenie sobie z obsługą wielu kont i powiązanych z nimi hasła. Te rozwiązania są dostępne w różnych formach, począwszy od narzędzi zintegrowanych z przeglądarkami internetowymi, aż po rozwiązania działające w chmurze.



Najlepszym sposobem na zachowanie bezpieczeństwa kont w sieci jest korzystanie ze skomplikowanych hasła, a także regularne ich aktualizowanie. Zdrowym nawykiem jest zapisywanie hasła np. w zeszycie lub notatniku. Jedynym warunkiem takiego działania jest pilnowanie kto ma do niego dostęp lub gdzie się znajduje.



Przechowywanie hasła na serwerach serwisów bezpośrednio powiązane jest z ich podatnością na kradzież. Przykładami takich wydarzeń mogą być te z Yahoo (450 tysięcy wykradzionych hasła), LinkedIn (6,5 miliona hasła) czy Sony (77 milionów hasła).



Biometria to metoda uwierzytelnienia wykorzystująca istną budowę danej osoby jako czynnik do zweryfikowania. Najczęściej stosowane w tym zakresie są odciski palca, skan twarzy bądź obraz tęczówki oka.



Wskazówki poradników dotyczących bezpieczeństwa hasła w internecie opierają się na międzynarodowych publikacjach, takich jak NIST Digital Identity Guidelines oraz materiałach udostępnionych przez FBI w ramach inicjatywy Protected Voices.



Częstym rozwiązaniem odciążającym użytkowników są technologie nazywane "dostawcami tożsamości" (ang. identity providers). Są to mechanizmy zarządzające stworzonymi wcześniej kontami, aby założyć kolejny profil na innej platformie.

Źródła:

NIST Digital Identity Guidelines

<https://pages.nist.gov/800-63-3/>

FBI Protected Voices

<https://www.fbi.gov/investigate/counterintelligence/foreign-influence/protected-voices>

Sesja posterowa

VIII Konferencja Naukowa "Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju" 2023

Autor:	<i>Filip Ferenc</i> <i>Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza</i>
Tytuł:	<i>Popularne praktyki tworzenia haseł i ich podatności na ataki</i>
Opis:	
Cel badawczy:	
Przedstawienie wartości bezpieczeństwa informacji, jako podstawy działalności w sieci.	
Wnioski:	
<p>Współcześnie, życie cyfrowe jest coraz bardziej zintegrowane z życiem codziennym. Ważne jest, abyśmy zrozumieli i docenili znaczenie haseł, które chronią dostęp do wrażliwych treści, zabezpieczają nasze miejsce pracy lub zapewniają bezpieczeństwo naszej prywatności. Hasła pełnią kluczową rolę w ochronie naszych prywatnych informacji, danych finansowych, kont internetowych i innych wrażliwych danych, dlatego warto poświęcić chwilę na ich odpowiednie zabezpieczenie. Kradzież haseł to proces, w którym osoba nieuprawniona próbuje odkryć nasze hasło, często przy użyciu automatycznych programów i algorytmów. Istnieje wiele technik, które hakerzy wykorzystują w celu złamania haseł, w tym ataki słownikowe, ataki brute-force i phishing. Ataki słownikowe polegają na tym, że hakerzy korzystają z ogromnych baz danych zawierających popularne hasła, słowa z słownika i kombinacje znaków, próbując znaleźć dopasowanie do naszego hasła. Jeśli nasze hasło jest zbyt słabe i łatwe do odgadnięcia, hakerzy mogą w krótkim czasie odkryć je przy użyciu tego typu ataku. Ataki brute-force to kolejna popularna metoda, która polega na wypróbowywaniu wszystkich możliwych kombinacji znaków, aż zostanie znalezione poprawne hasło. Przy użyciu potężnych komputerów i zaawansowanych algorytmów, hakerzy mogą przeprowadzać te ataki bardzo szybko, co znacząco zwiększa szanse na odgadnięcie słabego hasła. Phishing to inny sposób, w jaki hakerzy mogą zdobyć nasze hasła. Polega to na podszywaniu się pod zaufane strony internetowe lub firmy i zachęcaniu nas do podania naszych danych logowania. Mogą to być fałszywe wiadomości e-mail, fałszywe strony internetowe lub nawet fałszywi pracownicy firmy. Jeśli udostępnimy nasze hasło w takiej sytuacji, hakerzy będą mieli dostęp do naszego konta i wszystkich związanych z nim danych.</p>	

BEZPIECZEŃSTWO ŚRODOWISKOWE A BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE W DOBIE KRYZYSU: UJĘCIE PRAWNE



mgr Justyna Kanas
Michał Ścibura
Uniwersytet Warszawski

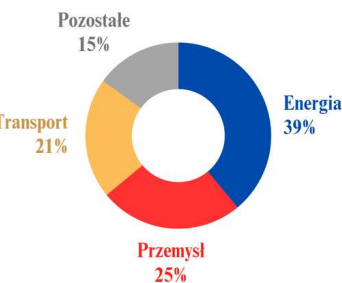
Bezpieczeństwo energetyczne / stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska (*Prawo energetyczne*)

Bezpieczeństwo środowiskowe / trwały stan składający się na bezpieczeństwo narodowe, pozwalający na zachowanie dynamicznej równowagi w środowisku, umożliwiający wszystkim podmiotom życie i wszechstronny rozwój

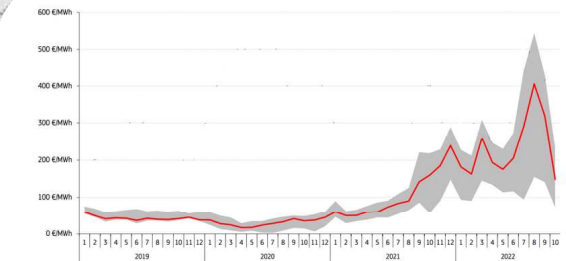


NORMY ŚRODOWISKOWE

1. **wymóg uzyskania zezwolenia na inwestycję oraz przeprowadzenia oceny skutków** wszystkich przedsięwzięć mogących powodować znaczące skutki w środowisku, a także powstrzymywanie realizacji inwestycji o negatywnych skutkach dla środowiska (*Dyrektywa EIA 2011/92/UE - Dyrektywa EIA*)
2. **zapewnienie udziału społeczeństwa** w przygotowywaniu aktów prawnych, które mogą mieć wpływ na środowisko (*Konwencja z Aarhus*) oraz podejmowaniu decyzji oddziałujących na środowisko (*Dyrektywa EIA*), przyjmowanie regulacji dotyczących środowiska w zwykłej procedurze ustawodawczej (*TfUE*)
3. **wsparcie finansowe** dla projektów mających pozytywne skutki dla środowiska poprzez spełnienie jednego z celów środowiskowych wymienionych w akcie (*Rozporządzenie 2020/852 - Taksonomia UE*)
4. **obowiązek utrzymania i poprawy jakości powietrza w krajach członkowskich** (*Dyrektywa CAFE 2008/150/WE*) oraz dążenie do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (pakiet *Gotowi na 55*)
5. **preferencyjne traktowanie instalacji z odnawialnych źródeł energii**, przykładowo w kwestiach przyłączeniowych, zarówno jeżeli chodzi o samo podłączenie do sieci (*Prawo energetyczne*), jak i w przypadku redyspozycji (*Rozporządzenie Parlamentu i Rady 2019/943*)



Ryc. 2. Trzy sektory: energia, transport oraz przemysł odpowiadają za ponad 80% całkowitej emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.



Ryc. 1. Dynamika zmian cen energii elektrycznej na rynkach europejskich w latach 2019 – 2022.



ODSTĘPSTWA PROENERGETYCZNE

1. **uznanie projektów OZE za leżące w nadrzędnym interesie publicznym**, co spowoduje obniżenie wymagań realizacyjnych i ograniczenie (a w niektórych przypadkach całkowite wyłączenie) oceny oddziaływania na środowisko na korzyść realizacji przedsięwzięć energetycznych oraz umożliwienie derogacji przepisów ochronnych (*Rozporządzenie Rady UE 2022/2577*)
2. **wykorzystanie pilnej ścieżki prawodawczej** (art. 122 ust. 1 *TfUE*) zamiast zwykłej procedury ustawodawczej, czym ograniczono udział społeczeństwa w przyjęciu aktu prawnego o istotnym wpływie na środowisko (*Rozporządzenie Rady UE 2022/2577*)
3. **zakwalifikowanie produkcji energii z kopalnych paliw gazowych jako „zrównoważonej środowiskowo”** w rozumieniu *Taksonomii UE*, co umożliwi finansowanie inwestycji negatywnych środowiskowo (emisje CO₂) na równi z zieloną energią (*Rozporządzenie Komisji UE 2021/2139*)
4. **odstąpienie od stosowania wymagań jakościowych dla paliw stałych**, co poprzez zwiększenie wolumenu węgla niskiej jakości pozostaje w sprzeczności m.in. ze standardami jakości powietrza oraz oddala Polskę od osiągnięcia bezpieczeństwa środowiskowego (*Rozporządzenie MKiŚ ws. odstąpienia od wymagań jakościowych dla paliw stałych*)
5. **ustalenie maksymalnych przychodów z instalacji wykorzystujących zieloną energię** na poziomie €180/MWh jako instrument obniżania cen energii z uwagi na zbyt wysokie przychody zielonych inwestycji (*Rozporządzenie Rady UE 2022/1854*)



WNIOSKI

System prawny Unii Europejskiej, poza dążeniem do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, ma na celu zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko przedsięwzięć w najbardziej energochłonnych sektorach gospodarki. Niemniej w przypadku sytuacji wyjątkowych, takich jak niestabilność przepływu w systemie elektroenergetycznym, rażąco wysokie ceny energii będącej podstawowym dobrem czy zwiększające się ubóstwo energetyczne, prawodawca nierzadko decyduje się na wprowadzenie odstępstw na rzecz bezpieczeństwa energetycznego kosztem wypracowanych zasad ochrony środowiska. Państwa członkowskie, w tym Polska, również bez inicjatywy unijnej podejmują podobne mechanizmy w legislacji krajowej.

LITERATURA

1. CO2 Emissions in 2022, International Energy Agency, 2023.
2. M. Grzywacz, *Bezpieczeństwo surowcowe państwa. Instrumenty prawa administracyjnego*.
3. M. Cizek, *Bezpieczeństwo ekologiczne (środowiskowe) i kultura bezpieczeństwa ekologicznego (środowiskowego)*, Kultura Bezpieczeństwa 5/2016.
4. P. Gallop, *Position paper for EU Member States on applying Council Regulation (EU) 2022/2577 (...)*, Bankwatch.
5. S. Cevik, *Climate Change and Energy Security: The Dilemma or Opportunity of the Century?*, International Monetary Fund, 2022
6. Polski Alarm Smogowy, *Kolejne miesiące węglowej samowoli...*

Autor:	<i>Mgr Justyna Kanas, Michał Ścibura Uniwersytet Warszawski</i>
Tytuł:	<i>Bezpieczeństwo środowiskowe a bezpieczeństwo energetyczne w dobie kryzysu: ujęcie prawne</i>
<p>Opis:</p> <p>W ostatnich latach ustawodawca unijny przeprowadza szereg reform mających na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. Dotknięte są tym przede wszystkim sektory energochłonne, takie jak elektroenergetyka, ciepłownictwo, przemysł, czy transport. To właśnie na tych rynkach wprowadzono nowe instrumenty, równolegle zapewniające bezpieczeństwo energetyczne.</p> <p>Niemniej, z powodu ostatnich sytuacji kryzysowych mających miejsce na świecie, to bezpieczeństwo energetyczne – niekiedy kosztem ochrony środowiska – ponownie zyskało pierwszeństwo w prawie i w polityce. W ostatnich miesiącach obserwuje się wprowadzanie coraz szerszych odstępstw norm środowiskowych. Świat znajduje się obecnie w kolejnym kryzysie, wywołanym przede wszystkim inflacją po pandemii COVID-19 oraz zagrożeniem odcięcia dostaw surowców naturalnych ze strony Federacji Rosyjskiej. Powyższe sytuacje wymuszają często natychmiastowe wdrożenie środków zaradczych w celu zapewnienia odporności rynku energii elektrycznej na przewidywany rozwój wydarzeń. Środki te mają przede wszystkim wymiar prawny. Niniejszy poster skupia się na przedstawieniu najnowszych zmian prawnych w przestrzeni, wydawałoby się utrwalonych, zasad środowiskowych na rzecz bezpieczeństwa energetycznego.</p> <p>W celu określenia miarkowania zasad dotyczących dążenia do bezpieczeństwa energetycznego kosztem środowiska naturalnego w dobie trwającego światowego kryzysu, przeanalizowane zostaną przede wszystkim akty unijne oraz polskie akty prawa powszechnie obowiązującego, przy uwzględnieniu kontekstu ekonomicznego. Powyższe nada badaniu dwustopniowego wymiaru, na poziomie ogólnym oraz lokalnym. Polska bowiem jest jednym z państw najbardziej dotkniętych kryzysem gospodarczym. Natomiast z uwagi na bliskie sąsiedztwo terytoriów pochłoniętych wojną i zależnością od rosyjskich paliw, nasz kraj jest szczególnie narażony na braki w dostawie surowców.</p> <p>Wybrane regulacje przyporządkowano do dwóch kolumn w zależności od priorytetów wybrzmiewających z przepisów, a także otoczenia legislacyjnego obecnego przy ich uchwalaniu. Pierwsza kolumna przedstawia przepisy łączące zarówno bezpieczeństwo ekologiczne, jak i energetyczne. Są to regulacje i transpozycje do porządków krajowych norm uchwalonych na kanwie pakietów energetycznych. Druga część tabeli stanowi odpowiadające wcześniej wspomnianym zasadom odstępstwa na rzecz bezpieczeństwa energetycznego. Wnioski będą stanowić podsumowanie przesłanek przeważających nad interesem środowiskowym.</p>	

CZY MAM WPŁYW NA TO, JAK POSTRZEGANA JEST ENERGETYKA JĄDORWA?

"Wyciąganie danych ze strony internetowej odbywa się poprzez tzw. Web Scraping, a dokonują go nie ludzie, a napisane przez nich boty, które wędrują po internecie, przeglądając i pobierając to, co znajdą".
www.spidersweb.pl

Ty komentujesz, Ty kreujesz!

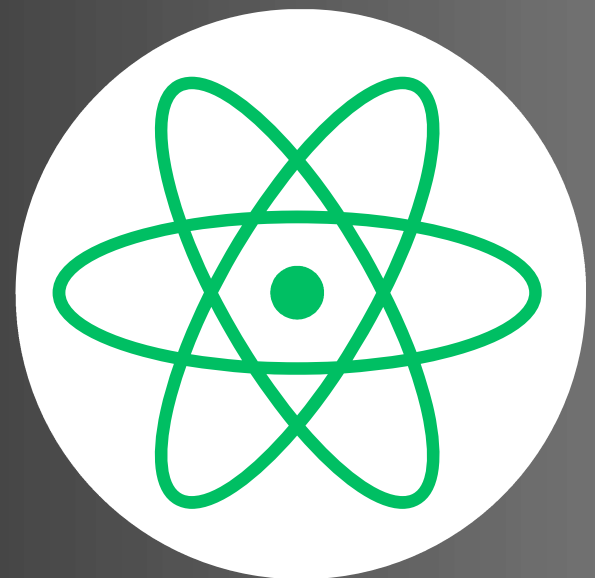


Czarnobyl
zasilanie
bomba
rozwój
wybuch
czysta energia
niebezpieczeństwo
ekologiczna energia



"Energetyka jądrowa" - obrazy stworzone przez sztuczną inteligencję.

Ty publikujesz, Ty proponujesz, Ty edukujesz, Ty decydujesz !!!



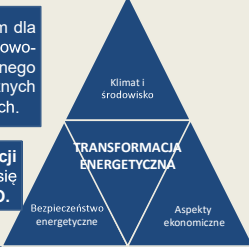
#poluparyzacja #interdyscyplinarnaedukacja

Autor:	<i>Marcin Olesiuk Akademia Nauk Stosowanych, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu</i>
Tytuł:	<i>Czy mam wpływ na to, jak postrzegana jest energetyka jądrowa?</i>
<p>Opis:</p> <p>Nie byłbym sobą, gdybym do tematyki poważnej i naukowej, jako popularyzator wiedzy, nie podszedł z humorem. Proszę zatem czytając lekko „zmrużyć oko”. Nie raz słyszeliśmy podczas nadchodzących wyborów: „Twój głos ma znacznie”. Obecnie też przed wyborem stoimy i to może nawet ważniejszym niż głowy państwa, bo ścieżka transformacji energetycznej i wybór energetycznego miksu to decyzja nie na kadencje, a na dekady. Przy tej dyskusji, która obecnie dotyka też aspektów bezpieczeństwa, przeprosiliśmy się też trochę z atomem. Może nie wszyscy, ale za sukces można uznać fakt, że wykonaliśmy przy tym spory krok w stronę energetyki jądrowej. To sporo, ale ten krok nie jest jeszcze wystarczający, żeby przeciąć linię mety. Atomu się boimy, oczywiście nie wszyscy, bo taki mamy jego obraz. Obraz, w którym obowiązkowo „muszą znaleźć się żółte beczki, koniecznie otwarte, najlepiej porzucone w lesie, z zieloną substancją, która z nich wypływa i żółte znaki, dużo żółtych znaków – oznaczających promieniowanie i niebezpieczne odpady. Dobrze, kiedy pokazana jest jeszcze umiarkująca przyroda i futurystycznie ubrani ludzie, których koniecznym atrybutem są maski przeciwgazowe. A przecież atom i atomowa energia mają zupełnie inny znak. Atom może być zielony, i to nie za sprawą toksycznej substancji, ale paradoksalnie za sprawą produkcji tzw. czystej energii”¹. Te słowa to fragment mojego felietonu dla projektu „Atomowa Dyplomacja”, ale nie wziął się znikąd. Oprócz obserwacji, czy jak woli nauka, analizy dyskursu forów branżowych, zapytałem o postrzeganie energetyki jądrowej moich studentów. Tych z zarządzania i pedagogiki, którym daleko do posiadania tajemnej wiedzy, zarezerwowanej dla jądrowych fizyków i specjalistów. Spora część energię jądrową zna i lubi, wie że to niskoemisyjne i bezpieczne źródło energii. Jednak części kojarzy się ona nadal z Czarnobyłem i powracająca mityczną chmurą, bombą atomową, zagładą i niebezpieczeństwem. To dlatego, kiedy zapytałem AI z czym kojarzy się energetyka jądrowa, otrzymałem dwie różne grafiki umieszczone w posterze. Od edukacji, podniesienia świadomości społecznej i popularyzacji wiedzy o atomie zależeć będzie jej postrzeganie. To my wszyscy, wprowadzając komentarze do cyfrowego świata budujemy obraz energii jądrowej, uczymy innych i jak się okazuje nauczyliśmy AI. Ta energia może mieć postać słynnej „koniczyny” i beczek z zieloną substancją, ale może mieć też zielony i przyjazny znak atomu. To ważne dlatego, że ten atom za moment zbuduje nasze bezpieczeństwo (oby nie mylić ze „zbuntuje społeczeństwo”). I nie chodzi o to, żeby z uporem maniaka skandować hasła „tylko atom nas wyzwoli” i „walczyć z wiatrakami” nie tylko w przenośni. Chodzi o to, żeby uświadomić społeczeństwu (szczególnie tej części, która technicznej i specjalistycznej wiedzy mieć nie musi), że w szeregach zielonej energii jest też miejsce dla energetyki jądrowej, a jeśli pozwolimy jej zając swój kawałek tortu, to tego tortu wystarczy też żeby podzielić się z sąsiadami, kiedy zgłodnieją. Dlatego potrzebujemy edukacji i popularyzacji wiedzy o sektorze energetycznym, takiej która jest interdyscyplinarna i która będzie zrozumiała dla tych „nietechnicznych”, co wynika również z prowadzonych przeze mnie badań. Oczywiście mógłbym dla zwieńczenia intelektualnej uczytu opisać tutaj hipotezy i analizy oraz informacje, czy wykonałem chociażby test niezależności chi-kwadrat Pearsona, ale czy nauka czasami po prostu nie może być przyjemna? Pamiętajmy o tym ucząc o sektorze energetycznym, że nie każdy z nas jest fanem nauk ścisłych i może to odmieni świat generowanych grafik energii jądrowej.</p>	

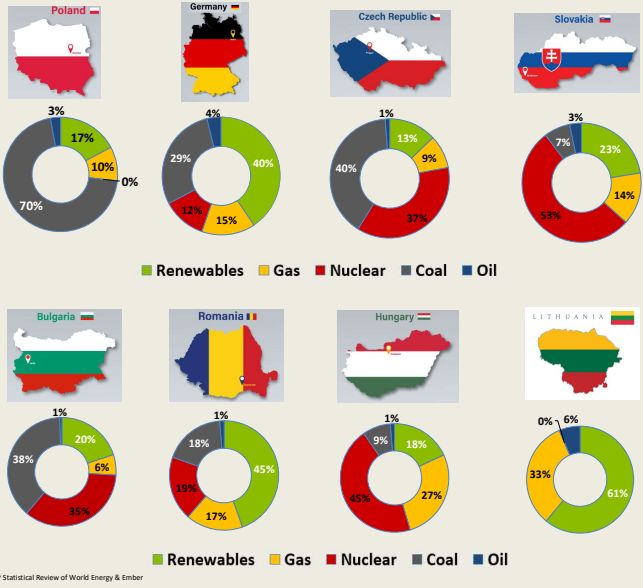
1. Transformacja energetyczna i Trylemat Energetyczny

Transformacja energetyczna jest kluczowym wyzwaniem dla krajów europejskich, zwłaszcza tych z Europy Środkowo-Wschodniej (CEE). Transformacja sektora energetycznego w krajach byłego bloku wschodniego wymaga znacznych inwestycji, a w związku z tym dużych nakładów kapitałowych.

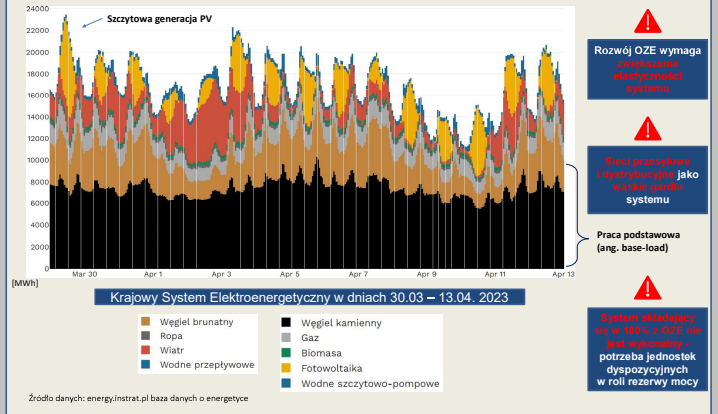
Brak precyzyjnego zdefiniowania transformacji energetycznej doprowadził do pojawienia się w literaturze koncepcji **TRYLEMATU ENERGETYCZNEGO**.



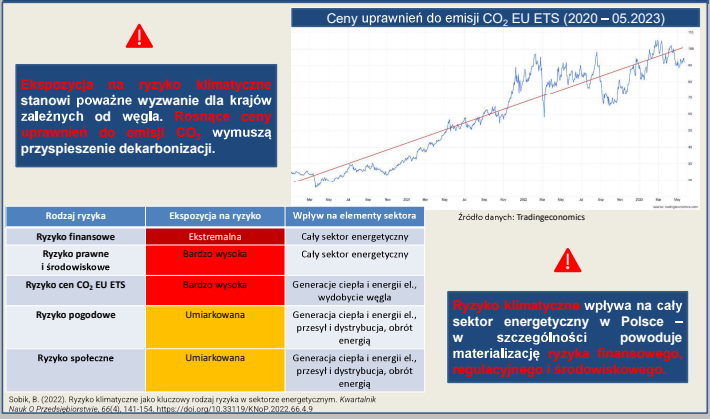
2. Miksy energetyczne w krajach CEE



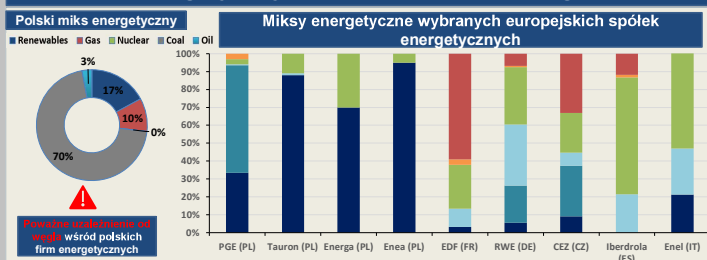
5. Elastyczność systemu – problematyka bilansowania



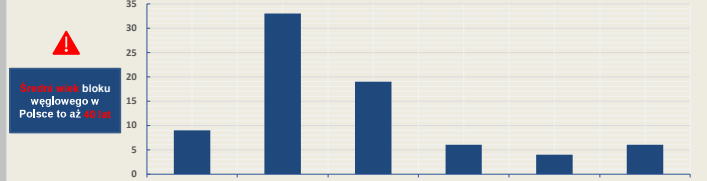
6. Ekspozycja na ryzyko klimatyczne



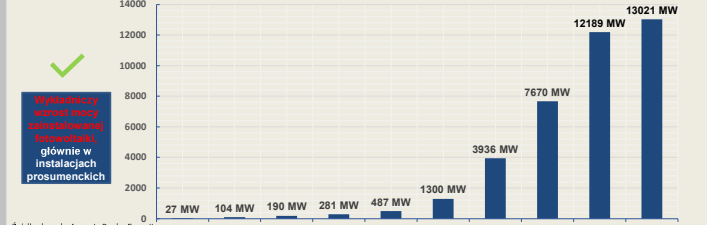
3. Miks energetyczny w Polsce – kluczowe zagadnienia



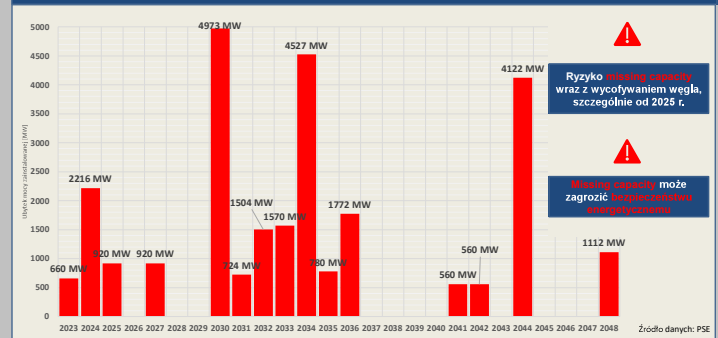
Liczba bloków węglowych w Polsce w określonym wieku



Fotowoltaika w Polsce – wykres mocy zainstalowanej



7. Problem niedoboru mocy (missing capacity)



8. Wnioski dla Polski i Europy Środkowo-Wschodniej w kontekście bezpieczeństwa energetycznego

- Dywersyfikacja miksu energetycznego** jest kluczową kwestią dla bezpieczeństwa energetycznego i sprawia, że gospodarka jest bardziej odporna na szoki i kryzysy energetyczne. Monokultura jednego źródła energii lub oparcie bezpieczeństwa energetycznego na imporcie stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa energetycznego.
- Ekspozycja na ryzyko klimatyczne** ma wpływ na cały sektor energetyczny i dlatego powinna być należycie brana pod uwagę i mitygowana, ponieważ ignorowanie jej może mieć poważne konsekwencje.
- "Europa dwóch prędkości"** i **ekonomiczne konsekwencje dla Europy Środkowo-Wschodniej**. Transformacja energetyczna w Europie Środkowo-Wschodniej wymaga wysokich nakładów inwestycyjnych, niemniej jednak jest to jedyny sposób na stworzenie przyjaznego dla środowiska, ekonomicznie uzasadnionego i bezpiecznego systemu.

Autor:	<i>mgr inż. Bartosz Sobik Szkoła Doktorska, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie</i>
Tytuł:	<i>Transformacja Energetyczna. Konkluzje ze studium przypadku Polski na tle krajów Europy Środkowo – Wschodniej w kontekście bezpieczeństwa energetycznego</i>
<p>Opis:</p> <p>Bezpieczeństwo energetyczne odgrywa kluczową rolę w polityce energetycznej i gospodarczej. Znaczenie bezpieczeństwa energetycznego zostało dobitnie uwypuklone przez kryzys energetyczny i geopolityczny. Niemal z dnia na dzień Europa stanęła w obliczu zagrożenia bezpieczeństwa dostaw strategicznych surowców energetycznych. Ogólny wysiłek na rzecz dekarbonizacji i dywersyfikacji polskiego mixu energetycznego stawia w centrum uwagi kwestie bezpieczeństwa energetycznego. Z tego powodu tak istotne jest przeanalizowanie czynników składających się na polskie bezpieczeństwo energetyczne i dążenie do utrzymania go na jak najwyższym poziomie.</p> <p>Celem niniejszego posteru jest przedstawienie kluczowych zagrożeń i wyzwań stojących przed Krajowym Systemem Elektroenergetycznym w zakresie bezpieczeństwa energetycznego. Metody zastosowane w badaniu to przegląd literatury i analiza danych. Poster, jak i artykuł przygotowane na podstawie tych badań weryfikują hipotezę, że bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej w Polsce może być zagrożone w nadchodzących latach z powodu m.in. luki inwestycyjnej, wycofywania mocy węglowych i niezdywersyfikowanego mixu energetycznego.</p> <p>Transformacja energetyczna to niewątpliwie największe wyzwanie stojące przed sektorem energetycznym w Polsce. Odejście od węgla, dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii oraz budowa nowych elektrowni gazowych jak i jądrowych to duże wyzwanie, którego fundamentem jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego. Kluczowym aspektem transformacji energetycznej będzie jej precyzyjne zaplanowanie, tak aby nie pojawiło się ryzyko missing capacity w KSE. Dodatkowo zmiana struktury wytwarzania energii elektrycznej przyniesie nowe wyzwania, takie jak konieczność zbilansowania generacji z OZE. Eksploatacja elektroenergetycznych aktywów wytwórczych opiera się w dużej mierze na elektrowniach zbudowanych w latach sześćdziesiątych, siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku. Doprowadziło to do powstania luki inwestycyjnej w obszarze aktywów wytwórczych. Wypełnienie luki inwestycyjnej wynikającej z trwającej już transformacji energetycznej stanowi jednak kolejne wyzwanie dla KSE w zakresie zastąpienia mocy z przestarzałych bloków węglowych. W związku z wycofaniem tak dużych wolumenów mocy zainstalowanej z KSE, planowane jest uruchomienie obecnie budowanych bloków, jednak istnieje realne ryzyko, że krajowa produkcja nie pokryje zapotrzebowania na energię elektryczną od 2025 r. ze względu na wykluczenie większości elektrowni węglowych z rynku mocy.</p> <p>Bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej w Polsce może być w najbliższych latach zagrożone m.in. ze względu na lukę inwestycyjną, wygaszanie elektrowni węglowych oraz niedywersyfikację mixu energetycznego. Kwestią o najwyższym priorytecie dla polskiego KSE, w obliczu zagrożenia brakującymi mocami wytwórczymi, jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej i utrzymanie mocy wytwórczych, zwłaszcza jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych, na odpowiednim poziomie. Kryzys energetyczny i geopolityczny związany z inwazją Rosji na Ukrainę dobitnie pokazał, jak kluczowe dla gospodarki jest dbanie o bezpieczeństwo energetyczne. Plany transformacji energetycznej i polityka energetyczna Polski wymagają rewizji w świetle obecnego kryzysu. Ponadto, wyzwania związane z pracami nad KSE wskazują na konieczność dalszej rozbudowy mocy OZE i kontynuacji procesu dekarbonizacji polskiej energetyki, wraz ze zwiększaniem przepustowości sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, która jest wąskim gardłem dla rozwoju OZE. Potrzeba ograniczenia ryzyka klimatycznego jest obecnie jednym z największych wyzwań stojących przed sektorem energetycznym w Polsce.</p>	

Autor:	<i>Łucja Ignac Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza</i>
Tytuł:	<i>Identyfikacja zagrożeń i efektywne zarządzanie ryzykiem poprzez przyjęte modele na przykładzie polskich przedsiębiorstw energetycznych</i>
<p>Opis:</p> <p>Celem badawczym posteru był przegląd wykorzystywanych modeli identyfikacji i zarządzania ryzykiem w wybranych wiodących polskich przedsiębiorstwach sektora energetycznego oraz określenie jak ryzyko jest monitorowane, oceniane, jak przebiega komunikacja i ustalanie celów oraz jaka jest reakcja na stawiane szanse lub wyzwania. Do realizacji wykorzystano analizę sprawozdań rocznych podmiotów, sprawozdań z działania zarządu i metodę analiz porównawczych literatury naukowej. Metodyka postępowania pozwoliła na charakterystykę profili ryzyka, identyfikację ich rodzajów oraz stopnia natężenia.</p> <p>Na podstawie analizy dokumentacji stwierdzono, że model ERM głównie wykorzystuje Grupa Kapitałowa Tauron, w której skupiono się na dokładnym podziale odpowiedzialności, monitoringu, kontroli zagrożeń jak i szans. W 2022 roku były to zaburzenia na rynku towarów wywołanych konfliktem w Ukrainie, wzrost cen węgla, dostępność i jakość składników oraz spadek zapotrzebowania na energię.</p> <p>Spółki wchodzące w skład PGE oraz Grupa Kapitałowa LOTOS również korzystają z tej struktury ramowej, lecz bardziej skupiają się na zintegrowanym zbiorze możliwości, czyli GRC. Wzorzec jest pomocą w rozwiązywaniu postawionych problemów i pomaga osiągać określone cele. Grupa Kapitałowa PGE wyszczególniła ryzyka pokrywające się z przedstawionymi wyżej oraz podkreśliła wzrost samowystarczalności gospodarstw domowych (związane z prosumentami energii odnawialnej), negatywny odbiór wizerunku i niewypłacalność kontrahentów. Natomiast G.K. LOTOS wyszczególniła kategorie ryzyka związane z segmentem wydobywczym oraz dotyczącym handlu.</p> <p>Częściowo zmodyfikowany schemat stosuje Grupa ORLEN i PKN ORLEN S.A., które wykorzystują model trzech linii obrony, gdzie szczególnie wyeksponowano podział zadań i audyt jako jedną z linii prewencji. Zagrożenia jakie zdefiniowano, to również te z zakresu kryzysu energetycznego, dynamiczny wzrost elektromobilności, oraz technologiczne - obejmujące awarie infrastruktury energetycznej. W tym przypadku ma miejsce autorskie podejście do oceny ryzyka brutto (bez mechanizmów zapobiegania) oraz netto (z zastosowaniem działań).</p> <p>Zidentyfikowane informacje pokryły się z przypuszczeniami, że najbardziej zintensyfikowanymi obszarami zagrożenia w 2022 roku były wzrost cen surowców spowodowanych wojną na Ukrainie, niestabilne kursy walut i zmienność cen rynkowych energii. Jednak ważną informacją były czynniki ryzykogenne takie jak problemy hydrologiczne w elektrowniach wodnych, podnoszenie standardów przepisów dotyczących ochrony środowiska, celowa dezinformacja oraz problemy z cyberbezpieczeństwem. Większość z nich jest trudne do identyfikacji, co dowodzi bieżąco monitorowanej sytuacji i sięganiu po własne niezależne oceny przez podmioty z polskiego sektora energetycznego.</p>	

Autor:	<i>mgr inż. Magda Podgórska (1,2), mgr inż. Piotr Narloch (1,3)</i> <i>(1- Polska Spółka Gazownictwa sp. z o. o.) (2- Politechnika Gdańska Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska) (3 - Akademia Górniczo – Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie)</i>
Tytuł:	<i>Siloksany mikrozanieczyszczeniem biogazu</i>
<p>Opis:</p> <p>Przy ciągłym zagrożeniu globalnym ociepleniem klimatu oraz dużymi wahaniami cen ropy naftowej i gazu ziemnego, znacząco wzrosło zainteresowanie alternatywnymi, odnawialnymi źródłami energii. Biogaz wytwarzany jest w różnych środowiskach, np. na składowiskach odpadów, oczyszczalniach ścieków i komorach fermentacji bioodpadów i dysponuje ogromnym potencjałem jako źródło czystej energii. Wykorzystanie go stało się jedną ze skutecznych strategii łagodzenia kryzysu energetycznego i może potencjalnie odegrać kluczową rolę w światowym bezpieczeństwie dostaw energii i jej dywersyfikacji.</p> <p>Biogaz stanowi odnawialne źródło energii, które powstaje podczas beztlenowej degradacji materiału organicznego. W zależności od zastosowanych substratów w procesie, zmienia się skład mieszaniny gazowej. Surowce do fermentacji biogazu są rozległe, zaliczają się do nich pozostałości z obornika zwierzęcego, resztki poźniwne, osady ściekowe czy inne odpady organiczne. Do tej kategorii również zaliczamy gaz wysypiskowy. Pozyskany surowy biogaz zawiera 40-70% metanu, natomiast pozostałymi składnikami są dwutlenek węgla, para wodna, siarkowodór, amoniak, siloksany i inne mikrozanieczyszczenia. Spośród tych wymienionych związków, to siloksany mają najbardziej negatywny wpływ na wykorzystanie biogazu. Występowanie siloksanów obniża jego potencjał energetyczny, a także niekorzystnie wpływa na warunki eksploatacyjne urządzeń, wytwarzając mikrokrystaliczną krzemionkę, mającą właściwości podobne do szkła.</p> <p>Celem posteru jest uwypuklenie problemu substancji szkodliwych występujących w biogazie, przede wszystkim siloksanów i lotnych związków organicznych (LZO) oraz przedstawienie jak niekorzystny wpływ dla infrastruktury sieci gazowej ma obecność związków zawierających krzem występujący w biogazie. W posterze przedstawiony zostanie zarys dostępnych metod uszlachetniania biogazu i zaproponowana zostanie optymalna metoda w celu zmniejszenia ich stężenia lub całkowitej eliminacji.</p>	

Wielkoskalowe magazynowanie wodoru w złożach soli – szanse i bariery

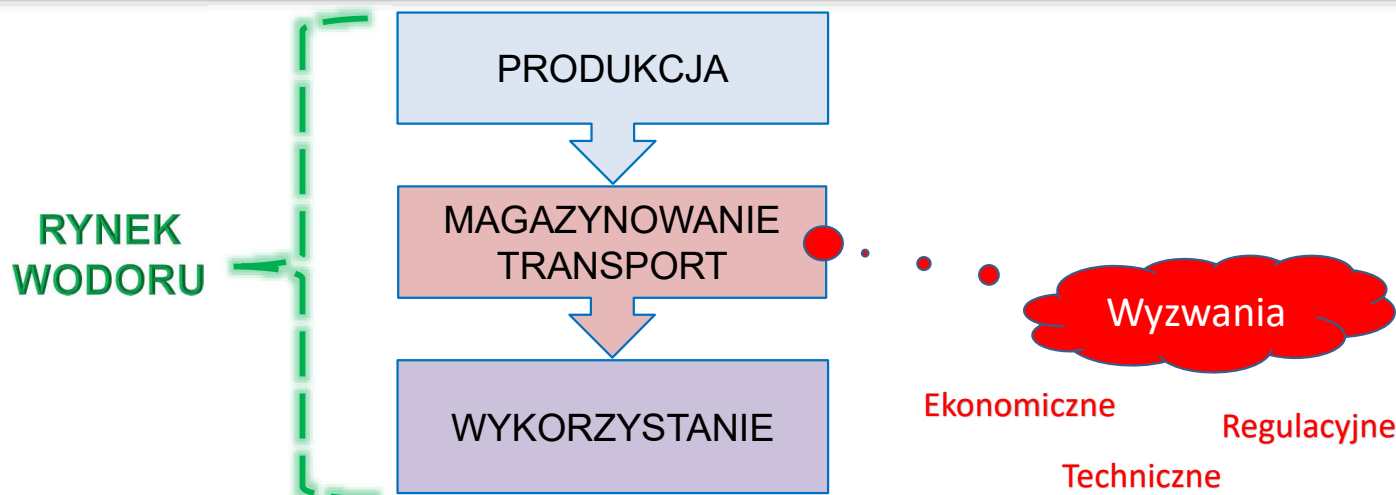
Monika Piech^{1,2)}, Adam Szurlej¹⁾

1) AGH w Krakowie

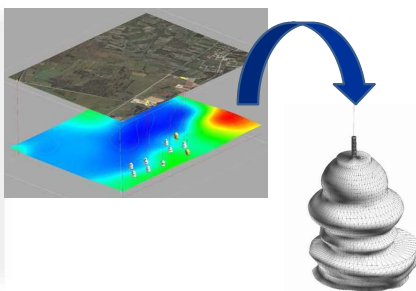
2) PKN ORLEN Oddział Centralny PGNiG

STRESZCZENIE

- Magazynowanie wodoru pełni kluczową rolę w celu zapewnienia stabilności funkcjonowania systemu energetycznego przy jednoczesnym zwiększaniu udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w sieciach energetycznych.
- Magazynowanie wodoru stanowi niezbędny element łańcucha dostaw paliwa wodorowego, od momentu jego wytworzenia aż do wykorzystania.
- Zgodnie z aktem delegowanym do Taksonomii UE magazynowanie wodoru jest zgodne z Taksonomią i ma istotny wpływ na łagodzenie zmian klimatu. Jednym z dedykowanych zadań wymienionych z Pakiecie Dekarbonizacji Rynku Gazu Ziarnego i Wodoru (tzw. Nowym Pakiecie Gazowym), niezbędnych do rozwoju rynku wodoru jest zapewnienie, aby magazynowanie wodoru było prowadzone przez wyodrębnionych operatorów zobowiązanych do zapewnienia bezpieczeństwa eksploatowanej infrastruktury, a także jej rozwoju.
- Rozwój możliwości produkcji OZE, w szczególności budowa mocy wiatrowych off-shore czy fotowoltaiki, tylko wzmocni potrzebę magazynowania energii w skali całego systemu. Ocenia się, że średnio- i długoterminowe magazynowanie będzie wymagało rozwoju technologii wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej.



Kawerny solne ze względu na uwarunkowania geologiczne Polski jak i znakomite parametry techniczno-eksploatacyjne mogą stanowić magazyny wodoru i tym samym stwarzają potencjał do świadczenia usług magazynowych zarówno na potrzeby krajowe jak i europejskie



- Wykorzystanie przestrzeni na magazynowanie wodoru będzie konkurować z wykorzystaniem jej do składowania gazu ziemnego oraz CO₂
- Główne wyzwania stawiane przed magazynowaniem wodoru to **zapewnienie odpowiednich wielkości objętości magazynowej dla wodoru** a także zagwarantowanie odpowiednich wolumenów energii elektrycznej z OZE
- Należy **przeanalizować lokalizacje i dostępność wielkoskalowych magazynów** w strukturach geologicznych na terenie kraju szczególnie w kontekście rozwoju OZE jak i rozwoju sieci przesyłowych
- Wdrożenie odpowiednich regulacji oraz strategii**, które pozwolą na gromadzenie rezerw wodoru, szczególnie uwzględniając zwiększenie od 2030 r. produkcji i wykorzystania zielonego wodoru

WNIOSKI

- Jedną z najbardziej obiecujących **metod wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej** jest jej przechowywanie w postaci **sprężonego wodoru w strukturach geologicznych**. Jest to bardzo efektywne rozwiązanie, ograniczające nakłady inwestycyjne oraz zajmowaną powierzchnię terenu. Przykładowo jedna kawerna solna o objętości geometrycznej 200 tys. m³ pozwala na zmagazynowanie około 80 tys. MWh energii w postaci wodoru.
- Wraz ze wzrostem wykorzystania wodoru w światowej gospodarce **potrzeby inwestycyjne na magazynowanie energii będą rosły**. Warto w tym kontekście podkreślić wysadowe i pokładowe złoża soli kamiennej w Polsce, z którymi można wiązać spory potencjał na magazynowanie wodoru.
- Kawerny solne** charakteryzują się bardzo dużą elastycznością pracy, mają możliwość wykonywania wielu cykli załadowania i odbioru w ciągu roku, a także zapewniają wysokie bezpieczeństwo techniczne i środowiskowe z uwagi na własności fizyko-chemiczne skał solnych.

Autor:	<i>dr hab. Adam Szurlej (1) , Monika Piech (1,2)</i> <i>(1 – Akademia Górniczo – Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)</i> <i>(2 – PKN ORLEN Oddział Centralny PGNiG)</i>
Tytuł:	<i>Wielkoskalowe magazynowanie wodoru w złożach soli – szanse i bariery</i>
<p>Opis:</p> <p>Cel badawczy: Magazynowanie wodoru pełni kluczową rolę w celu zapewnienia stabilności funkcjonowania systemu energetycznego przy jednoczesnym zwiększaniu udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w bilansie energii elektrycznej. Wodór może być magazynowany zarówno w podziemnych strukturach geologicznych, jak i w formie naziemnej (zbiorniki). W zależności od celu magazynowania oraz docelowego sposobu wykorzystania, wodór może być magazynowany bezpośrednio lub w formie derywatu, a także w różnych stanach skupienia. Zasadniczym celem badawczym jest potwierdzenie możliwości wykorzystania złóż soli do wielkoskalowego wodoru. Praca ma charakter przeglądowo-badawczy. Jej celem jest analiza możliwości wielkoskalowego magazynowania wodoru w strukturach geologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem kawern solnych w kontekście prognozowanego wzrostu znaczenia OZE w miksie energetycznym. Taki sposób magazynowania istotnie przyczyni się do rozwiązania problemu jakim są wahania sezonowe i niestabilności produkcji energii elektrycznej w instalacjach wykorzystujących OZE w stosunku do zapotrzebowania. W ciągu ostatnich miesięcy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym miały miejsce sytuacje związane z nadpodażą energii elektrycznej generowanej niestabilnych źródła OZE, wymagające interwencji ze strony Operatora Systemu Przesyłowego (PSE). Ocenia się, że średnio- i długoterminowe magazynowanie będzie wymagało rozwoju technologii wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej. Jednym z dedykowanych zadań wymienionych z Pakiecie Dekarbonizacji Rynku Gazu Ziemi i Wodoru (tzw. Nowym Pakiecie Gazowym), niezbędnych do rozwoju rynku wodoru jest zapewnienie, aby magazynowanie wodoru było prowadzone przez wyodrębnionych operatorów zobowiązanych do zapewnienia bezpieczeństwa eksploatowanej infrastruktury, a także jej rozwoju.</p> <p>W pracy przeanalizowano podstawowe wyzwania, które są stawiane przed wdrożeniem technologii wielkoskalowego magazynowania wodoru, takie jak:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) wykorzystanie pojemności na magazynowanie wodoru będzie konkurować z wykorzystaniem jej do składowania gazu ziemnego oraz powietrza (technologia CAES) ; 2) Zapewnienie odpowiednich wielkości objętości magazynowej dla wodoru, a także zagwarantowanie odpowiednich nadwyżek wolumenów energii elektrycznej z OZE, która zostałaby zagospodarowana do produkcji tzw. zielonego wodoru; 3) Analiza lokalizacji i dostępności wielkoskalowych magazynów w strukturach geologicznych na terenie kraju szczególnie w kontekście rozwoju OZE, jak i rozwoju sieci przesyłowych; 4) Wdrożenie odpowiednich regulacji oraz strategii, które pozwolą na gromadzenie rezerw wodoru, szczególnie uwzględniając zwiększenie od 2030 r. produkcji i wykorzystania zielonego wodoru. <p>Wnioski: Jedną z najbardziej obiecujących metod wielkoskalowego magazynowania energii elektrycznej jest jej przechowywanie w postaci sprężonego wodoru w strukturach geologicznych. Jest to bardzo efektywne rozwiązanie, ograniczające nakłady inwestycyjne oraz zajmowaną powierzchnię terenu. Przykładowo jedna kawerna solna o objętości geometrycznej 200 tys. m³ pozwala na zmagazynowanie około 80 tys. MWh energii w postaci wodoru. Wraz ze wzrostem wykorzystania wodoru w światowej gospodarce potrzeby inwestycyjne na magazynowanie energii będą rosły. Warto w tym kontekście podkreślić wysadowe i pokładowe złoża soli kamiennej w Polsce, z którymi można wiązać spory potencjał na magazynowanie wodoru. Niezbędna jest kontynuacja badań mających na celu wytypowanie optymalnych lokalizacji pod wielkoskalowe magazynowanie wodoru. Kawerny solne charakteryzują się bardzo dużą elastycznością pracy, mają możliwość wykonywania wielu cykli zatłaczania i odbioru w ciągu roku, a także zapewniają wysokie bezpieczeństwo techniczne i środowiskowe z uwagi na ich właściwości fizyko-chemiczne. Warto także podkreślić długoletnie doświadczenie krajowe w zakresie magazynowania gazu ziemnego w kawernach solnych.</p> <p>Słowa kluczowe: wodór, magazynowanie, kawerny solne, transformacja energetyczna, odnawialne źródła energii</p>	



ISBN 978-83-958517-6-6



9 788395 851766