RAPORT

DOTYCZĄCY SEKTORA WODOROWEGO ORAZ NOWYCH ZAWODÓW W RAMACH ROZWIJAJĄCEJ SIĘ GOSPODARKI WODOROWEJ

1 1.008 H Hydrogen

Dofinansowane przez Unię Europejską

DIALOG of Transformation
Certified Service EDU SMART Training Centre
UKPRN 10066595

FERI

ECRN
European Chemical Regions Network

zielona chemia

KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie 03
2. O wodorze 09
3. Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce 13
4. Polska Strategia Wodorowa jako wyznacznik rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce 15
5. Gospodarka wodorowa w Polsce - stan obecny 21
6. Zastosowanie wodoru w Holandii 43
7. Zastosowanie wodoru w Hiszpanii 53
8. Sektor wodorowy w Irlandii 62
9. Raporty z badań projektowych 74
10. Dobre praktyki i przykłady działań w sektorze wodorowym 125
11. Podsumowanie 194
12. Bibliografia 196

Dofinansowane przez Unię Europejską

WPROWADZENIE

Zmiany klimatyczne wywołane emisją gazów cieplarnianych zmuszają ludzkość do przyspieszenia procesów dekarbonizacji w gospodarce światowej praktycznie we wszystkich dziedzinach. Jednym z tych procesów jest transformacja energetyczna zmierzająca do zastąpienia kopalnych źródeł energii odnawialnymi, które dostarczają tzw. zielonej energii. Może ona pochodzić z wykorzystywania siły wiatru, wody, słońca, biomasy oraz zielonego wodoru (Łącka, 2023). Unia Europejska jako pierwsze ugrupowanie gospodarcze najszybciej zdecydowała rozpocząć wdrażanie zaleceń zapisanych w rezolucji ONZ pt. Agenda 2030 (UN, 2015). Komisja Europejska w 2019 r. w ramach polityki ochrony klimatu ogłosiła założenia Europejskiego Zielonego Ładu (EC, 2019). Od tego momentu dekarbonizacja w krajach członkowskich UE uległa gwałtownemu przyspieszeniu. W ramach strategii Zielonego Ładu w kolejnych latach podjęto wiele istotnych decyzji i działań, które najpierw mają doprowadzić w UE do 2030 r. do zmniejszenia o 55% emisji CO2, a docelowo zapewnić neutralność klimatyczną Wspólnoty do 2050 r. Wśród tych działań znalazło się m.in. przyjęcie unijnej strategii wodorowej w 2020 r. (EC, 2020), a także przedstawienie propozycji aktów prawnych zawartych w dokumencie Fit for 55 w 2021 r. (EC, 2021). Zawiera on zapisy, które mają dostosować unijne prawo do ambitnej polityki w zakresie ochrony klimatu. Wymagają przeprowadzenia we wszystkich krajach członkowskich zmian regulacyjnych, organizacyjnych i technologicznych nie tylko w energetyce, ale także w innych dziedzinach gospodarki, w tym w przemyśle, transporcie, ciepłownictwie, budownictwie czy rolnictwie.

Wszystkie kraje, które podpisały pakiet legislacyjny Fit for 55 są świadome, że dla osiągnięcia ambitnych celów klimatycznych UE niezbędny jest rozwój alternatywnych form wytwarzania i magazynowania energii. Jednym z rozwiązań okazuje się wodór, który może służyć zmniejszeniu m.in. emisyjności hutnictwa i przemysłu chemicznego, w których redukcja CO2 przy dostępnych obecnie metodach jest utrudniona ze względów technicznych.

Napaść Rosji na Ukrainę w lutym 2022 r. i światowy kryzys energetyczny uświadomiły wszystkim mieszkańcom Europy, że zależność ich gospodarek od paliw kopalnych (ropy i gazu) zagraża nie tylko klimatowi, ale także bezpieczeństwu narodowemu.

WPROWADZENIE

Zmieniona sytuacja geopolityczna, a w konsekwencji ekonomiczna ujawniły potrzebę przyspieszenia procesów transformacji energetycznej w krajach członkowskich UE z wykorzystaniem nowych rozwiązań w zakresie zielonej energii, w tym opartych na technologiach wodorowych (Łącka, Wojdyła, 2022). Jak wskazuje M. Sobolewski wodór „może zastępować paliwa kopalne w transporcie i przemyśle, jak również służyć do magazynowania energii elektrycznej pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych" (Sobolewski 2022). Upowszechnienie wykorzystania wodoru w Europie pozwoliłoby zmniejszyć import paliw kopalnych (ropy i gazu ziemnego, węgla kamiennego i brunatnego), a tym samym poprawić bezpieczeństwo energetyczne przez stabilizację systemu energetycznego. Jest to szczególnie ważne dla krajów, które były dotychczas bardzo uzależnione od importu ropy, gazu ziemnego i węgla kamiennego z Rosji. Choć po rozpoczęciu wojny między Rosją a Ukrainą zmieniły strukturę dostaw nośników energii, to nadal ich mix energetyczny wskazuje na silne uzależnienie od węglowodorów i zbyt mały udział odnawialnych źródeł energii w całkowitej konsumpcji energii. Takim krajem jest Polska, stąd też konieczność dokonania w tym kraju transformacji energetycznej. Z jednej strony jest to podyktowane potrzebą dekarbonizacji gospodarki zgodnie z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu i dokumentu Fit for 55, a z drugiej wynika z naturalnej potrzeby bezpieczeństwa energetycznego i narodowego w zakresie dostępu do energii w sytuacji, gdy jej zużycie stale rośnie wraz ze wzrostem i rozwojem gospodarczym, a dotychczasowy wieloletni dostawca (Rosja) stał się zagrożeniem.

Szansą na uwolnienie się Polski od wykorzystywania paliw kopalnych jest, poza znanymi już i od pewnego czasu rozwijanymi w naszym kraju źródłami energii odnawialnej z konwencjonalnych źródeł (słońce, wiatr, woda, biogaz), wodór pozyskiwany w ekologiczny sposób. Jak wskazują autorzy raportu Zielony wodór z OZE w Polsce „Aby jednak wodór spełnił swoje zadanie w procesie dekarbonizacji europejskich gospodarek konieczne jest zapewnienie dostępu do bezemisyjnych technologii jego wytwarzania. W polskich warunkach kluczową rolę w produkcji czystego wodoru powinny odegrać przede wszystkim źródła odnawialne, których praca dzięki właściwościom wodoru pozwalającym na magazynowanie energii będzie w jeszcze lepszy sposób stabilizować Krajowy System Elektroenergetyczny" (Brodacki i in., 2021, s. 25).

WPROWADZENIE

W 2020 roku Unia Europejska przyjęła strategię w sprawie wodoru. Dokument o nazwie COM/2020/301 zawiera propozycję działań politycznych w pięciu obszarach: wsparcie inwestycyjne, wspieracie produkcji i popytu, stworzenie rynku i infrastruktury wodorowej, badania i współpraca oraz współpraca międzynarodowa. Wodór stanowi także ważny element strategii UE na rzecz integracji systemów energetycznych (COM/2020/299).

Do pierwszego kwartału 2022 roku EU wdrożyła i zrealizowała 20 kluczowych działań wodorowych:

- Opracowanie programu inwestycyjnego w ramach Europejskiego Sojuszu na rzecz Czystego Wodoru w celu stymulowania rozwoju produkcji i wykorzystania wodoru oraz zbudowanie konkretnego szeregu projektów.
- Wspieracie strategicznych inwestycji w czysty wodór w kontekście planu Komisji odbudowy, w szczególności za pośrednictwem strategicznego okna inwestycji europejskich InvestEU.
- Zaproponowanie środków ułatwiających wykorzystanie wodoru i jego pochodnych w sektorze transportu w przyszłej strategii Komisji na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności oraz w powiązanych inicjatywach politycznych.
- Zbadanie dodatkowych środków wsparcia, w tym polityk po stronie popytu w sektorach końcowego wykorzystania, na rzecz wodoru odnawialnego w oparciu o istniejące przepisy i dyrektywy w sprawie energii odnawialnej.
- Prace nad wprowadzeniem wspólnego progu/normy niskoemisyjnej w celu promowania instalacji do produkcji wodoru w oparciu o ich efektywność emisji gazów cieplarnianych w pełnym cyklu życia.
- Prace nad wprowadzeniem kompleksowej terminologii i ogólnoeuropejskich kryteriów certyfikacji wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego.
- Opracowanie programów pilotażowych – najlepiej na poziomie UE – dotyczących programu kontraktów różnicowych w zakresie emisji dwutlenku węgla, w szczególności w celu wspierania produkcji stali niskoemisyjnej i stali o obiegu zamkniętym oraz podstawowych chemikaliów.
- Rozpoczęcie planowania infrastruktury wodorowej, m.in. w ramach Transeuropejskich Sieci Energii i Transportu oraz Dziesięcioletnich Planów Rozwoju Sieci z uwzględnieniem planowania sieci stacji paliw.
- Przyspieszenie wdrażania różnej infrastruktury tankowania w ramach przeglądu dyrektywy w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych i przeglądu rozporządzenia w sprawie transeuropejskiej sieci transportowej.
- Projekt umożliwiający wprowadzenie zasad rynkowych w zakresie wdrażania wodoru, w tym usunięcie barier dla efektywnego rozwoju infrastruktury wodorowej, oraz zapewnienie producentom i klientom wodoru dostępu do płynnych rynków oraz

WPROWADZENIE

integralność wewnętrznego rynku gazu poprzez nadchodzące przeglądy legislacyjne (np. przegląd prawodawstwa gazowego dla konkurencyjnych rynków zdekarbonizowanego gazu).

- Uruchomienie elektrolizera o mocy 100 MW oraz zaproszenie do składania wniosków o zielone lotniska i porty w ramach zaproszenia do Europejskiego Zielonego Ładu w ramach programu „Horyzont 2020".
- Utworzenie proponowanego partnerstwa na rzecz czystego wodoru, skupiającego się na produkcji, magazynowaniu, transporcie, dystrybucji i kluczowych komponentach wodoru odnawialnego w celu zapewnienia priorytetowych zastosowań końcowych czystego wodoru po konkurencyjnej cenie.
- Sterowanie rozwojem kluczowych projektów pilotażowych wspierających łańcuchy wartości wodoru, w koordynacji z planem SET.
- Ułatwienie demonstracji innowacyjnych technologii opartych na wodorze poprzez ogłoszenie zaproszeń do składania wniosków w ramach funduszu innowacyjnego ETS.
- Ogłoszenie zaproszenia do podjęcia działań pilotażowych w zakresie innowacji międzyregionalnych w ramach polityki spójności w zakresie technologii wodorowych w regionach o dużej emisji dwutlenku węgla.
- Wzmocnienie wiodącej roli UE na forach międzynarodowych zajmujących się normami technicznymi, przepisami i definicjami dotyczącymi wodoru.
- Opracowanie misji wodorowej w ramach kolejnego mandatu Mission Innovation (MI2).
- Promowanie współpracy z partnerami z południowego i wschodniego sąsiedztwa oraz krajami Wspólnoty Energetycznej, zwłaszcza Ukrainą, w zakresie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych i wodoru.
- Określenie procesu współpracy w zakresie wodoru odnawialnego z Unią Afrykańską w ramach inicjatywy na rzecz zielonej energii Afryka–Europa.
- Opracowanie punktu odniesienia dla transakcji denominowanych w euro.

W pakiecie „Fit-for-55" przedstawionym w lipcu 2021 r. przedstawiono szereg wniosków ustawodawczych, które przekładają europejską strategię wodorową na konkretne ramy europejskiej polityki wodorowej. Obejmuje to propozycje ustalenia celów w zakresie wykorzystania wodoru odnawialnego w przemyśle i transporcie do 2030 r. Obejmuje także pakiet dotyczący rynku wodoru i gazu zdekarbonizowanego , w którym przedstawiono propozycje mające na celu wsparcie tworzenia optymalnej i dedykowanej infrastruktury dla wodoru, a także pakiet dotyczący rynku wodoru i gazu zdekarbonizowanego efektywny rynek wodoru.

WPROWADZENIE

Krajom członkowskim UE udostępniono Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności na rzecz czystej energii, aby mogły inwestować w projekty wodorowe w całym łańcuchu wartości.

Wsparcie inwestycyjne zapewniono także w ramach ważnych projektów będących przedmiotem wspólnego europejskiego zainteresowania (IPCEI) dotyczących wodoru. Pierwszy IPCEI o nazwie „IPCEI Hy2Tech", który obejmuje 41 projektów i został zatwierdzony w lipcu 2022 r., ma na celu opracowanie innowacyjnych technologii dla łańcucha wartości wodoru w celu dekarbonizacji procesów przemysłowych i sektora mobilności, ze szczególnym uwzględnieniem użytkowników końcowych.

We wrześniu 2022 r. Komisja zatwierdziła „ IPCEI Hy2Use ", który stanowi uzupełnienie IPCEI Hy2Tech i który będzie wspierał budowę infrastruktury związanej z wodorem oraz rozwój innowacyjnych i bardziej zrównoważonych technologii na rzecz integracji wodoru w sektorze przemysłowym.
W listopadzie 2021 r. utworzono Partnerstwo na rzecz czystego wodoru. Głównym celem partnerstwa na rzecz czystego wodoru jest wnoszenie wkładu w Europejski Zielony Ład i strategię w zakresie wodoru poprzez zoptymalizowane finansowanie działań badawczo-innowacyjnych. Partnerstwo na rzecz czystego wodoru jest następcą wspólnego przedsiębiorstwa na rzecz ogniw paliwowych i wodoru 2 (FCH 2 JU) i przejęło jego dotychczasowy portfel z dniem 30 listopada 2021 r.

Komisja Europejska uruchomiła pilotażowy mechanizm w ramach przyjętego niedawno pakietu dotyczącego gazów zdekarbonizowanych i wodoru, którego celem jest wsparcie rozwoju europejskiego rynku wodoru.

Inicjatywa ta ma na celu przyspieszenie inwestycji poprzez zapewnienie jaśniejszego wglądu w sytuację rynkową zarówno dostawcom, jak i odbiorcom wodoru. Mechanizm pilotażowy będzie częścią Europejskiego Banku Wodoru i będzie działał przez pięć lat, rozpoczynając działalność w połowie 2025 r.

Podstawowym celem pilotażowego mechanizmu wodorowego jest ułatwienie rozwoju rynku wodoru w Europie. Gromadząc i przetwarzając dane dotyczące popytu i podaży wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego oraz jego pochodnych, mechanizm ma na celu stworzenie bardziej przejrzystego rynku. Oczekuje się, że ta przejrzystość pomoże europejskim odbiorcom dopasowywać się do dostawców europejskich i zagranicznych, przyspieszając w ten sposób ostateczne decyzje inwestycyjne i zabezpieczając umowy dotyczące odbioru.

WPROWADZENIE

Kluczowym aspektem tej inicjatywy jest poprawa widoczności na rynku. Mechanizm zapewni szczegółowe informacje na temat przepływów i cen wodoru, zwiększając zdolność dostawców i konsumentów do podejmowania świadomych decyzji. Oczekuje się, że ta lepsza widoczność doprowadzi do szybszych ostatecznych decyzji inwestycyjnych, przyczyniając się w ten sposób do ogólnego wzrostu sektora wodorowego w Europie. Rozpoczęło się już postępowanie o udzielenie zamówienia mające na celu znalezienie dostawcy usług w celu opracowania platformy informatycznej do obsługi mechanizmu pilotażowego, a Komisja planuje podpisać umowę do końca tego roku.

Chociaż wysiłki Komisji Europejskiej na rzecz ożywienia rynku wodoru są godne pochwały, konieczne jest porównanie tych inicjatyw z wzorcami branżowymi, aby w pełni zrozumieć ich potencjalny wpływ. W Europie powstają już pierwsze wielkoskalowe elektrolizery i podpisano wstępne umowy na odbiór. Powodzenie mechanizmu pilotażowego będzie jednak zależeć od jego zdolności do przyciągnięcia znacznych inwestycji i wspierania solidnej dynamiki rynku.

Oczekuje się, że wodór odegra kluczową rolę w osiągnięciu celów Europejskiego Zielonego Ładu. Jest postrzegany jako kluczowy element wycofywania rosyjskich paliw kopalnych oraz wspierania dekarbonizacji i konkurencyjności europejskiego przemysłu. Pilotażowy mechanizm wodorowy, zwiększając przejrzystość rynku i przyspieszając inwestycje, mógłby znacząco przyczynić się do osiągnięcia tych celów. Jednakże niezbędne jest ciągłe monitorowanie i ocena działania mechanizmu, aby mieć pewność, że spełnia on swoje cele.

Ursula von der Leyen w swoim przemówieniu podsumowała zaangażowanie zjednoczonej Europy dekarbonizację naszego otoczenia:
"Chcę, aby Europa była liderem, liderem w budowaniu globalnego rynku wodoru. Zeszłej wiosny Komisja Europejska była częścią koalicji krajów, które zobowiązały się do stworzenia 100 dolin wodorowych na całym świecie. Oczywiście chcemy, aby większość z nich znajdowała się w Europie, więc czysty wodór staje się częścią rozmów ze wszystkimi naszymi globalnymi partnerami, w tym oczywiście z naszymi afrykańskimi partnerami. Afryka ma największy niewykorzystany potencjał w zakresie produkcji energii odnawialnej. Przekształcenie czystej energii w czysty wodór może być rozwiązaniem umożliwiającym magazynowanie tej energii, zarówno w celu jej sprzedaży za granicę, jak i zasilania rozwijającego się afrykańskiego przemysłu. Mając to na uwadze, zaproponowałem zainwestowanie w afrykański sektor wodorowy, tworząc w ten sposób nowy rynek czystego wodoru między dwoma wybrzeżami Morza Śródziemnego. Mogłoby to przynieść Europie czystą energię, a kontynentowi afrykańskiemu zrównoważony rozwój".

O WODORZE

ZIELONY WODÓR

KORZYSTNY DLA ŚRODOWISKA

Dofinansowane przez Unię Europejską

DIALOG of Transformation
Certified Service EDU SMART Training Centre
UKPRN 10066595

FERI

ECRN
European Chemical Regions Network

zielona chemia

KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

Czym jest wodór i dlaczego ma znaczenie dla gospodarki?

Wodór, będący prostym pierwiastkiem o formule chemicznej H2, pełni coraz ważniejszą i bardziej złożoną rolę w globalnej gospodarce i w działaniach na rzecz ochrony klimatu. Jako kluczowy surowiec przyszłości, wodór może rewolucjonizować sektory energetyki, przemysłu i transportu.

Wodór produkowany przez elektrolizę z wykorzystaniem energii odnawialnej, odgrywa istotną rolę w transformacji energetyczno-klimatycznej europejskich gospodarek i jest niezbędny do osiągnięcia celu zeroemisyjnej gospodarki do 2050 roku, zgodnie z Europejskim Zielonym Ładem.

Wykorzystanie wodoru jako nośnika energii w sektorze elektroenergetycznym, alternatywnego paliwa w przemyśle, zamiennika dla gazu ziemnego oraz surowca do produkcji syntetycznych paliw, stanowi kluczowy element w promowaniu zrównoważonych rozwiązań energetycznych.

Dofinansowane przez Unię Europejską

Rola wodoru w osiąganiu równowagi klimatycznej

W kontekście strategii Unii Europejskiej, wodór jest kluczowym elementem różnorodnych działań, obejmujących produkcję, przemysł, rynek i infrastrukturę. Strategia ta zakłada rozwój technologii i innowacji w celu zwiększenia zarówno podaży, jak i popytu na wodór. Komisja Europejska podkreśla znaczenie wodoru w odchodzeniu od paliw kopalnych, w szczególności jako nośnika energii do magazynowania i transportu, co jest kluczowe przy rosnącym udziale energii odnawialnej.

“Kolory” wodoru i ich znaczenie

Produkcja wodoru nie jest jednolita i wykorzystuje różne metody, co skutkuje różnymi „kolorami" wodoru od szarego, przez niebieski po zielony. Wodór szary, będący obecnie najbardziej rozpowszechniony, jest produkowany głównie z reformingu gazu ziemnego, co wiąże się z wysoką emisją CO2. Dlatego, pomimo swojej dominacji w produkcji, jest coraz częściej postrzegany jako nieodpowiedni w kontekście dążeń do dekarbonizacji i walki ze zmianami klimatycznymi.

Wodór niebieski pojawia się jako kompromisowa opcja między wytwarzaniem wodoru przy wysokiej emisji CO2 a bardziej ekologicznymi metodami. Jest produkowany podobnie jak wodór szary, ale z wykorzystaniem technologii CCS (Carbon Capture and Storage), czyli wychwytywania i składowanie dwutlenku węgla, co pozwala na znaczne zmniejszenie emisji tego gazu. Chociaż produkcja wodoru niebieskiego nadal opiera się na paliwach kopalnych, jest to bardziej ekologiczne podejście.

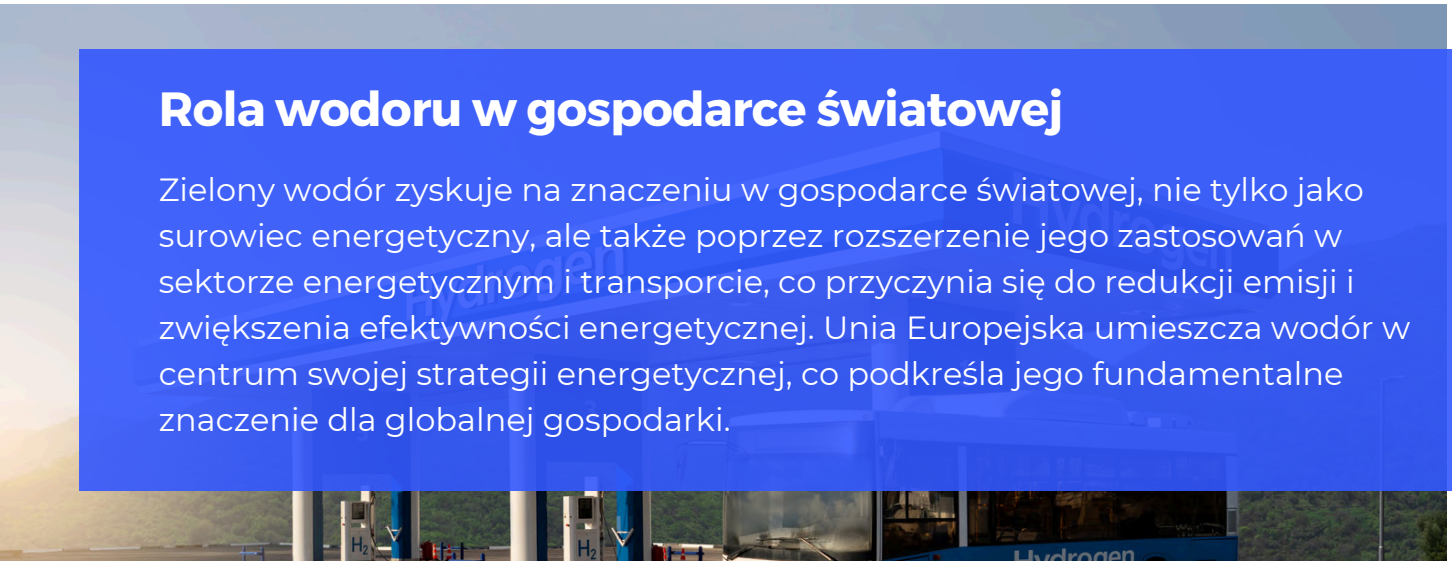
Wodór zielony, produkowany przez elektrolizę wody z wykorzystaniem energii odnawialnej, reprezentuje najbardziej ekologiczną formę wodoru. Ta metoda produkcji charakteryzuje się zerową emisją CO2 i jest w pełni zgodna z zasadami zrównoważonego rozwoju. W kontekście globalnych dążeń do dekarbonizacji, wodór zielony jest coraz bardziej pożądany i uważany za kluczowy element w przyszłej gospodarce energetycznej.

Kolory wodoru symbolizują nie tylko różne metody produkcji, ale także odzwierciedlają wpływ tych metod na środowisko i klimat. Wybór metody produkcji wodoru ma kluczowe znaczenie dla przyszłości energetyki i realizacji celów klimatycznych. O ile wodór szary i niebieski nadal odgrywają ważną rolę w gospodarce, to wodór zielony wydaje się być najlepszą ścieżką dla osiągnięcia zrównoważonej przyszłości energetycznej.

Dofinansowane przez Unię Europejską

Technologie produkcji wodoru niskoemisyjnego

Potrzeba produkcji wodoru w bardziej zrównoważony sposób skutkuje powstaniem innowacyjnych technologii takich jak elektroliza, reforming parowy biogazu czy zgazowanie biomasy.
Unia Europejska planuje do 2026 roku instalacje elektrolizerów o łącznej mocy 6GW, produkujących milion ton wodoru z odnawialnych źródeł energii. Do 2030 roku elektrolizery o łącznej mocy 40GW będą wspierać produkcję wodorowej energii w krajach Unii Europejskiej.



Rola wodoru w gospodarce światowej

Zielony wodór zyskuje na znaczeniu w gospodarce światowej, nie tylko jako surowiec energetyczny, ale także poprzez rozszerzenie jego zastosowań w sektorze energetycznym i transporcie, co przyczynia się do redukcji emisji i zwiększenia efektywności energetycznej. Unia Europejska umieszcza wodór w centrum swojej strategii energetycznej, co podkreśla jego fundamentalne znaczenie dla globalnej gospodarki.

Artykuł został opracowany w ramach projektu "Professions and competences in the hydrogen sector", nr projektu: 2023-1-PL-01-KA220-VET-000159821.

ŁAŃCUCH WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Złożoność obszaru technologii wodorowych i samej gospodarki wodorowej wymaga z jednej strony właściwego jej zdefiniowania z wykorzystaniem koncepcji łańcucha wartości gospodarki wodorowej. Można się nią posłużyć podczas opisu procesów, technologii i wyzwań związanych z tworzeniem i rozwojem tej gałęzi przemysłu w polskiej gospodarce.

Korzystając z przywoływanej przez ekspertów Polskiej Agencji Rozwoju Przemysłu definicji możemy wyjaśnić, że „gospodarka wodorowa to łańcuch wartości związany z wytwarzaniem, przesyłem, magazynowaniem i zastosowaniem wodoru we wszystkich obszarach aktywności człowieka, w szczególności w głównych działach gospodarki – transporcie, energetyce, ciepłownictwie, a przede wszystkim w przemyśle” (PARP, 2022, s. 12). Takie ujęcie gospodarki wodorowej wraz z analizą technologii niezbędnych do realizacji poszczególnych etapów przepływu wartości wraz z ujęciem pozycji rynkowej poszczególnych ogniw łańcucha wartości umożliwia identyfikację i ocenę polskiego potencjału wodorowego.

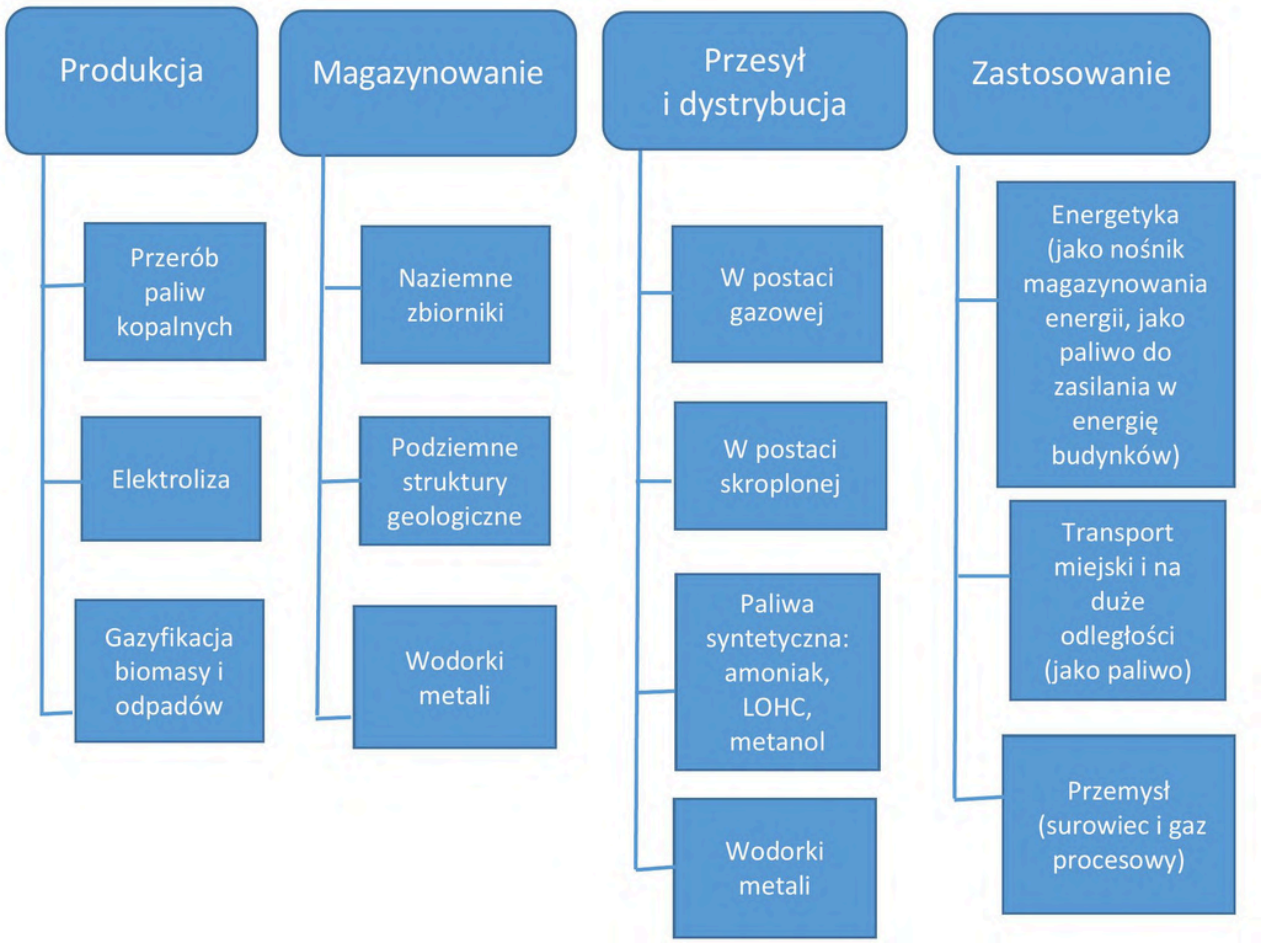
Odpowiada ono podejściu stosowanemu przez zespół ekspertów pod kierunkiem G. Tchorka, którzy przygotowali kompleksowy raport pt. Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce (Tchorek i in. 2023a). Na rysunku 1 znajduje się przykładowy łańcuch wartości gospodarki wodorowej, który może posłużyć do dalszych analiz w tym zakresie.

ŁAŃCUCH WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Jak stwierdził G. Tchorek Unia Europejska bardzo precyzyjnie zdefiniowała warunki produkcji i cechy wodoru, który może być uznany za niskoemisyjny, a tym samym określiła które projekty wodorowe mogą uzyskać dofinansowanie. Wskazują, że tylko produkcja wodoru oparta na elektrolizie z wykorzystaniem energii uzyskanej z OZE (wiatr, słońce lub atom) spełnia taksonomię UE, tzn. wiąże się z emisja 3 t co2 na 1 t h2. „Reforming parowy metanu (+CCS), reforming parowy biogazu oraz przerób odpadów (+CCS) wymagałyby dodatkowej redukcji na etapie magazynowania i transportu dla osiągnięcia tego limitu.

Pozostałe metody: gazyfikacja węgla (+CCS), reforming parowy metanu, przerób odpadów, gazyfikacja węgla i elektroliza za pomocą energii sieciowej nie zostaną uznane za niskoemisyjne przez Unię" (Tchorek i in., 2023a).

RYSUNEK 1. ŁAŃCUCH WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ



Źródło: opracowanie własne na podstawie: PARP (2022); Sobolewski (2022).

POLSKA STRATEGIA WODOROWA JAKO WYZNACZNIK ROZWOJU GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Polska włączyła się w rozwój gospodarki wodorowej w Europie poprzez przyjęcie w 2021 r. strategii wodorowej pt. Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040 (Monitor Polski, 2021). To najważniejszy dokument strategiczny nawiązujący do założeń europejskiej strategii wodorowej, a także globalnych, unijnych i krajowych działań zmierzających do stworzenia gospodarki niskoemisyjnej. W tej strategii (określanej w skrócie jako PSW) określono główne cele rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce oraz kierunki interwencji państwa, które są niezbędne do osiągnięcia tych celów. Zawarto w niej rozbudowaną (w porównaniu z zaprezentowaną na rysunku 1) formę łańcucha wartości gospodarki wodorowej. Stanowi ona projekt bardziej złożonego łańcucha wartości gospodarki wodorowej, który uwzględnia w czterech ogniwach łańcucha nowe, dotychczas nie funkcjonujące w polskiej gospodarce, technologie, mogące się rozwijać w najbliższych latach i tworzące możliwości pozyskiwania wartości.

W tabeli 1 przedstawiono tę nową perspektywiczną wizję łańcucha wartości rozwiniętej gospodarki wodorowej w Polsce. Każdy z elementów łańcucha wartości gospodarki wodorowej ujętych na rysunku 1 i w tabeli 1 wiąże się z wykorzystaniem różnych technologii, które charakteryzują się innymi miarami emisyjności CO2, wysokością przeciętnego kosztu wytworzenia 1 kg wodoru (H2) oraz stopniem gotowości technologicznej (TRL).

TABELA 1. PROPONOWANY PRZYSZŁY ŁAŃCUCH WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Technologie wodorowe i ich zastosowania	Ogniwa łańcucha wartości gospodarki wodorowej			
	Produkcja	**Magazynowanie**	**Przesył i dystrybucja**	**Zastosowanie**
	Elektroliza	Magazynowanie podziemne – wyeksploatowane złoża ropy naftowej i gazu, kawerny solne	Przesył za pomocą sieci gazowych	Stabilizacja sieci OZE i krajowych sieci energetycznych
	Reforming parowy biometanu	Magazynowanie naziemne – zbiorniki ciśnieniowe	Transport morski	Przemysł energochłonny (ciężki, chemiczny, rafineryjny, nawozowy)
	Zgazowanie, fermentacja lub piroliza biomasy	Magazynowanie chemiczne	Przewóz gazowego i skroplonego wodoru cysternami	Paliwo w układach kogeneracyjnych i poligeneracyjnych
	Reforming parowy biogazu	Magazynowanie ciekłego wodoru	Stacje tankowania i bunkrowania wodoru	Paliwo w środkach transportu drogowego (miejskiego i na duże odległości), kolejowego, wodnego, powietrznego i intermodalnego
	Zgazowanie, piroliza i termiczne przetwarzanie odpadów	Zatłaczanie wodoru do sieci gazowej		Magazynowanie energii
	Reforming parowy węglowodorów z CCS/CCU			Wsparcie łączenia sektorów gospodarki
	Zgazowanie węgla z CCS/CCU			
	Produkt uboczny w procesach rafineryjnych			
	Separacja gazu koksowniczego			
	HTR			

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Monitor Polski (2021).

POLSKA STRATEGIA WODOROWA JAKO WYZNACZNIK ROZWOJU GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Twórcy Polskiej Strategii Wodorowej przyjęli, że w Polsce gospodarka wodorowa będzie rozwijana w oparciu o model Power-to-X. Jego koncepcja opiera się na wzroście zużycia odnawialnej energii do produkcji wodoru, a następnie jego wykorzystania w kolejnych sektorach gospodarki, co pozwoli zmniejszyć ich emisyjność. Przykładowy sposób wykorzystywania „zielonego" wodoru w transporcie kolejowym ukazuje rysunek 2.

RYSUNEK 2. OD PRODUKCJI NISKOEMISYJNEGO WODORU DO NAPĘDZANIA POCIĄGU

Źródło: Elżbieciak (2023).

W dokumencie strategicznym dotyczącym gospodarki wodorowej w Polsce zapisano następujące cele szczegółowe:

- wdrożenie technologii wodorowych w energetyce, ciepłownictwie i transporcie,
- wsparcie dekarbonizacji przemysłu, i wysoce energochłonnych działów gospodarki, w których elektryfikacja jest zbyt kosztowna lub niemożliwa,
- produkcja wodoru w nowych instalacjach,
- sprawny bezpieczny przemysł, dystrybucja i magazynowanie wodoru,
- możliwości przekwalifikowania kadry z sektorów zagrożonych redukcją, takich jak górnictwo węgla kamiennego i brunatnego, na potrzeby rozwoju gospodarki wodorowej,
- stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego.

POLSKA STRATEGIA WODOROWA JAKO WYZNACZNIK ROZWOJU GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

W strategii wodorowej przyjęto bardzo ambitne plany realizacji wskazanych celów, w tym m.in. (Monitor Polski, 2021):

- osiągnięcie do 50 MW do 2025 r. , a 2 GW do 20230 r. mocy instalacji do produkcji niskoemisyjnego wodoru,
- wykorzystywanie w transporcie miejskim 100-250 do 2025 r. i 800-1000 autobusów wodorowych,
- zorganizowanie co najmniej 5 dolin wodorowych,
- stworzenie co najmniej 32 stacji tankowania wodoru do 2025 r.

PSW została zatwierdzona i przyjęta do realizacji w czasie rządów Zjednoczonej Prawicy, która planowała przeznaczyć na wymienione powyżej cele około 11 mld zł (Pilszyk i in., 2023). Potencjalnymi źródłami finansowania tych inwestycji miały być m.in. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). Za finansowanie prac badawczych związanych z technologiami wodorowymi Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR). Poza źródłami krajowymi strategia wskazywała konieczność wykorzystania środków unijnych, m.in. Krajowego Planu, programu Horizon Europe, konkursów Important Project od Common European Interest (IPCEI) Funduszu Odbudowy (ang. Next Generation EU) czy Just Transition Mechanizm.

Ówczesny rząd planował przeznaczyć na realizację zamierzeń PSW środki z różnych źródeł publicznych i prywatnych, w tym środków z Krajowego Planu Odbudowy (KPO). Z tego źródła 800 mln euro miało być przeznaczone na dotacje dla sektora prywatnego na projekty związane z wykorzystywaniem wodoru jako paliwa w transporcie i przemyśle. Długotrwały konflikt rządu Zjednoczonej Prawicy z Komisją Europejską w sprawie praworządności uniemożliwił pozyskanie środków unijnych z KPO i tym samym przeznaczenie ich części na rozwój gospodarki wodorowej.

Wskazany poziom niezbędnych nakładów inwestycyjnych realizacji celów PSW od początku był zaniżony. Eksperci wskazywali, że w rozwój gospodarki wodorowej w Polsce do 2025 r. należało zainwestować 2 mld zł, a do 2030 r. około 17 mld zł. Ze względu na zmienione od 2022 r. (wojna w Ukrainie) uwarunkowania geopolityczne i ekonomiczne w kolejnych latach nie udało się spełnić założonego przez państwo poziomu wsparcia publicznego i inwestycji sektora prywatnego w tak długookresowe i ryzykowne przedsięwzięcia wodorowe (Kryczka, 2021; Mierwiński, 2022; Łącka, Wojdyła, 2022).

POLSKA STRATEGIA WODOROWA JAKO WYZNACZNIK ROZWOJU GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Poza problemami finansowania rozwoju gospodarki wodorowej od początku we wdrażaniu założeń PSW pojawiły się trudności natury regulacyjnej. W ramach przygotowania stabilnego otoczenia regulacyjnego do rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce strategia ustaliła, że (Wyszkowski i in., 2022):

- w III kwartale 2021 r. zostaną stworzone ramy regulacyjne funkcjonowania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie,
- w IV kwartale 2021 r. nastąpi opracowanie legislacyjne pakietu wodorowego.

Pakiet regulacji, powszechnie znany jako prawo wodorowe miał objąć nowelizację takich ustaw, jak: ustawa o prawie energetycznym, ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, ustawa o odnawialnych źródłach energii oraz ustawa o biokomponentach i biopaliwach ciekłych. Do tego zamierzano wprowadzić m.in. ramy prawne uwzględniające międzysektorowe możliwości zastosowania wodoru, systemowe mechanizmy wsparcia dla prowadzenia działalności badawczo-rozwojowej dla projektów z zakresu technologii wodorowych, powołać krajowego operatora sieci wodorowych, określić przepisy w zakresie oddziaływania i korzystania ze środowiska inwestycji wodorowych oraz znowelizować przepisy prawa budowlanego w zakresie stacji wodoru, przy uwzględnieniu instalacji do ich oczyszczania (Wyszkowski i in., 2022).

Niestety, pomimo przyjętego harmonogramu działań legislacyjnych, od początku występowały opóźnienia we wprowadzaniu regulacji w zakresie technologii wodorowych i ich wsparcia w Polsce. Utrudniały one z jednej strony przyspieszenie rozwoju technologii wodorowych, a z drugiej strony pozyskiwanie środków finansowych na prace badawczo-rozwojowe w tym zakresie oraz rozwijanie technologii i ich komercjalizację. Już w 2022 r. przedstawiciele sektora prywatnego wskazywali na występowanie zaniedbań w zakresie działań regulacyjnych niezbędnych do rozwijania gospodarki wodorowe w Polsce. Podkreślali potrzebę stworzenia odpowiednich definicji wodoru, uproszczenia i skrócenia procedur administracyjnych niezbędnych podczas dokonywania inwestycji wodorowych. Przedsiębiorcy oczekiwali, że tego rodzaju inwestycje lokalizowane w dolinach wodorowych będą mogły liczyć na większą opiekę ze strony administracji publicznej.

Wśród dostrzeganych od przyjęcia przez rząd PSW barier przedstawiciele sektora prywatnego wskazywali również niestabilne otoczenie regulacyjne oraz nadmierną biurokrację, brak rozwiązań systemowych (m.in. przeszkolenia urzędników z wydawania decyzji środowiskowych w zakresie technologii wodorowych) i uznaniowość decyzji urzędniczych, brak dokładnych regulacji przy planowaniu, realizacji czy eksploatacji

POLSKA STRATEGIA WODOROWA JAKO WYZNACZNIK ROZWOJU GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

inwestycji wodorowych. Utrudniało to przedsiębiorcom oszacowanie czasu i kosztu potrzebnego do realizacji projektu. Za destymulanty rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce uznawano także problemy z przyłączaniem urządzeń OZE do sieci energetycznej, brak spójnego systemu certyfikacji wodoru odnawialnego, brak zasad bezpieczeństwa człowieka i ochrony środowiska naturalnego w związku z eksploatacją wodoru oraz brak opisu gospodarki wodorowej od strony technicznej (Wyszkowski i in., 2023).

Jednak od 2023 r. w opinii autorów raportu Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce „polskie otoczenie regulacyjne dla wodoru i pochodnych zaczyna się stopniowo rozwijać w odpowiedzi na bardzo dużą dynamikę regulacyjna na poziomie europejskim" (Tchorek i in., 2023a, s. 24).

Wybuch wojny w Ukrainie, gwałtowny wzrost cen gazu, kryzys energetyczny w Unii Europejskiej, przyjęcie planu REPowerEU, podwyższenie celów klimatycznych UE i rozwój technologiczny, spowodował konieczność zweryfikowania zapisów PSW. W lutym 2024 r. nowy przewodniczący Rady Koordynacyjnej ds. Gospodarki Wodorowej na spotkaniu wskazał na „potrzebę nowelizacji Polskiej Strategii Wodorowej do roku 2030, z perspektywą do roku 2040 (PSW), z uwagi na dynamicznie zmieniające się potrzeby w zakresie energetyki i klimatu, w tym unijne wymogi obligujące do większego wykorzystania wodoru odnawialnego. Podkreślił, że rozwój gospodarki wodorowej nie jest już tylko alternatywą, lecz koniecznością, a wodór odnawialny znajdzie zastosowanie w wielu sektorach, w tym w energetyce, przemyśle, transporcie i ciepłownictwie" (VIII posiedzenie Rady Koordynacyjnej ds. Gospodarki Wodorowej, 06.02.2024).

W opinii ekspertów (Smoleń i in., 2023) Polska Strategia Wodorowa koncentruje się na rozwoju rodzimego rynku wodoru i w zasadzie nie uwzględnia aspektów związanych z globalnym rynkiem wodoru oraz międzynarodową konkurencyjnością produkcji wodoru w Polsce. Biorąc pod uwagę bardzo mało rozwinięty polski rynek niskoemisyjnego wodoru należy się zastanowić nad potrzebą importu tego typu surowca energetycznego w początkowych etapach rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu dywersyfikacji dostaw. Jednym z celów unijnego planu strategicznego przygotowanego w odpowiedzi na napaść Rosji na Ukrainę pt. REPower EU opublikowanego w 2022 r. (EC, 2022) jest zdywersyfikowanie dostaw energii przy założeniu jak najszybszego przejścia na czystą energię. Wskazuje na potrzebę importowania gazu i wodoru w ramach UE i z państw trzecich (kontrahentów Wspólnoty Energetycznej), do czego ma służyć powołana bezpieczna internetowa platforma zakupowa dla importu LNG i wodoru (EU Energy Platform).

POLSKA STRATEGIA WODOROWA JAKO WYZNACZNIK ROZWOJU GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Jeżeli globalny rynek niskoemisyjnego wodoru (lub amoniaku) rzeczywiście się rozwinie, Polska może być skłonna do importowania zielonego wodoru z przyczyn ekonomicznych. Jak wskazują Smoleń z zespołem niezbędne nawiązanie regionalnej współpracy energetycznej, która umożliwiłaby stabilizację i bezpieczeństwo systemu energetycznego. W zależności od kierunku rozwoju technologii może to oznaczać rozwój transgranicznych gazociągów wodorowych, które pozwalałyby Polsce na przesył wodoru w obu kierunkach (import i eksport).

GOSPODARKA WODOROWA W POLSCE - STAN OBECNY

PRODUKCJA WODORU W ŁAŃCUCHU WARTOŚCI

W 2024 r. Polska w porównaniu do innych państw Unii Europejskiej znajduje się na wstępnym etapie wdrażania i rozwoju gospodarki wodorowej i nie zdołała osiągnąć zamierzony do 2025 r. celów PSW. W trzeciej dekadzie XXI w. Polska jest trzecim, po Niemczech i Holandii, producentem wodoru „szarego" w Europie w procesach wytwórczych przemysłu petrochemicznego i chemicznego, który pochodzi przede wszystkim z procesu reformingu parowego węglowodorów. Jest wytwarzany w zakładach przemysłowych, w których jest też wykorzystywany na potrzeby przemysłu chemicznego, rafineryjnego, spożywczego i metalurgicznego. W 2022 r. Polska wytworzyła 1,3 mln t wodoru, przy czym powstał wyłącznie z paliw kopalnych (Sobolewski, 2022; Pilszczyk i in. 2023). Stanowiło to ponad 13% rocznej unijnej produkcji tego surowca. W Polsce są planowane inwestycje w gospodarce wodorowej, które zakładają produkcję wodoru „zielonego" z OZE (obecnie działają jedynie projekty pilotażowe), ale w dużej mierze działania inwestycyjne mają się koncentrować również na wytwarzaniu wodoru „niebieskiego" (pozyskiwanego z użyciem metod wychwytywania i składowania CO2). Z jednej strony wskazane działania mogą wykorzystać szansę wynikającą z dużego krajowego popytu na wodór niskoemisyjny („zielony"). Polska stanowi perspektywiczny rynek wodoru z powodu znacznego potencjalnego zapotrzebowania na niego ze względu na dużą liczbę ludności, uzależnienie energetyki i ciepłownictwa oraz transportu od paliw kopalnych, a także rozwinięty przemysł. Z drugiej strony obecne technologie wodorowe prowadzące do wytwarzania „szarego" wodoru stanowią obciążenie dla gospodarki (Antas i in. 2021) ze względu na emisyjność tego rodzaju wodoru. „Szary" wodór będzie musiał być stopniowo zastępowany odnawialnym i niskoemisyjnym wodorem.

PRODUKCJA WODORU W ŁAŃCUCHU WARTOŚCI

Z danych Europejskiego Obserwatora Wodorowego w Polsce wynika, że w 2022 r. zapotrzebowanie krajowe na wodór wynosiło ponad 784 tys. t rocznie. W ponad 96% był on zużywany w procesie rafinacji ropy naftowej i produkcji amoniaku. Popyt na wodór do produkcji innych chemikaliów wynosił 14 tys. t rocznie. Natomiast zużycie wodoru do produkcji ciepła przemysłowego i na inne cele stanowiło kolejno 9 tys. i 6 tys. t rocznie. Sektor transportu (mobilność) wykorzystywał jedynie 13,8 t (około 0,014 tys. t) wodoru w ciągu roku (Pilszyk i in. 2023).

Eksperci Polskiego Instytutu Ekonomicznego podali, że w 2023 r. w Polsce były 74 podmioty związane z inwestycjami wodorowymi. Charakteryzowały się różną wielkością, formą własności i przynależnością go różnych sektorów gospodarki (PIE, 2023). Należały do nich małe jednostki dysponujące stacjami tankowania wodoru, instytuty badawcze i największe podmioty na polskim rynku paliwowo-energetycznym. Najliczniej były reprezentowane te, które działały w przemyśle i ciepłownictwie (24), produkcji (14) oraz edukacji (14). Wśród podmiotów zaangażowanych w rozwój gospodarki wodorowej w Polsce można znaleźć koncerny motoryzacyjne, energetyczne, porty, spółki gazowe, spółki węglowe, organizacje otoczenia biznesu (np. klastry, parki technologiczne, izby przemysłowe i gospodarcze), uczelnie wyższe, instytuty badawcze i instytucje administracji publicznej. Ich działalność skoncentrowana jest w dolinach wodorowych, które powstałych w ciągu kilku ostatnich lat. Z informacji Agencji Rozwoju Przemysłu S.A. wynika, że w 2024 r. w Polsce działa jedenaście projektów dolin wodorowych. Osiem z nich było konsultowanych lub powstało z inicjatywy tej spółki, która aktywnie angażuje się w rozwój ekosystemu gospodarki wodorowej w Polsce. W założeniu doliny wodorowe mają wesprzeć proces dekarbonizacji energochłonnego przemysłu, lokować demonstratory technologii w parkach przemysłowych i specjalnych strefach ekonomicznych oraz budować polski łańcuch dostaw przy wsparciu biznesu, nauki i administracji lokalnej (ARP S.A., 2024). Na rysunku 3 przedstawiono lokalizację dolin wodorowych w Polsce.

PRODUKCJA WODORU W ŁAŃCUCHU WARTOŚCI

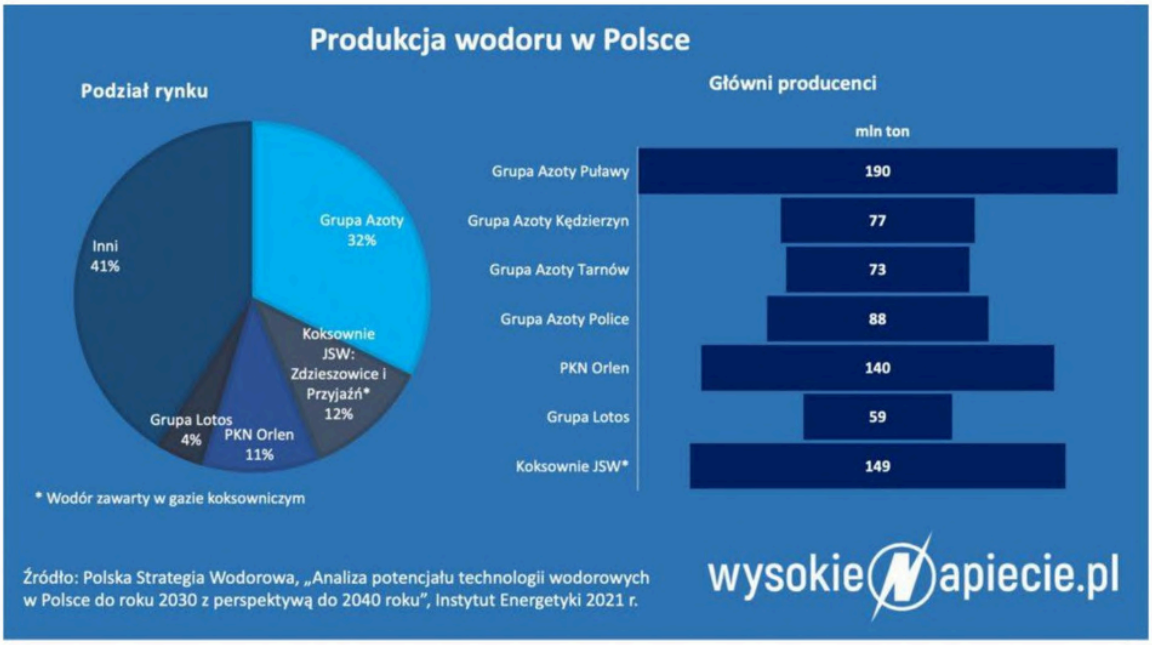
RYSUNEK 3. DOLINY WODOROWE W POLSCE W 2024 R.

Źródło: ARP. S.A. (2024).

Największym producentem wodoru w Polsce jest Grupa Azoty S.A. (produkcja nawozów mineralnych i chemikaliów). Znaczne ilości wodoru konwencjonalnego (z gazu ziemnego) powstają też w PKN Orlen, koksowni Przyjaźń, która należy do Jastrzębskiej Spółki Węglowej. Pokazuje to, że wodór w Polsce produkują duże przedsiębiorstwa należące do skarbu państwa i zużywają go przede wszystkim na własne potrzeby bez większych możliwości jego odsprzedaży. Jak wskazują Komorowska i in. (2023) trudno dziś mówić o rynku wodoru w Polsce – musi się on dopiero rozwinąć. Na rysunku 4 pokazano wielkości produkcji wodoru poszczególnych producentów w Polsce w 2021 r. Należy pamiętać, że w 2022 r. nastąpiła fuzja PKN Orlen z Grupa Lotos, więc obecnie na rynku jako dostawca wodoru z sektora paliwowo-rafineryjnego występuje tylko PKN Orlen.

PRODUKCJA WODORU W ŁAŃCUCHU WARTOŚCI

RYSUNEK 4. PRODUCENCI WODORU W POLSCE I ICH UDZIAŁY W RYNKU



Źródło: Elżbieciak T. (2023).

Produkowany w Polsce wodór jest wykorzystywany głównie w przemyśle chemicznym do wytwarzania amoniaku, służącego do produkcji nawozów sztucznych. Poza tym używa się go w przemyśle petrochemicznym w procesach reformingu (służącym podniesieniu jakości paliwa), hydrorafinacji (obniżającej zawartość siarki, azotu i tlenu) i hydrokrakingu (przerobie ciężkich frakcji ropy naftowej na oleje lekkie i benzynę). Większość wodoru jest wykorzystywana przez produkujące go przedsiębiorstwa, a tylko niewielka część podlega obrotowi na rynku. Zarówno wytwórnie wodoru, jak i wykorzystujące je instalacje przemysłowe, znajdują się zwykle w tej samej lokalizacji. Wynika to z technicznych trudności związanych z transportem wodoru.

OTOCZENIE TECHNOLOGICZNE PRODUKCJI WODORU W POLSCE

W raporcie analizującym łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce (Tchorek i in., 2023a) przedstawiono zalecane przez Unię Europejską ze względu na niską emisję CO2 i stosowane obecnie metody produkcji wodoru w Polsce. Wśród nich znalazły się takie metody jak: elektroliza z OZE (farmy wiatrowe, fotowoltaika), elektroliza z sieci, elektroliza z energii jądrowej, reforming parowy gazu ziemnego, reforming parowy biogazu, gazyfikacja węgla, pyroliza gazu ziemnego, przerób odpadów, procesy termochemiczne, gazyfikacja biomasy oraz pozostałe metody na etapie rozwoju technologicznego o trudnym do określenia terminie komercjalizacji (membrany do separacji wodoru, fotoliza, ciemna fermentacja biomasy, procesy biologiczne, deoksydacja wody). Ich charakterystyka i ocena możliwości ich stosowania w świetle zapisów dokumentów strategicznych UE i aktów krajowych opiera się na porównaniu wielkości emisji CO2 w trakcie produkcji wodoru, ustalonym poziomie gotowości technologicznej (TRL) danej metody oraz uśrednionego kosztu wytworzenia wodoru w EUR/1kg H2 (ang. Levelized Cost of Hydrogen, LCOH). Poszczególne metody są bardzo szczegółów omówione we wspomnianym raporcie, dla tego w tym miejscu zostaną podane jedynie najważniejsze ustalenia w zakresie metod produkcji wodoru w Polsce i ich perspektyw w najbliższych latach.

Na wybór stosowanych obecnie i w przyszłości metod produkcji wodoru ma oczywiście wpływ otoczenie regulacyjne, na które składają się dokumenty strategiczne i dyrektywy Unii Europejskiej oraz polskie akty prawne, do których należą:

- Dyrektywa RED wraz z aktami delegowanymi,
- Taksonomia UE wraz z aktem delegowanym
- Nowy Pakiet Gazowy
- REPower EU
- Net Zero Industry Act
- pozostałe: EU ETS, CEEAG
- wybrane akty krajowe.

Na produkcję wodoru w Polsce i jej metody oddziałują także czynniki związane z otoczeniem rynkowym, które określają takie determinanty jak:

- wahania cen gazu ziemnego,
- wahania cen energii elektrycznej,
- koszty produkcji energii elektrycznej z OZE,
- rozwój rynku elektrolizy,
- rozwój rynku Carbon Capture Storage (CCS) i Carbon Capture Utilization (CCU) – technologii wychwytujących emisje CO2 w reformingu gazowym,

OTOCZENIE TECHNOLOGICZNE PRODUKCJI WODORU W POLSCE

- zaistnienie przykładowych wielkoskalowych projektów produkcji wodoru niskoemisyjnego,
- wpływ regulacji państwa na efektywność ekonomiczną projektów wodorowych.

Syntetycznym ujęciem oceny różnych bardziej i mniej zawansowanych technologii (gotowych technologicznie w skali 1-9) produkcji wodoru ze wskazaniem ich emisyjności oraz średnim kosztem wytwarzania wodoru jest rysunek 5. Poziom gotowości technologicznej TRL obejmuje 9-stopniową klasyfikację do określenia dojrzałości technologiczną procesu (ewentualnie produktu lub usługi) od badań podstawowych (TRL 1-2), poprzez prace koncepcyjne i laboratoryjne, odpowiadające badaniom przemysłowym (TRL 3-6), tworzenie prototypu w ramach prac rozwojowych (TRL 7-8), aż do gotowego rozwiązania (TRL 9), mającego zastosowanie w praktyce.

Rysunek 5 ma on dwie osie – pionowa wskazuje wielkość emisji CO2 podczas wytwarzania wodoru daną metodą, a pozioma określa wielkość uśrednionego kosztu wytwarzania wodoru z wykorzystaniem danej technologii. Poziom gotowości technologicznej (TRL) jest pokazany za pomocą trójkolorowych kółek. Im ciemniejsze kółko, tym bardziej rozwinięta jest dana technologia i gotowa do zastosowania w produkcji wodoru. Bardzo jasno-szary kolor kółka wskazuje na niski TRL oraz trudny do ustalenia czas wprowadzenia danej technologii na rynek i jej wykorzystania w Polsce do produkcji wodoru. Te metody są obecnie na etapie badań podstawowych.

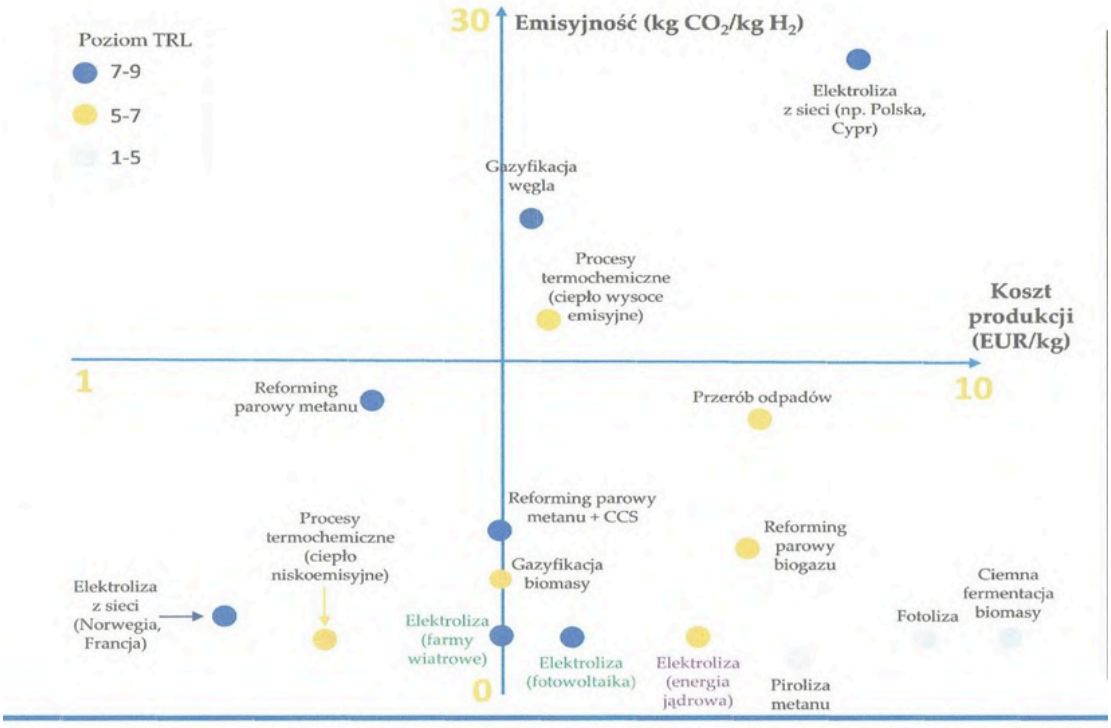
Autorzy raportu wskazali, że gospodarka wodorowa w Polsce powinna się opierać na produkcji wodoru niskoemisyjnego i odnawialnego, co umożliwia stworzenie gospodarki nisko- i zeroemisyjnej. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że nie każda ujęta na rysunku 5 metoda (w tym metody preferowane przez dokumenty strategiczne Unii Europejskiej oparte na elektrolizie) może być zastosowana w polskich warunkach w najbliższych latach ze względów ekologicznych (emisyjność), ekonomicznych, utrudnień legislacyjnych lub problemów z poziomem gotowości technologicznej.

Elektroliza z sieci w przypadku Polski jest drogą i wysoce emisyjną metodą produkcji wodoru. To powoduje, że nie powinno się jej wykorzystywać. Gazyfikacja węgla, reforming parowy gazu ziemnego są metodami o wysokim poziomie technologicznym i niezbyt kosztownymi, jednak ze względu na relatywnie wysoką emisyjność powinny być stosowane wraz z urządzeniami do wychwytywania CO2 (CCS/CCU), aby spełnić wymagania polityki klimatycznej UE. Zalecana przez Komisję Europejską metoda produkcji wodoru oparta na elektrolizie z OZE (farmy wiatrowe i fotowoltaika) ma TRL na poziomie 7-9 i ciągle się rozwija, a jej koszty są nadal optymalizowane. Jej zaletę stanowi bardzo niska emisja CO2. Natomiast reforming parowy biogazu oraz przerób odpadów są

OTOCZENIE TECHNOLOGICZNE PRODUKCJI WODORU W POLSCE

uznawane za obiecujące (nadal się rozwijają) metody uzupełniające, z potencjalnie niskim kosztem produkcji wodoru. Niestety ich wykorzystanie prowadzi do emisji CO2, które należałoby zredukować w długim okresie.

RYSUNEK 5. MACIERZ METOD PRODUKCJI WODORU



Źródło: Tchorek i in. (2023a), s. 11.

Trudno dziś uznać za możliwą do wykorzystania w Polsce w relatywnie krótkim czasie metodę elektrolizy z energii jądrowej do produkcji tzw. „fioletowego wodoru" ze względu na brak dużych bloków jądrowych i SMR. Choć poziom TRL jest oceniany na 6-7, a emisyjność procesu produkcji wodoru bliska zeru, to brak rozwiniętej energetyki jądrowej i wysokie koszty produkcji wodoru stanowią największe bariery wykorzystania tej metody w Polsce w najbliższych latach.

OTOCZENIE TECHNOLOGICZNE PRODUKCJI WODORU W POLSCE

Autorzy przywoływanego raportu przygotowali pewne wnioski i rekomendacje dla decydentów politycznych, których wdrożenie powinno wspierać gospodarkę wodorową na etapie produkcji.

Wśród nich znalazły się następujące stwierdzenia (Tchorek i in. 2023a, s. 39):

- niezbędne jest uruchomienie systemu wsparcia dla produkcji wodoru odnawialnego i pochodnych w Polsce (RFNBO) - w Polsce tylko wodór produkowany z OZE pozwoli zrealizować cele RFNBO;
- konieczne jest umożliwienie realizacji przemysłowych inwestycji OZE z wykorzystaniem linii bezpośredniej;
- państwo powinno dokonać analizy możliwości wprowadzenia ulg w opłatach regulacyjnych i/lub sieciowych dla wytwórców wodoru (powoli to obniżyć koszt wytworzenia wodoru o 1-2 EUR/kg);
- należy promować i wspierać podejście w projektach energetycznych i wodorowych, że instalacja OZE jest elementem systemu produkcji wodoru, a nie niezależnym aktywem, na którym trzeba osiągnąć maksymalny zysk (kupno energii elektrycznej do elektrolizera po cenach hurtowych lub indeksowanych do hurtowych spowoduje, że rynek wodoru odnawialnego jeszcze długo może być nierentowny);
- przedsiębiorstwa przemysłowe wykorzystujące wodór w procesach technologicznych powinny wziąć pod uwagę wpływ zmienionego w 2023 r. systemu handlu emisjami (EU ETS/CBAM) na jednostkowe koszty produkcji 1kg wodoru; mogą one istotnie wzrosnąć do 2030 r. ze względu na wzrost cen uprawnień do emisji CO2 (160 EUR/t CO2 w 2030 r.), wejście wodoru do CBAM od 2026 r. i stopniowe odejście od darmowej alokacji, zaostrzenie benchmarków sektorowych w zakresie emisji CO2 dla produkcji wodoru w EU ETS;
- niezbędne jest strategiczne zaplanowanie przez państwo przyłączenia i budowy instalacji OZE wyłącznie na potrzeby produkcji wodoru w Polsce na poziomie Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 (KPEiK) oraz Polityki energetycznej Polski do 2040 r. (PEP2040), a nie na potrzeby elektroenergetyki i sprzedaży energii w hurcie.

MAGAZYNOWANIE WODORU JAKO OGNIWO ŁAŃCUCHA WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Na procesy magazynowania wodoru w Polsce oraz stosowane obecnie i przyszłości jego metody wpływa wiele czynników – cechy wodoru wodoru i wymagania jego przechowywania, względy technologiczne, regulacyjne i ekonomiczne. Jak wskazują Folentarska i in. (2016) „Ze względu na właściwości wodoru, tzn. niską gęstość energii w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi, palność oraz wysoką wybuchowość, materiały magazynujące wodór powinny wyróżniać się wysoką pojemnością magazynowanego wodoru, prostotą technologiczną, efektywnym przebiegiem cykli absorpcji/desorpcji wodoru, niską ceną oraz bezpieczeństwem stosowania" (Folentarska i in., 2016, s. 125).

Magazynowanie wodoru podlega działaniom regulacyjnym, które determinują unijne i krajowe akty prawne, takie jak: akty delegowane do Taksonomii Unii Europejskiej (określające zasady zaliczania inwestycji w magazynowanie wodoru jako zgodnych z Taksonomią i mających istotny wkład w łagodzenie klimatycznych skutków globalnego ocieplenia), Pakiet Dekarbonizacji Rynku Gazu Ziemnego i Wodoru (tzw. Nowy Pakiet Gazowy) oraz krajowe akty prawne dot. produkcji wodoru i ich nowelizacje, w tym Ustawa Prawo Energetyczne, Ustawa Prawo Geologiczne i Górnicze, rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu wodorowego (Tchorek i in., 2023a).

Wodór to bardzo powszechnie występujący pierwiastek o wysokiej gęstości grawimetrycznej i jednocześnie niskiej gęstości objętościowej. Jest najlżejszym pierwiastkiem we wszechświecie. Wymusza to jego magazynowanie w warunkach pokojowych (w pokojowym ciśnieniu oraz temperaturze) na bardzo dużych powierzchniach. Jak wskazują Siekierski i in. (2023) ma on w postaci gazowej najwyższą prędkość molekuł, co powoduje wysoką wartość współczynnika dyfuzji oraz najwyższą przewodność cieplną i najniższą lepkość. Wodór cząsteczkowy ma najwyższe ciepło spalania ze wszystkich dotychczas znanych paliw, przy czym nie dochodzi do bezpośredniej emisji dwutlenku węgla.

Gęstość objętościowa wodoru gazowego przy ciśnieniu atmosferycznym otoczenia wynosi około 0,09 kg/m^3. Sprężenie do poziomu 350 bar wywołuje wzrost gęstości objętościowej do wartości 23 kg/m3, a sprężanie do poziomu 700 bar powoduje dalszy wzrost gęstości objętościowej do wartości 41 kg/m3. Umożliwia to zgromadzenie 5 kg wodoru w 125 litrowym zbiorniku paliwowym. Zbiornik o pojemności 300 l pozwala zmagazynować 13-15 kg wodoru przy ciśnieniu 700 bar.

MAGAZYNOWANIE WODORU JAKO OGNIWO ŁAŃCUCHA WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Sprężanie wodoru z poziomu 20 bar (ciśnienie wyjściowe z elektrolizera lub reformera) do ciśnienia 700 bar wymaga do kilku kWh energii elektrycznej na każdy 1 kg wodoru. Zużycie energii w przypadku metody sprężania powoduje utratę energii pierwotnej wodoru na poziomie około do około 10-15%. Jednocześnie należy pamiętać, że wodór skroplony ma wysoką objętościową gęstość energii na poziomie 71 kg/m3 przy ciśnieniu otoczenia 1 bar. Wartość ta jest prawie dwukrotnie większa niż w przypadku wodoru sprężonego do ciśnienia 700 bar (Tchorek, 2022). Gazowy wodór może zostać sprężony do wysokiego ciśnienia, w celu podwyższenia jego gęstości energii (de Jongh, Adelhelm, 2010).

Magazynowanie wodoru może występować na każdym etapie łańcucha wartości gospodarki wodorowej od chwili wyprodukowania wodoru aż do chwili przed jego zastosowaniem. To ogniwo łańcucha wartości pełni istotną rolę w zapewnieniu stabilnych dostaw wodoru do sektora przemysłu, transportu, energetyki i tym samym stabilnego funkcjonowania systemu energetycznego w przypadku zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w sieciach.

Wodór można przechowywać w formie gazowej, ciekłej i stałej, a proces magazynowania można klasyfikować na dwie kategorie – podziemne (geologiczne) i naziemne (zbiornikowe). Gaz ten może być przechowywany bezpośrednio w formie derywatu (pochodnej wodoru) oraz w różnych stanach skupienia, co wynika z celu magazynowania i tego, w jakim sektorze wodór ma być zastosowany (tabela 2).

TABELA 2. METODY PRZECHOWYWANIA WODORU W RÓŻNYCH FORMACH SKUPIENIA

<table>
<tr><th colspan="3">Forma gazowa</th><th colspan="3">Forma ciekła</th><th colspan="2">Forma stała</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Skompre-sowany wodór</td><td colspan="2">Syntetyczne węglowodory:</td><td rowspan="4">Ciekły wodór</td><td>Hybrydy chemiczne:</td><td>LOHC:</td><td>Wodorki metali:</td><td>Materiały porowate:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Skompre-sowany metan</td><td>Ciekły SNG</td><td>Amoniak</td><td>MCH</td><td>Boro-wodorek</td><td>Grafen</td></tr>
<tr><td>Syntetyczna benzyna</td><td>Metanol</td><td>DBT</td><td>Stopy typu-AB</td><td>Aerożel węglowy</td></tr>
<tr><td>Syntetyczny disel</td><td>Izopropa-nol</td><td>Benzen</td><td>Wodorek glinu</td><td>Nano rurki węglowe</td></tr>
</table>

Źródło: Tchorek i in. (2023).

MAGAZYNOWANIE WODORU JAKO OGNIWO ŁAŃCUCHA WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Metody magazynowania wodoru można także dzielić na fizyczne i materiałowe, co pokazano na rysunku 6. Do fizycznych metod zalicza się sprężanie i skraplanie wodoru. Obecnie te metody są najłatwiejsze do wdrożenia i bardziej powszechne, jednak jak oceniają specjaliści mają wiele niedociągnięć technicznych. Natomiast metody materiałowe opierają się na procesach fizykosorpcji i chemisorpcji, a w opinii ekspertów są niemal pozbawione wad (Mohan et al. 2018). Niestety nadal trwają procesy badawczo-rozwojowe w tym zakresie, co powoduje, że nie można ich obecnie wprowadzić do powszechnego użytku (Kozikowski, Szymlek, 2022).

W przywoływanym już raporcie na temat łańcucha wartości gospodarki wodorowej w Polsce omówiono poszczególne metody magazynowania wodoru w różnych formach skupienia i dwóch wariantach - naziemnym i podziemnym (Tchorek i in., 2023a). Wodór w formie gazowej może być magazynowany pod ziemią w kawernach solnych lub skalnych, w miejscach po wyczerpanych złożach gazu. Natomiast w przypadku składowania tego gazu na ziemi stosuje się zbiorniki ciśnieniowe, co stanowi obecnie najbardziej popularną formę przechowywania wodoru z TRL na poziomie 9, choć pojemność magazynu w postaci zbiornika jest bardzo mała (1,1 t wodoru). Zbiorniki z materiałów kompozytowych lub stalowe mogą występować w formie stacjonarnej (np. przy instalacjach przemysłowych), lub mobilnej (np. w transporcie intermodalnym).

Każda z podanych metod magazynowania wodoru w Polsce charakteryzuje się różnymi cechami – innym poziomem gotowości technologicznej oraz pojemnością magazynu, a także wymaganiami w zakresie ciśnienia magazynu, stałej objętości gazu w magazynie, a w przypadku składowania wodoru pod ziemią również głębokości magazynu.

MAGAZYNOWANIE WODORU JAKO OGNIWO ŁAŃCUCHA WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

RYSUNEK 6. KLASYFIKACJA METOD MAGAZYNOWANIA WODORU

Źródło: Kozikowski, Szymlek (2022), s. 16.

Polska dysponuje dużym potencjałem magazynowania wodoru w postaci kawern solnych zlokalizowanych na lądzie, które cechują się większą elastycznością w stosunku do magazynów po wyczerpanych złożach gazu i solankowych warstwach wodonośnych. Wiąże się to z możliwością wykonania w nich kilku cykli zatłaczania i wycofywania w ciągu roku, co pozwala reagować na zmiany sytuacji rynkowej. Kawerny niedaleko wybrzeża (do 50 km od brzegu) mogłyby być używane jako magazyny wodoru importowanego. Do atutów tej metody magazynowania należy to, że kawerny solne mają wysoki poziom gotowości technologicznej (TRL wynosi 8-9), niskie ryzyko zanieczyszczenia wodoru i wysoką wydajność magazynowania (98%) oraz dużą pojemność magazynową (300-120 000 t wodoru).

W przypadku magazynowania wodoru w formie ciekłej i stałej za najbardziej powszechne i rozwinięte metody uznaje się przechowywanie ciekłego wodoru (TRL wynosi 7-9) oraz amoniaku (TRL wynosi 9). To dojrzałe technologie zbiornikowe dla małej i średniej skali magazynowania w przypadku ciekłego wodoru i dużej skali dla amoniaku. Mają one

MAGAZYNOWANIE WODORU JAKO OGNIWO ŁAŃCUCHA WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

jednak pewne wady, w tym palność przechowywanej substancji i wysokie dla ciekłego wodoru i średnie dla amoniaku zużycie energii. Pewnym atutem tych metod jest średnia elastyczność systemu magazynowania, co może być przydatne w sytuacjach zmian zapotrzebowania na wodór. Znaczne większymi zdolnościami do elastycznego reagowania na zmiany rynkowe cechuje się metoda magazynowania ciekłego wodoru (LOHC) w zbiornikach. Wymaga zagospodarowania węgla, niskiego zużycia energii, ale jej wadą jest również palność magazynowanej substancji. Obecnie ta metoda ma średni poziom gotowości technologicznej i komercjalizacji (TRL wynosi 6-8), co utrudnia jej dostępność w Polsce. Podobny problem występuje w przypadku metody wykorzystującej wodorek glinu. Choć ta metoda magazynowania chroni przed palnością substancji, to charakteryzuje się jeszcze niższym poziomem gotowości technologicznej i komercyjnej oraz małą elastycznością systemu magazynowania.

Średnio- i długookresowe magazynowanie wodoru i zawartej w nim energii wskazuje się jako jeden z najważniejszych celów rozwoju gospodarki wodorowej w każdym kraju członkowskim UE. Rosnące zużycie wodoru na cele energetyczne wymusi konieczność nie tylko jego wytwarzania, ale także magazynowania. To z kolei przyczynia się do konieczności działań inwestycyjnych w infrastrukturę wodorową. Jak wskazują eksperci nakłady inwestycyjne w infrastrukturę magazynowania wodoru mogą wynosić nawet 30% całkowitych kosztów infrastrukturalnych łańcucha wartości gospodarki wodorowej (IEA, 2023). Rozwój rynku wodoru będzie sprzyjał pojawianiu się podmiotów oferujących usługi podziemnego magazynowania wodoru w krajach dysponujących lepszymi warunkami geologicznymi. Stanowi to szansę dla Polski, która ma znaczny potencjał magazynowania z wykorzystaniem kawern solnych. Metoda to oferuje najniższe uśrednione koszty magazynowania 1 kg wodoru przy dużym potencjale magazynu.

Z analiz ekspertów wynika, że największym potencjałem przechowywania wodoru charakteryzują się wyczerpane złoża gazu, jednak w chwili obecnej jest to najmniej dojrzała z analizowanych technologii. Należy też pamiętać, że wykorzystywanie poszczególnych dostępnych metod jest determinowane planowanym okresem magazynowania wodoru. Na cele sezonowego przechowywania dużych ilości wodoru mogą służyć wyczerpane złoża gazu. W przypadku okresów miesięcznych można użytkować kawerny solne i zbiorniki amoniaku. W celu przechowywania wodoru w skali tygodnia lub dni proponowane są magazyny w postaci zbiorników ciśnieniowych oraz zbiorników na ciekły wodór. Natomiast jako metodę pośrednią wskazuje się magazynowanie w wyłożonych kawernach skalnych, które mogą służyć kilkumiesięcznemu przechowywaniu wodoru, ale mają średnia pojemność (Tchorek i in., 2023a).

MAGAZYNOWANIE WODORU JAKO OGNIWO ŁAŃCUCHA WARTOŚCI GOSPODARKI WODOROWEJ W POLSCE

Biorąc pod uwagę plusy i minusy różnych metod magazynowania, dotychczasowy rozwój technologii w tym zakresie oraz potencjał geologiczny Polski można wskazać następujące wnioski i zalecenia w odniesieniu do tego ogniwa łańcucha wartości gospodarki wodorowej w Polsce (Tchorek i in., 2023a):

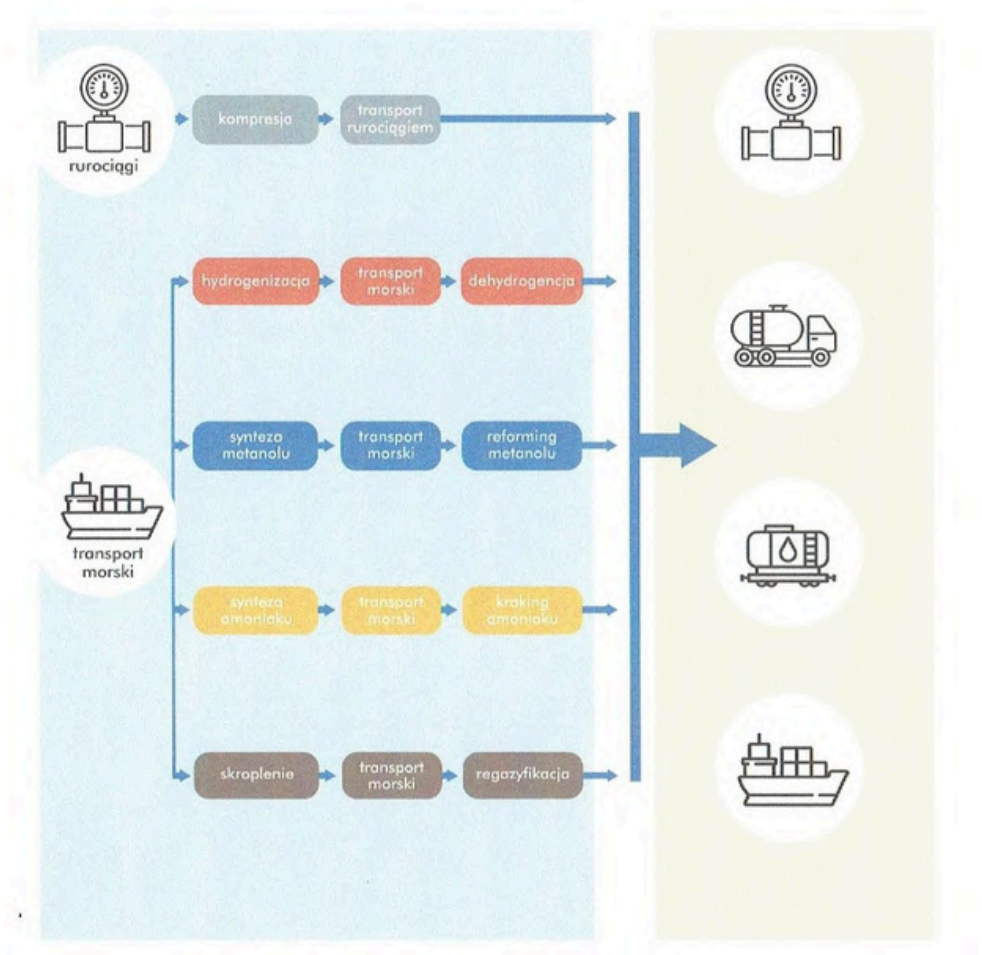
- barierami rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce w najbliższych latach stanie się konieczność zapewnienie odpowiedniej liczby i wielkości magazynów dla wodoru, a także zagwarantowanie wystarczających ilości energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii dla produkcji wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego;
- niezbędne jest stymulowanie przez państwo rozwoju zarówno wielkoskalowych magazynów wodoru w strukturach geologicznych, jak i mniejszych magazynów naziemnych; każdy z tych rodzajów magazynów musi pełnić inne role, więc oba rodzaje są potrzebne dla rozwoju gospodarki wodorowej;
- istotne znaczenie dla rozwoju przyszłej infrastruktury transportowej opartej na energii z wodoru ma dostępność i rozlokowanie magazynów na terenie kraju; ma to szczególne znaczenie w kontekście lokalizacji sieci przesyłowych wysokiego napięcia i wielkoskalowych magazynów w strukturach geologicznych;
- wprowadzane przez państwo polityki strategiczne i regulacyjne powinny uwzględniać, zwiększenie od 2030 r. obowiązków prawnych w zakresie wykorzystania wodoru odnawialnego; wymusi to posiadanie rezerw wodoru w Polsce, a jednocześnie przyczyni się do zapewnienia niezależności i bezpieczeństwa strategiczno-przemysłowego kraju;
- konieczne jest wykorzystanie korzystnych uwarunkowań geologicznych Polski i jej znacznego w skali europejskiej potencjału magazynowania wodoru w kawernach solnych; umożliwi to zwiększenie niezależności w przechowywania wodoru w kraju, ale także stanowi szansę dla świadczenia usług magazynowania wodoru dla innych odbiorców (z krajów unijnych).

TRANSPORT WODORU

Kolejne ogniwo łańcucha wartości gospodarki wodorowej w Polsce należy rozpatrywać w kontekście oddziaływania uwarunkowań technologicznych, regulacyjnych i rynkowych. To one determinują nie tylko wybór określonego sposobu transportu wodoru, inwestycje związane z rozwojem infrastruktury transportowej, ale także efektywność tego procesu ze względu na przeciętny koszt transportu 1 kg wodoru.

Główne elementy łańcucha wartości transportu wodoru oraz ich wykorzystanie w zależności od odległości, które wodór musi pokonać (powyżej lub poniżej 500 km) przedstawiono na rysunku 7.

RYSUNEK 7. RODZAJE TRANSPORTU WODORU



Źródło: Tchorek i in. (2023b), s. 18.

TRANSPORT WODORU

Długodystansowy transport różnych postaci wodoru - w odległości do i powyżej 500 km - może odbywać się rurociągami, albo z wykorzystaniem transportu morskiego. W przypadku tego ostatniego sposobu należy brać pod uwagę dalsze procesy przetwarzania poszczególnych przewożonych postaci wodoru, aby można było kontynuować jego dystrybucję na mniejsze niż 500 km odległości (rurociągami, transportem drogowym, cysternami, transportem kolejowym i morskim, intermodalnym).

Wymienione technologie transportu wodoru mają różny poziom gotowości technologicznej, co szczegółowo omówiono w przywoływanym raporcie. Jego autorzy (Tchorek i in., 2023b) wskazują, że TRL różni się w zależności od skali infrastruktury. W przypadku wielkoskalowego transportu (> 1000 t H2 dziennie) żadna ze wskazanych metod nie osiągnęła poziomu TRL 9 w całym łańcuchu. Najbardziej zaawansowana technologicznie w przypadku transportu morskiego jest obecnie metoda transportu wodoru pod postacią amoniaku w sytuacji zwiększenia skali jednostek morskich służących do jego przewozu. Najniższy poziom przygotowania technologicznego występuje w przypadku transportu morskiego wodoru w postaci LOHC oraz metanolu. Konkurencyjność metanolu i amoniaku jako nośników wodoru jest ograniczona wskutek konieczności rekonwersji w celu uzyskania ponownie wodoru, która wymaga zużycia znacznych ilości energii. Jednak usunięcie potrzeby rekonwersji i wykorzystanie bezpośrednie ciekłych form wodoru poprawia atrakcyjność tych metod transportu (Tchorek i in., 2023a).

W przypadku transportu rurociągami poziom gotowości technologicznej jest relatywnie wysoki, choć różni się w zależności od metody. W przypadku wykorzystywania dedykowanego rurociągu TRL wynosi 8-9, ale istniejąca technologia wymagałaby zwiększenia skali transportu wodoru i wykorzystania rur o większej przepustowości. Ten sam poziom gotowości technologii występuje w przypadku retrofitu gazociągu, ale jeżeli miałby ta metoda służyć do transportu wodoru, to niezbędne będzie zastosowanie trzy razy mocniejszych sprężarek. Technologia zatłaczania amoniaku ma TRL równe 8 i wymaga zastosowania w większej skali dla potrzeb transportu wodoru w dużych ilościach. Natomiast sam transport amoniaku rurociągami jest dojrzałą technologią (TRL wynosi 8-9) i służy potrzebom wyspecjalizowanych odbiorców z przemysłu.

Do transportu wodoru na odległość mniejszą niż 500 km mogą być wykorzystywane rurociągi ze sprężonym wodorem (dedykowane / retrofit sieci gazowej), ale także transport intermodalny wodoru w formie sprężonej i ciekłej. Uwzględniając specyfikę technologiczną i wrażliwość infrastruktury na różne nieprzewidywalne zdarzenia

TRANSPORT WODORU

(katastrofy przyrodnicze, zamachy, działania militarne) transport wodoru w postaci ciekłej rurociągami nie jest obecnie rozwiązaniem do zastosowania na większą skalę. Jednak można zauważyć, że im większa odległość przesyłu wodoru oraz narastające potrzeby związanymi ze zwiększaniem wolumenu dostarczanego wodoru, tym większa atrakcyjność transportu rurociągami względem transportu intermodalnego, a zwłaszcza drogowego. Transport sprężonego wodoru umożliwia zwiększenie elastyczność transportu ze względu na możliwości zastosowania rozwiązań intermodalnych dzięki wykorzystywaniu kontenerów. Uwzględniając większą gęstość wodoru w transporcie ciekłym metoda ta staje się bardziej konkurencyjna wraz ze wzrostem odległości i ilości transportowanego wodoru (Tchorek i in., 2023a).

Rozważając wykorzystywanie różnych rodzajów transportu wodoru w Polsce należy brać pod uwagę również koszty jego przesyłu lub przewozu. Eksperci wskazują, że metody i koszty transportu wodoru są związane ze skalą rynku wodorowego (roczną wielkością produkcji, ewentualną wielkością i kierunkami importu wodoru i zagęszczeniem rynków zbytu). Im większa jest skala tego rynku, tym niższe przeciętne koszty transportu wodoru. W celu szczegółowej kalkulacji kosztów transportu dla polskiego rynku wodoru należałby przyjąć konkretne dane dla wybranego przypadku przedsięwzięcia biznesowego. Wynika to z faktu, że koszty transportu wodoru przy wczesnym stadium rozwoju rynku są mocno zróżnicowane w zależności od wielkości inwestycji i jej otoczenia infrastrukturalnego (Tchorek, 2022).

Naukowcy zajmujący się rozwojem gospodarki wodorowej w Polsce uważają, że na początku rozwoju rynku wodorowego z małymi wielkościami produkcji wodoru najtańszym sposobem jego transportu przy krótkich dystansach poniżej 200-300 km będzie przewóz wodoru gazowego w cysternach. Wraz pojawianiem się bardziej dojrzałego i rozwiniętego rynku efektywne pod względem kosztów staną się takie sposoby transportu jak przewóz w cysternach średnich wolumenów produkcji wodoru skroplonego na odległość 300–500 km, w ramach kilku województw oraz transport rurociągowy dużych ilości wodoru w odległości powyżej 300 km, w ramach kilku województw lub transgranicznie (Tchorek, 2022).

Wykorzystanie przez Polskę metody transportu morskiego wodoru jest obecnie bardzo kosztowne. Koszt jednostkowy transportu wodoru tym sposobem jest około 6 razy droższy od transportu LNG. W przypadku dążenia do używania transportu morskiego niezbędne będzie zwiększenie skali działalności, aby móc korzystać z efektów skali dla optymalizacji kosztowej. Będzie to niezbędne w sytuacji importu wodoru, jednak dla obsługi wymiany handlowej wodoru Polska musi stworzyć odpowiednią infrastrukturę – zbudować terminal wodorowy (na wzór terminala LNG). Eksperci wskazują również, że

TRANSPORT WODORU

istnieją możliwości technologiczne obsługi dostaw LNG i wodoru w ramach jednego gazoportu (Tchorek, 2022).

W ramach rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce poza transportem wodoru należy pamiętać o konieczności stworzenia właściwej infrastruktury do zasilania środków transportowych wodorem jako paliwem alternatywny. Reguluje to rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Europy w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (AFIR) (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2023). AFIR zastępuje Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Nowe przepisy wejdą w życie 13 kwietnia 2024 r. Rozporządzenie to stanowi element pakietu Fit for 55 i określa konkretne etapy tworzenia infrastruktury ładowania pojazdów alternatywnych, w tym zasilanych wodorem. Wskazuje, że powinny być to stacje ładowania energią elektryczną pojazdów drogowych BEV oraz jednostek pływających w portach i samolotów na letniskach, tankowania pojazdów drogowych FCEV wodorem, tankowania pojazdów drogowych skroplonym metanem. Za punkt wyjścia w tym rozporządzeniu przyjęto Transeuropejską sieć transportową TEN-T, która jest uznawana za siec kompleksową i obejmuje główne autostrady transeuropejskie oraz 424 węzły miejskie. Przyjęto że do 2030 roku na drogach głównych sieci bazowej TEN-T będzie przynajmniej 1 punkt tankowania wodoru w węźle miejskim co 200 km. Minimalna przepustowość (efektywność punktu) powinna wynosić 1 t wodoru dziennie pod ciśnieniem 700 bar. Poza tym infrastruktura tankowania wodoru powinna umożliwiać doraźne tankowanie, płatność elektroniczną i jasno informować o wariantach płatności. Oznacza to, że w Polsce do 2030 roku musi powstać w sumie 49 stacji tankowania wodoru – 30 stacji w węzłach miejskich i 19 stacji przy drogach sieci bazowej TEN-T. Stanowi to duże wyzwanie dla polskiej gospodarki wodorowej.

Uwzględniając poziom rozwoju dostępnych technologii transportu wodoru, wymagania regulacyjne i uwarunkowania rynkowe (relacje popytu i podaży na rynku wodoru, średni koszt transportu 1 kg wodoru w zależności od metody transportu) można sformułować następujące wnioski i zalecenia dla tego ogniwa łańcucha wartości gospodarki wodorowej w Polsce:

- niedostateczna podaż wodoru dla potrzeb krajowego popytu na to źródło energii i niemożność zapewniania samowystarczalności w tym zakresie podczas transformacji sektora gazowego, przy niedostatecznych ilości odnawialnych źródeł energii wymusi określenie przez państwo rozmiarów niezbędnego importu wodoru i możliwych jego kierunków,

TRANSPORT WODORU

- niezbędne będą odpowiednie plany rozwoju sieci infrastruktury portowej w związku z potrzebami przyszłego transportu morskiego wodoru oraz jego derywatów; wcześniej trzeba będzie określić krajowe potrzeby w zakresie obecnego i prognozowanego wykorzystania wodoru, co bezpośrednio wpłynie nie tylko na wielkość dostaw, ale też na wybór środka transportu przy imporcie wodoru ze względu na możliwość bezpośredniego wykorzystania derywatu w niektórych sektorach gospodarki (np. rafineryjnym, petrochemicznym, nawozowym);
- zaleca się stworzenie dedykowanego systemu wsparcia dla importu zielonego wodoru i jego pochodnych, a jako przykład dobrej praktyki w tym zakresie wskazuje się rozwiązanie stosowane przez Niemcy (platforma H2Global) oraz Niderlandy;
- retrofiting sieci gazowych i przekształcanie ich w sieci wodorowe, pomimo największej atrakcyjności kosztowej, mogą być ograniczone z powodu konieczności dostosowania infrastruktury u odbiorców umożliwiających wykorzystanie wodoru,
- barierą w transporcie wodoru może stać jego dystrybucja do odbiorcy końcowego, co będzie uwarunkowane wysokością kosztów dystrybucyjnych; ich obniżenie może nastąpić dzięki tworzeniu lokalnych centrów bilansujących zapotrzebowanie ze zdolnościami wytwórczymi;
- na obniżenie kosztów dystrybucji i zmniejszenie ceny wodoru u odbiorcy końcowego wodoru powinno pozytywnie wpłynąć funkcjonowanie dolin wodorowych; przyczynią się one także do ograniczenie śladu węglowego dostarczanego wodoru.

ZASTOSOWANIE WODORU W POLSKIEJ GOSPODARCE

Wodór obecnie znajduje zastosowanie w takich sektorach jak: przemysł chemiczny, rafineryjny, petrochemiczny, przemysł stalowy i hutnictwo oraz przemysł spożywczy. Sektor chemiczny wykorzystuje wodór w procesie produkcji nawozów sztucznych (przede wszystkim amoniaku), metanolu, wody utlenionej, a w dalszej kolejności również metanolu, kaprolaktamu (produkcja tworzyw sztucznych) czy alkoholi oxo (produkcja detergentów, rozpuszczalników, plastyfikatorów i farb, plastikowych opakowań). Działanie sektora chemicznego opiera się na syntezie amoniaku, co wymaga reakcji między wodorem a azotem. Do produkcji amoniaku jest wykorzystywany przede wszystkim wodór szary, który pochodzi z reformingu parowego gazu ziemnego. W Polsce przemysł chemiczny mógłby znacznie zredukować emisję CO2 używając mniej emisyjnych rodzajów wodoru (niebieskiego, fioletowego i zielonego). Eksperci wskazują, że zastosowanie paliw RFNBO (zielony wodór) i niskoemisyjnych może wpłynąć na istotne ograniczenie emisyjności sektora chemicznego w Polsce (EY, 2023).

ZASTOSOWANIE WODORU W POLSKIEJ GOSPODARCE

W przypadku przemysłu rafineryjnego wodór jest wykorzystywany m.in. w procesach usuwania siarki, azotu oraz innych zanieczyszczeń z ropy naftowej i gazu ziemnego. Jest również surowcem w procesie hydrokrakingu, podczas którego stosowany jest do konwersji cięższych frakcji ropy naftowej na lżejsze produkty, takie jak benzyna i oleje napędowe. Do tego procesu wykorzystuje się wodór szary z reformingu parowego gazu ziemnego lub wodór odpadowy z procesów technologicznych. Wodór może być również stosowany w produkcji tzw. paliw syntetycznych jako nowych produktów rafineryjnych (Brodacki i in., 2021; Tchorek in. in., 2023b). W Polsce zastosowanie w procesach rafineryjnych paliw RFNBO i niskoemisyjnego wodoru umożliwiłoby zmniejszenie emisji CO2 sektora i zmniejszenie podatności jego podmiotów na rosnące ceny uprawnień do emisji.

Przemysł petrochemiczny do produkcji chemikaliów organicznych i polimerów (m.in. nafty, gazu, etanu, LPG, gazu ziemnego) wykorzystuje węglowodory. Jak wskazują Tchorek i in. (2023) zielony wodór może być wykorzystany w petrochemii jako surowiec w krakerach parowych lub nośnik energii w procesach wysokotemperaturowych (np. palnik krakera), zmniejszając emisyjność tego procesu. Sugerują, że podczas produkcji chemikaliów organicznych będzie można używać odnawialny metanol (forma wodoru). Poza tym sektor petrochemiczny mógłby wykorzystywać także paliwa niskoemisyjne uzyskiwane z wodoru odpadowego z zastosowaniem technologii CCS. Global Hydrogen Council wskazuje, że globalne wykorzystanie odnawialnego wodoru w sektorze petrochemicznym może doprowadzić do redukcji emisji CO2 o co najmniej 30% do 2050 r. (Global Hydrogen Council, 2017). Tym samym również w Polsce można oczekiwać redukcji emisji CO2 po zwiększeniu wykorzystania paliw RFNBO.

Współcześnie wodór ma również zastosowanie w metalurgii, szczególnie przy produkcji stali. Chcąc zmniejszyć emisyjność sektora hutniczego należałoby zastosować paliwa RFNBO. Proces wzbogacania rud żelaza wodorową redukcją stanowi potencjalną alternatywę dla tradycyjnych metod, co może przyczynić się do zmniejszenia emisji CO2 o 70-90% w porównaniu z konwencjonalnymi procesami produkcji stali (EC, 2018).
W przemyśle spożywczym używa się wodoru do procesów przemysłowej produkcji żywności oraz jako gazu opakowaniowego. Stosuje się go m.in. do hydrogenacji tłuszczów roślinnych, która umożliwia stworzenie tłuszczów stałych o określonych właściwościach, takich jak margaryna czy tłuszcze do smażenia. Proces ten pozwala na uzyskanie produktów o pożądanej konsystencji i dłuższym okresie przydatności do spożycia. Poza tym wodór wykorzystywany jest często jako gaz ochronny w pakowaniu żywności (ochrona produktów spożywczych przed utlenianiem oraz wydłużenie ich trwałości). Stosowany jest też do wydłużenia świeżości niektórych produktów, takich jak mięso i owoce morza (hamowanie wzrostu bakterii).

ZASTOSOWANIE WODORU W POLSKIEJ GOSPODARCE

W przyszłości wodór może być użytkowany w Polsce jako nośnik i magazyn energii, co umożliwi stabilizowanie systemu elektroenergetycznego i jego bilansowanie ,gdy wzrośnie udział energii odnawialnej w miksie energetycznym. Zadania te będą realizowane przede wszystkim w modelu długoterminowym (sezonowym), a rzadziej krótkoterminowym (godzinowym/dniowym). Konkurencyjną technologią wobec wykorzystywania wodoru w magazynowaniu energii będą systemy bateryjne, zwłaszcza dla potrzeb krótkookresowych.

Kolejnym obszarem wykorzystywania wodoru w Polsce w przyszłości będą takie sektory oparte na jednostkach gazowych jak: energetyka, ciepłownictwo i chłodnictwo. Wymagania regulacyjne w zakresie ograniczenia emisyjności zmuszą jednostki gazowe do stosowania mieszanek z gazem niskoemisyjnym i odnawialnym lub dostosowania ich do pracy z urządzeniami wykorzystującymi technologię CCS.

Oczywistym obszarem zastosowania wodoru w Polskiej gospodarce jest lekki i ciężki transport kołowy, a także transport morski i lotniczy. Obecnie w Polsce testuje się wykorzystanie napędu wodorowego w autobusach komunikacji miejskiej w Poznaniu i Krakowie. Technologie zasilania wodorem małych pojazdów (osobowych lub małych dostawczych) są już opanowane i stopniowo komercjalizowane w innych krajach, np. w Niemczech (taksówki w Hamburgu). Rozwój transportu drogowego opartego na wodorze wymaga budowy infrastruktury tankowania według zaleceń rozporządzenia AFIR.

Komercjalizacja zastosowania paliw RFNBO w przypadku lekkich pojazdów może nastąpić już w 2025 r. Nieco później , bo w latach 2025-2030 sugerowane jest wprowadzenie na rynek technologii zasilania zielonym wodorem ciężkiego transportu kołowego (ciężarówki, autobusy, kolej). Wodór i pochodne stanowią dobre źródło napędu w przypadku długich dystansów, konieczności ciągłej pracy i krótkiego czasu tankowania oraz maksymalizacji dopuszczalnej masy przewożonego ładunku.

W przypadku wykorzystywania wodoru w transporcie morskim i lotniczym eksperci wskazują, że komercjalizacja zastosowania może nastąpić dopiero w latach 2030-2035. Dekarbonizacja tych sektorów gospodarki w średnio- i długoterminowej perspektywie będzie dokonywana przy użyciu pochodnych wodoru, tzn. odnawialnego amoniaku, odnawialnego metanolu, paliw syntetycznych, np. e-kerozyny.

ZASTOSOWANIE WODORU W POLSKIEJ GOSPODARCE

Analizując potencjalne kierunki zastosowania wodoru w polskiej gospodarce Tchorek z zespołem (Tchorek i in., 2023) sformułowali następujące wnioski i zalecenia:

- niezbędne jest szczegółowe uwzględnienie paliw RFNBO w polityce energetycznej Polski (PEP 2040, KPEiK) jako czynników umożliwiających zmniejszenie emisyjności sektorów trudnych do bezpośredniej elektryfikacji (m.in. przemysł chemiczny, rafineryjny, hutnictwo, transport ciężki, morski, lotniczy).
- najważniejszym czynnikiem zapewnienia opłacalnego wykorzystania paliw RFNBO będzie optymalizacja kosztów pozyskania energii elektrycznej; wymusza to przeprowadzenie liberalizacji rynku energii w Polsce (linia bezpośrednia, rozpowszechnienie umów PPA, ulgi w opłatach regulacyjnych i sieciowych dla dolin wodorowych, magazynowanie energii),
- wsparciem dla zwiększonego zużycia zielonego wodoru będzie polityka UE - jej regulacje stopniowo eliminują z rynku paliwa kopalne i jednocześnie wspierają ich substytucję z zastosowaniem paliw RFNBO,
- odpowiedzią na zwiększone zużycie wodoru musi być większa podaż wodoru nisko emisyjnego i zeroemisyjnego, a to wymaga wprowadzenia regulowanego systemu wsparcia, który będzie pokrywać lukę finansową między kosztem paliwa RFNBO a ceną jego bezpośredniego nośnika referencyjnego (np. gaz ziemny lub olej napędowy); eksperci sugerują, że w pierwszych fazach rozwoju rynku (gdy nie występuje rynek hurtowy), system wsparcia powinien zapewniać łączenie producentów i odbiorców wodoru, co zmniejszy ryzyko braku zbilansowania systemowego;
- wykorzystywanie paliw RFNBO w polskiej gospodarce umożliwi dekarbonizację gospodarki polskiej i zmniejszenie ekspozycji Polski na EU ETS, w tym rosnące ceny uprawnień do emisji CO2.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Jako sygnatariusz paryskiego porozumienia klimatycznego, Holandia zapisała w prawie swoje zobowiązanie do dekarbonizacji przyszłości i uzgodniła ambitne cele w krajowym porozumieniu klimatycznym (patrz ramka). Dla jednego z najgęściej zaludnionych i uprzemysłowionych krajów na świecie, osiągnięcie tych celów będzie stanowić poważne wyzwania. Miliardy euro zostaną przeznaczone w nadchodzącej dekadzie, na przyspieszenie transformacji energetycznej. Holendrzy planują ogromne inwestycje w energię odnawialną, zwłaszcza morską. Inne kluczowe polityki mają na celu wykorzystanie całej tej neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla, poprzez elektryfikację samochodów na dużą, ogrzewania mieszkań i procesów przemysłowych.

Jednak nawet w przypadku tych ambitnych polityk wyzwania pozostają. Na przykład, duży krajowy sektor przemysłowy wymaga ogromnych ilości wysokotemperaturowego ciepła procesowego, a także alternatywy dla surowców kopalnych. W miarę jak stajemy się coraz bardziej zależni od nieciągłych źródeł energii, takich jak energia wiatrowa i słoneczna, pilnie potrzebujemy rozwiązań do magazynowania dużych ilości energii, zarówno w zarówno krótkoterminowo, jak i sezonowo. Kolejnym wyzwaniem jest dekarbonizacja sektorów żeglugi morskiej i transportu drogowego.

Wodór jest powszechnie postrzegany jako kluczowa technologia do pokonania fundamentalnych przeszkód na drodze do pełnej dekarbonizacji. Wielu uważa go za brakujące ogniwo wymagane do udanej transformacji energetycznej. Może być alternatywą dla gazu ziemnego w procesach przemysłowych, jako surowiec do produkcji chemikaliów i jako neutralne pod względem emisji dwutlenku węgla paliwo w praktycznie wszystkich środkach transportu, zwłaszcza tych, dla których elektryfikacja nie jest jeszcze opcją. Dzięki elektrolizie, wodór może być wykorzystywany do magazynowania i dystrybucji dużych ilości energii odnawialnej, torując drogę do dalszych inwestycji na dużą skalę w energię wiatrową i słoneczną, tworząc nowe możliwości bilansowania sieci, sezonowego magazynowania, a nawet globalnego eksportu odnawialnej energii.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Holenderskie podejście do budowania przyszłości opartej na wodorze ma kilka charakterystycznych cech. Po pierwsze, jest ono wyraźnie napędzane przez politykę klimatyczną i zobowiązań opisanych powyżej. Po drugie, jego zakres obejmuje cały łańcuch wartości. Zamiast postrzegać produkcję wodoru i różne zastosowania jako odrębne kwestie, Holendrzy przyjęli zintegrowane podejście do rozwoju "gospodarki wodorowej". Dziesiątki projektów pilotażowych, w ramach których firmy i instytuty badawcze budują kompletną gospodarkę wodorową i ekosystem wodoru, skupiając się nie tylko na technologii, ale także na tworzeniu popytu, modelach biznesowych i rozwiązywaniu kwestiami regulacyjnymi i bezpieczeństwa. Często odbywa się to w ramach partnerstw publiczno-prywatnych i w bardzo pragmatyczny sposób.

Holenderskie podejście do budowania przyszłości opartej na wodorze ma kilka charakterystycznych cech. Po pierwsze, jest ono wyraźnie napędzane przez politykę klimatyczną i zobowiązań opisanych powyżej. Po drugie, jego zakres obejmuje cały łańcuch wartości. Zamiast postrzegać produkcję wodoru i różne zastosowania jako odrębne kwestie, Holendrzy przyjęli zintegrowane podejście do rozwoju "gospodarki wodorowej". Dziesiątki projektów pilotażowych, w ramach których firmy i instytuty badawcze budują kompletną gospodarkę wodorową i ekosystem wodoru, skupiając się nie tylko na technologii, ale także na tworzeniu popytu, modelach biznesowych i rozwiązywaniu kwestiami regulacyjnymi i bezpieczeństwa. Często odbywa się to w ramach partnerstw publiczno-prywatnych i w bardzo pragmatyczny sposób.

Holendrzy mają otwarte podejście do innowacji, co zachęca do eksperymentowania. Ponad 50 lat temu Holendrzy odkryli złoża gazu ziemnego i rozwinęli jedną z najbardziej rozległych i zaawansowanych sieci gazowych na świecie. W magazynach gazu w północnej prowincji Groningen, setki milionów metrów sześciennych gazu mogą być przechowywane w podziemnych kawernach solnych. Ta sama infrastruktura - wraz z tysiącami kilometrów gazociągów w całym kraju - jest mobilizowana, aby umożliwić drugą rewolucję gazową, zastępując paliwa kopalne neutralnym wodorem.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Najprostszym sposobem transportu wodoru są rurociągi. Niewiele krajów jest tak dobrze przygotowanych do budowy ogólnokrajowej sieci wodorowej jak Holandia. To dlatego, że fundamenty są już obecne. Kraj ten posiada już dedykowaną sieć rurociągów wodorowych o długości ponad 1000 km, łączącą go z zakładami przemysłowymi w Belgii i Francji.

Ale być może nawet bardziej znaczące jest to, że posiada jedną z najgęstszych i najbardziej zaawansowanych sieci gazu ziemnego. Sieć ta obejmuje 136 000 km rurociągów i ponad 7 milionów przyłączy, docierających do niemal każdego holenderskiego domu i firmy. Infrastruktura ta może być już wykorzystywana do transportu wodoru. Nie tylko poprzez mieszanie wodoru z gazem ziemnym ale poprzez zastąpienie jednego drugim. Różne projekty wykazały, że przy niewielkich zmianach, istniejąca infrastruktura może być wykorzystywana do transportu wodoru. W prowincji Zeeland, 12-kilometrowy gazociąg przemysłowy transportuje około 400 000 ton wodoru rocznie, a niemal tuzin projektów pilotażowych na obszarach mieszkalnych w celu zastąpienia gazu ziemnego wodorem, z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury. W nadchodzących latach trend ten nabierze tempa. Jedną z kluczowych polityk holenderskiej agendy klimatycznej jest to, że ponad 2 miliony domów musi zostać na gaz ziemny do 2030 roku. A ponieważ zapotrzebowanie na gaz ziemny spada, duża część przepustowości sieci staje się dostępna dla transportu wodoru, zwłaszcza, że sieć obejmuje wiele "równoległych rurociągów. Szacuje się, że do 2026 r. Holendrzy mogliby opracować krajową "wodorową sieć szkieletową łączącą pięć głównych klastrów przemysłowych kraju.

Oprócz transportu wodoru, istniejąca infrastruktura gazu ziemnego oferuje również możliwości magazynowania, aby pomóc w niwelowaniu sezonowych wahań w dostępności energii odnawialnej lub w celu zrównoważenia sieci energetycznej. Na przykład na północy kraju Holendrzy przechowują gaz ziemny w ogromnych kawernach solnych o pojemności setek milionów metrów sześciennych. Prowadzone są projekty pilotażowe, aby zademonstrować że wodór może być bezpiecznie przechowywany również w tym miejscu. Ponadto holenderscy naukowcy i specjaliści z branży już teraz badają techniczną i ekonomiczną możliwość magazynowania wodoru w pustych złożach gazu, zarówno na lądzie, jak i na Morzu Północnym. Potencjalne możliwości magazynowania i transportowe są ogromne i mogłyby z łatwością pomieścić ok. 11 GW morskiej energii wiatrowej planowanych na holenderskim Morzu Północnym w ciągu najbliższych 10 lat.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Budowa gospodarki wodorowej wymaga innych i bardziej elastycznych środków transportu poza rurociągami i w tym zakresie Holendrzy pracują nad szeregiem innowacyjnych rozwiązań. Na przykład, naukowcy z TNO i partnerzy przemysłowi opracowują specjalne zbiorniki na wodór. Obejmuje to opracowanie nowych materiałów które umożliwiają przechowywanie wodoru pod bardzo wysokim ciśnieniem lub w ekstremalnie niskich temperaturach, torując drogę dla bezpiecznego i opłacalnego transportu drogowego, kolejowego lub morskiego.

Inne projekty holenderskie koncentrują się na wiązaniu wodoru z innymi materiałami, takimi jak azot, dwutlenek węgla lub toluen, aby stworzyć ciecz nośną, która jest znacznie łatwiejsza w transporcie, czasami nawet w istniejących tankowcach. Krajowe gazociągi o długości 136 000 km rurociągów oferują wyjątkowe możliwości rozwoju branży wodorowej.

Podczas gdy takie innowacje otwierają nowe możliwości dystrybucji wodoru na kilku ostatnich etapach łańcucha wartości, można je również zastosować do transportu na dużą skalę na bardzo duże odległości. Istnieje pilna potrzeba takich rozwiązań, ponieważ potencjał globalnego rynku wodoru jest ogromny.

Badania wskazują, że na obszarach z obfitym nasłonecznieniem i/lub korzystnymi warunkami wiatru, koszt odnawialnej energii elektrycznej może spaść do poniżej 1 dolara za kWh w ciągu 10 lat. To zwiększy opłacalność elektrolizy na dużą skalę, produkującej neutralny pod względem emisji dwutlenku węgla wodór na inne rynki. Oczekuje się, że w ciągu najbliższych kilku dekad Europa stanie się importerem netto czystego wodoru. Holendrzy przewidując to, pozycjonują swój kraj jako główne centrum wodorowe.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Również w tym przypadku korzystają z doskonałej pozycji wyjściowej. Niektóre z najbardziej ruchliwych korytarzy transportowych w Europie zbiegają się w Holandii dzięki doskonałej infrastrukturze drogowej, kolejowej i żeglugi śródlądowej, infrastrukturze drogowej, kolejowej i żeglugi śródlądowej, a także połączenia rurociągowe z większością Europy. Port Rotterdam jest największym portem dla ropy naftowej i (skroplonego) gazu ziemnego w Europie i współpracuje z partnerami przemysłowymi, aby zbudować podobną pozycję dla wodoru.

Kilka międzynarodowych firm już buduje elektrolizery w Rotterdamie i rozpoczęto prace nad dedykowaną infrastrukturą rurociągów wodorowych. Inne przedsiębiorstwa koncentrują się na technologii potrzebnej dla dużych cystern wodorowych i infrastruktury magazynowej nie tylko w Holandii, ale także w krajach, które chcą wykorzystać swój potencjał jako eksportera wodoru.

W 2020 r. północna Holandia została uznana za pierwszą europejską dolinę wodorową przez partnerstwo na rzecz czystego wodoru i UE.

W swoim zasięgu geograficznym Doliny Wodorowe obejmują wiele elementów łańcucha wartości zielonego wodoru, od produkcji wodoru po magazynowanie i transport wodoru oraz dystrybucję do odbiorców w przemyśle, mobilności i środowisku zabudowanym za pośrednictwem różnych środków transportu.

W ramach pierwszej w Europie Doliny Wodorowej w ostatnich latach opracowano następujące kluczowe aspekty, a rozbudowa jest kontynuowana wraz z nowymi ogłoszeniami. Dolina działa jak magnes biznesowy, przyciągając interesy i inwestycje oraz wyzwalając innowacje i tworzenie programów edukacyjnych odpowiadających ambicjom Holandii Północnej, jednocześnie dając przykład innym krajom członkowskim w Europie.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Wodór w przemyśle

- 32 MW Chloro Alkali Nobian (jako punkt początkowy HEAVENN dla dużego poboru zielonego wodoru)
- Kogeneracja zmodernizowana do wodoru dla ciepła przemysłowego I zasilania.

Przechowywanie

- Udany pilotaż magazynu HyStock do wtrysku wodoru w kawernach solnych. Kolejnym krokiem jest rozwój na pełną skalę magazynowania w kawernach solnych, które mają zostały uruchomione w 2023 roku.

Produkcja

- Pięć elektrolizerów o łącznej mocy 35,7 MW zainstalowana moc
- Moc elektrolizera 220 MW w fazie FID.
- Kilka elektrolizerów otrzymało pozwolenia
- Niedawno pojawiły się nowe ogłoszenia z mocą ok. 200 MW+, co jest już szczytem ambicji wielkoskalowych projektów offshore

Edukacja i badania

- Waterstof Werkt 1
- HyDelta 1 i kontynuacja HyDelta 2
- Przygotowanie kampusu Doliny Wodorowej w Europie

Transport

- Rurociąg wodorowy Chemical Park Delfzijl
- Rurociąg wodorowy Emmen
- Przyczepy do dystrybucji zielonego wodoru do HRS I odbiorcy przemysłowi
- Niedawno ogłoszono rozpoczęcie rozwój szkieletu wodorowego przez Gasunie, wspierany przez państwo holenderskie
- Kilka mniejszych dedykowanych rurociągów (na bazie polimerów) zostały ogłoszone w celu połączenia produkcji i odbiorców.

Wodór w mobilności

- Dziesiątki samochodów osobowych na wodór, które są obecnie na rynku droga.
- 32 autobusy na wodór.
- Wiele zamiatarek ulicznych, śmieciarek i pojazdów dostawczych samochody dostawcze.
- Pięć istniejących stacji tankowania wodoru i pięć w rozwój.
- Kilka (małych) łodzi na wodór.
- Pierwszy transport śródlądowy napędzany wodorem statek w budowie.
- Udany pilotaż pociągu napędzanego wodorem.
- Przyczepna stacja tankowania wodoru z HRS do tankowania statków dozwolone, bezpośrednio połączone z elektrolizerem w Delfzijl.
- Rozwój naziemnych jednostek napędowych o zerowej emisji na lotnisku Hydrogen Valley.

Wodór w środowisku zabudowanym

- Mały dom na wodór
- Znaczne wsparcie ze strony rządu krajowego na rozpoczęcie działalności rozwój 100 nowych domów na wodorze w Hoogeveen.

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

Czynniki sukcesu doliny HEAVEN

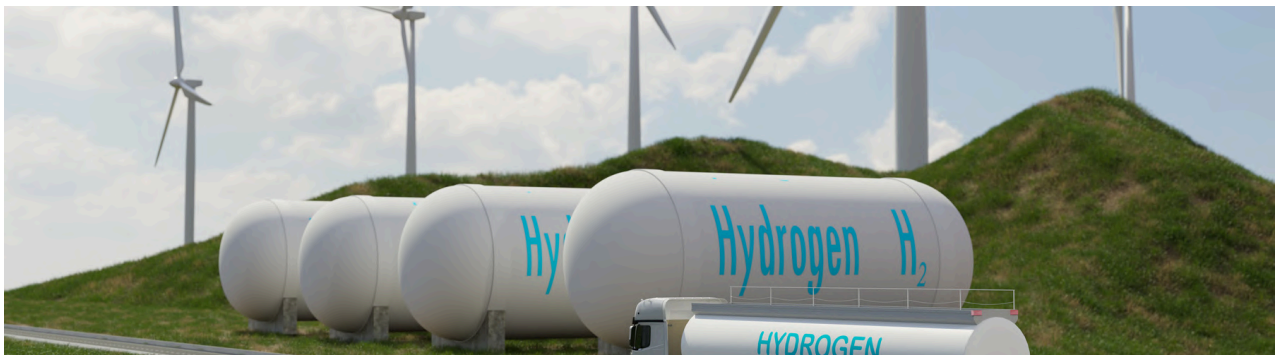
- **Pierwszy kluczowy czynnik sukcesu:** Przekonująca koncepcja projektu z uwzględnieniem łańcucha wartości i wyborem technologii, które wykorzystują lokalne zasoby i zaspokajają lokalne potrzeby. HEAVENN jest chwalony za przekonującą koncepcję projektu, ponieważ była to najbardziej kompletna dolina obejmująca każdą część łańcucha wartości, wykorzystująca lokalne zasoby i zaspokajająca lokalne potrzeby (region potrzebuje biznesu) - lokalne uwarunkowania, a dokładniej korzyści i perspektywy zostały dokładnie przeanalizowane i są stale weryfikowane.
- **Drugi kluczowy czynnik sukcesu:** Realna struktura komercyjna, która umożliwia deweloperom pierwsze rzeczywiste przypadki biznesowe (w tym wszelkie finansowanie publiczne). Mobilność pomaga przyspieszyć mobilność a przemysł), a mobilność ma wysoki współczynnik widoczności w społeczeństwie publicznym. Można zatem bezpiecznie wywnioskować, że wszyscy znają autobusy i samochody. Ich ciągły ruch uliczny zwiększa widoczność, rozpoznawalność i akceptację.
- **Trzeci kluczowy czynnik sukcesu:** Finansowanie publiczno-prywatne z wielu źródeł, które obejmuje wystarczającą ilość środków publicznych, aby wypełnić wszystkie luki. HEAVENN zapewnił finansowanie w początkowej fazie dzięki połączeniu środków publicznych i prywatnych. Wkład publiczny obejmował wsparcie ze strony regionu i państwa. W praktyce okazało się to trudniejsze niż przewidywano, ponieważ finansowanie regionalne jest już dostępne. Finansowanie krajowe jest w przygotowaniu. Ważnym elementem opóźnienia jest nadmierna złożoność przepisów dotyczących pomocy państwa. Przestarzałe przepisy należy odłożyć na bok, aby ożywić gospodarkę wodorową.
- **Czwarty kluczowy czynnik sukcesu:** Współpraca partnerów i interesariuszy, która obejmuje cały zakres projektu i zapewnia stałe zaangażowanie wszystkich zaangażowanych stron. W przypadku konsorcjum składającego się z 30 stron z siedmiu krajów UE, zarządzanie interesariuszami i partnerstwo ma ogromne znaczenie. HEAVENN wdrożył specjalny mechanizm zarządzania i stworzył organizację projektu do codziennej koordynacji z dedykowanym kierownikiem (kierownikami) projektu oraz jasnymi zasadami i przydziałem obowiązków w ramach konsorcjum. Należy zauważyć, że konsorcjum jest zwarte i ma wspólny cel.
- **Piąty kluczowy czynnik sukcesu:** Wsparcie polityczne i poparcie opinii publicznej dla płynnego i ciągłego rozwoju projektu. Być może najbardziej wpływowym czynnikiem sukcesu jest wsparcie polityczne, rzecznictwo i poparcie opinii publicznej. W Holandii projekt został uznany w Narodowej Strategii Wodorowej, a w Europie rozwój Doliny Wodorowej jest aktywnie wspierany przez obecną komisarz europejską Ursulę von der Leyen, która odnosi się do HEAVENN i północnej Holandii jako regionu wiodącego. Na poziomie regionalnym HEAVENN otrzymuje duże wsparcie, podczas

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

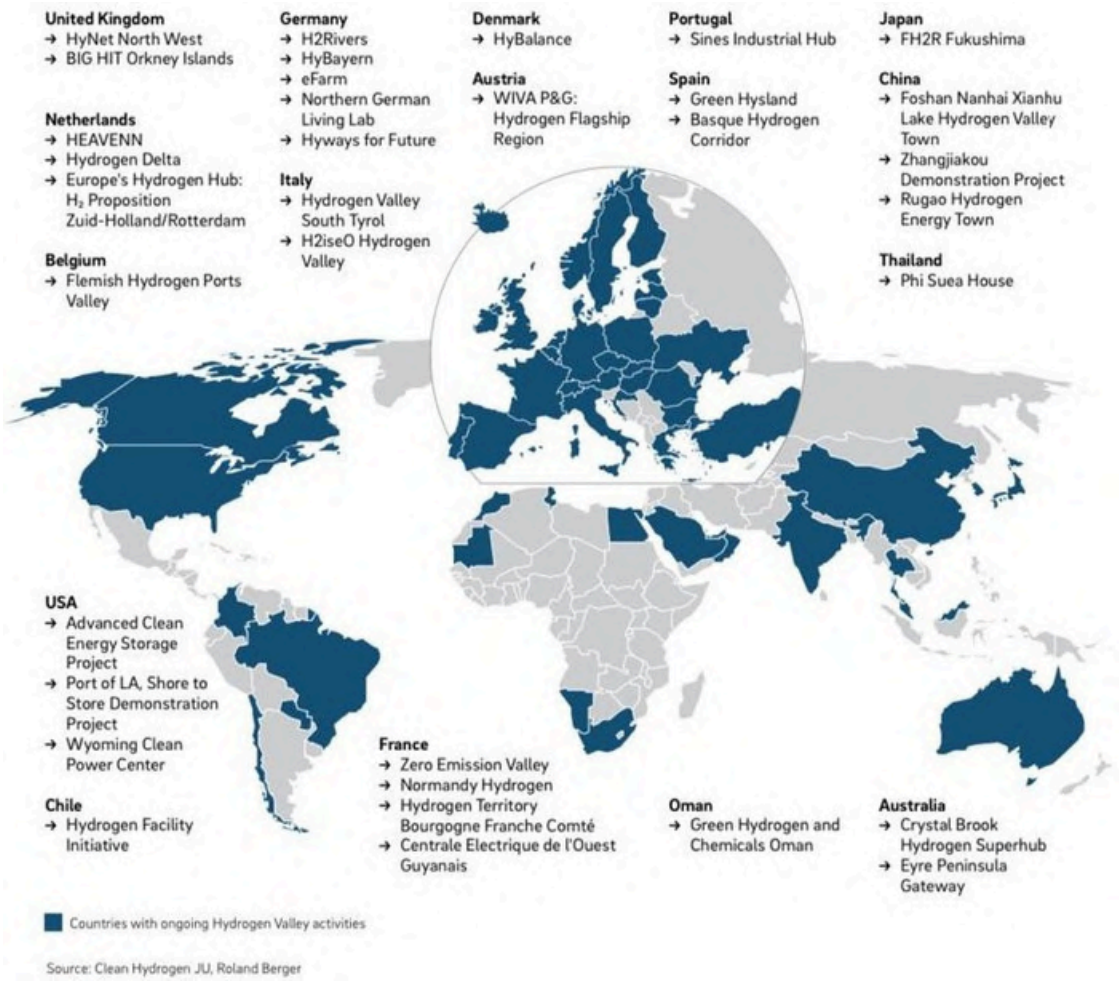
gdy na poziomie polityki krajowej pożądana jest intensyfikacja. Dyskusje z organami regulacyjnymi są prowadzone indywidualnie dla każdego przypadku; agencje ochrony środowiska wykazują obecnie coraz większe zainteresowanie. Lokalne społeczności są również zaangażowane w poszczególnych przypadkach, co sprawia, że konieczne jest zwiększenie świadomości ogólnych zalet wodoru jako przyszłościowego rozwiązania.

Dolina Wodorowa HEAVENN stanęła przed następującymi wyzwaniami, aby stać się Doliną Wodorową:

- **Dostępność energii odnawialnej.** Większość ludzi popiera transformację energetyczną i wodór, jednak do produkcji wystarczającej ilości energii odnawialnej potrzebna jest duża liczba farm słonecznych i wiatrowych, ale nie zawsze są one akceptowane przez społeczeństwo.
- **Zezwolenia.** W początkowej fazie tworzenia Doliny Wodorowej wykorzystywane są głównie obowiązujące przepisy i regulacje. Jednak ograniczenia obecnego prawodawstwa i przepisów oraz ustanowienie dodatkowych przepisów wymaga czasu.
- **Stara i nowa infrastruktura.** W regionie, w którym istnieje już działająca infrastruktura biznesowa, dostosowanie się do wymaganej infrastruktury (np. nowych procesów, procedur, wymiany materiałów itp.) może stanowić wyzwanie.
- **Perspektywa na przyszłość.** Pierwszy okres tworzenia Doliny Wodorowej jest nieopłacalny; potrzebne są duże inwestycje. Jest to opłacalne dopiero wtedy, gdy wodór jest produkowany na dużą skalę, co wymaga czasu. Wyzwaniem jest przekonanie różnego rodzaju interesariuszy, ponieważ uzyskanie zwrotu z inwestycji zajmie trochę czasu.
- **Połączenia z innymi Dolinami Wodorowymi.** Połączenia z innymi Dolinami Wodorowymi przynoszą więcej korzyści biznesowych i elastyczności w zakresie magazynowania i użytkowania. Idealnie byłoby, gdyby Doliny Wodorowe rozwijały się wraz z nimi. Jednak realistycznie rzecz biorąc, różne regiony mają różne procedury, szczególnie na początku, gdy istnieje kilka Dolin Wodorowych.



SEKTOR WODOROWY W HOLANDII



Wyzwania te nie przeważają jednak nad faktem, że Doliny Wodorowe są potrzebne na całym świecie do dekarbonizacji, ponieważ jest to jedyna alternatywa dla paliw kopalnych.

Holandia tradycyjnie ma silną orientację międzynarodową, a holenderska gospodarka jest w dużej mierze napędzana przez handel z zagranicą. Co więcej, energia i wiedza są ważnymi filarami holenderskiej gospodarki. Holenderskie firmy i instytucje mają duże doświadczenie i wiedzę na temat gazów, w tym wodoru. Są gotowe dzielić się tą wiedzą i doświadczeniem, aby uwolnić potencjał regionów, z którymi prowadzą wymianę handlową.

Gospodarka wodorowa jest dopiero na początku tego, co staje się wielką transformacją, która będzie trwać przez wiele dziesięcioleci. W oparciu o dziesięciolecia doświadczeń z gazem ziemnym, Holandia zdobyła ogromną wiedzę w zakresie obsługi cząsteczek. Oznacza to, że Holandia była i jest w stanie szybko i skutecznie rozpocząć gospodarkę wodorową. Z tej pozycji Holandia może również dzielić się wiedzą z innymi regionami

SEKTOR WODOROWY W HOLANDII

i krajami oraz pomagać im w transformacji energetycznej, ponieważ wiele krajów i regionów będzie wytwarzać wodór i wykorzystywać go i/lub eksportować. Dla Holandii jest to ogromna szansa na wykorzystanie wiedzy i doświadczenia holenderskich firm zaangażowanych w łańcuch wartości wodoru.

Aby pozycjonować Holandię jako kraj ekspercki w dziedzinie wodoru, przyspieszyć międzynarodowe stosunki handlowe i pozycjonować holenderskie firmy jako "pierwszy wybór" dla krajów eksportujących, ważne jest utworzenie tak zwanych "centrów wodorowych" wwybranych lokalizacjach. Centra wodorowe funkcjonują jako punkty wsparcia dla handlu, a jednocześnie zapewniają widoczność Holandii w kraju produkującym. Centra wodorowe mogą również inicjować i rozwijać nowe projekty oraz ułatwiać możliwości biznesowe dla regionu produkcyjnego i Holandii. Ministerstwo Handlu i Rozwoju oraz Ministerstwo Klimatu i Energii odnoszą się do tej sugestii w Krajowej Strategii Klimatycznej.

Po utworzeniu centrów wodorowych, jak zasugerowano powyżej, zaleca się utworzenie dedykowanych biur i funkcji w krajach będących liderami w dziedzinie wodoru. Na przykład, poprzez zainstalowanie attaché ds. wodoru w tych centrach wodorowych, które ściśle współpracują z attaché z innych dziedzin, w których produkcja wodoru będzie wykorzystywana (np. górnictwo, rolnictwo, rybołówstwo itp.). Hub wodorowy może jednak również pomóc w tworzeniu i wykorzystywaniu instrumentów finansowych, aby pomóc firmom i instytucjom wiedzy w pozycjonowaniu się w tych strategicznych krajach i regionach w fazie wysokiego ryzyka - przed zawarciem umowy handlowej.

Holandia pretenduje do kraju pełniącego bardzo ważną rolę w międzynarodowej gospodarce wodorowej, z której korzystają holenderskie firmy i/lub organizacje, przyczyniając się do międzynarodowej stabilności i dobrobytu.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

W wyścigu ku bardziej ekologicznej i zrównoważonej przyszłości wodór stał się czynnikiem zmieniającym reguły gry w krajobrazie energetycznym. Zaledwie trzy lata temu koncepcja wodoru spotkała się ze sceptycyzmem, ale dziś stała się ona przedmiotem ambitnych projektów w całej Hiszpanii, z których każdy ma na celu utworzenie własnej „doliny wodoru".

Te publiczno-prywatne ekosystemy biznesowe mają na celu wspieranie produkcji i konsumpcji wodoru, a Hiszpania przewidziała 11 takich dolin rozsianych po całym kraju, od Puertollano i Huelva po Sorię, A Coruñę, a nawet Majorkę. Jak podaje Hiszpańskie Stowarzyszenie ds. Wodoru (AEH2), zbiorowe inwestycje w te inicjatywy osiągną do 2030 r. oszałamiającą kwotę 21,9 miliarda euro.

Podstawowym celem tych dolin wodorowych jest wspieranie dekarbonizacji różnych sektorów, w tym przemysłu, energetyki mieszkaniowej i mobilności, ze szczególnym uwzględnieniem transportu lotniczego i morskiego. Potencjalny wpływ jest ogromny – według obliczeń Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej produkcja wodoru będzie stanowić do 12% koszyka energetycznego do 2050 r. Według szacunków AEH2 rozwój projektów związanych z ekologicznym wodorem doprowadzi do utworzenia w Hiszpanii

około 227 000 nowych miejsc pracy do 2030 r. Kluczowi gracze, tacy jak Repsol, Cepsa i Enagás, przodują w tworzeniu ekosystemów biznesowych i uniwersyteckich, których wspólnym celem jest produkcja od 1 do 1,7 miliona ton wodoru rocznie. Produkcja ta nie tylko zaspokoi zapotrzebowanie krajowe, ale także wniesie 10% całkowitego docelowego zużycia wodoru w Europie.

Unia Europejska rekomenduje utworzenie dolin wodorowych ze względu na ich liczne zalety. Łącząc instytucje publiczne, jednostki badawcze i firmy prywatne, doliny te umożliwiają zwiększoną produkcję i dystrybucję wodoru na większych obszarach geograficznych. Taka konfiguracja ułatwia efektywny rozwój sektorów wodorowych przy jednoczesnej optymalizacji kosztów produkcji, transformacji i logistyki.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

Jednym z kluczowych aspektów tych dolin jest ich zaangażowanie w projekty na dużą skalę, które mogą znacząco pobudzić lokalną gospodarkę. Na przykład oczekuje się, że sama andaluzyjska Zielona Dolina Wodoru utworzy 10 000 miejsc pracy i podniesie poziom aktywności gospodarczej ponad 400 małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) w regionie. Ten ekosystem energetyczny zapewnia dostęp do niedrogiej, bezpiecznej i zrównoważonej energii, napędzając działalność przemysłową na tym obszarze, pozostając jednocześnie blisko ośrodków produkcyjnych.

Od północy po południe Hiszpania jest świadkiem powstawania znaczących dolin wodorowych. Puertollano, zlokalizowane w Ciudad Real, zajmuje kluczową pozycję i mieści siedzibę Narodowego Centrum Wodoru. W ramach projektu H2Med miasto to zostanie połączone z Niemcami zielonym rurociągiem wodorowym rozciągającym się z Huelvy do Barcelony. Iberdrola obsługuje największą w Europie ekologiczną fabrykę wodoru do zastosowań przemysłowych w Puertollano, zdolną do wyprodukowania 3000 ton wodoru rocznie dla Fertiberii. W tej lokalizacji realizowanych jest także kilka innych projektów infrastrukturalnych realizowanych przez Repsol i RIC Energy, o potencjalnej mocy 30 MW, która w przyszłości zostanie zwiększona do 100 MW. Klaster wodorowy w Castilla-La Mancha w dalszym ciągu napędza inicjatywy wodorowe w Puertollano dzięki współpracy 41 firm i partnerstwom z uniwersytetami i ośrodkami technologicznymi w Hiszpanii i Holandii.

W południowej części Hiszpanii wyróżnia się andaluzyjska Dolina Zielonego Wodoru, na której czele stoi Cepsa dysponująca znacznym budżetem wynoszącym 3 miliardy euro. Ten ambitny projekt obejmuje dwa bieguny: jeden w Palos de la Frontera (Huelva) w sąsiedztwie Fertiberii i drugi w San Roque (Campo de Gibraltar, Kadyks) we współpracy z EDP. Oczekuje się, że łączna moc tych elektrowni osiągnie 2 gigawaty (GW), co pozwoli na produkcję 300 000 ton zielonego wodoru rocznie, który będzie paliwem dla zrównoważonych biopaliw dla lotnictwa oraz lądowego i morskiego transportu towarowego.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

W Katalonii centralne miejsce zajmuje projekt H2ValleyCat, na którego czele stoją Repsol, Enagás i Universitat Rovira i Virgili. Ten ambitny ekosystem obejmuje ponad 260 podmiotów publicznych i prywatnych, w tym port w Barcelonie, Cepsa, FCC i Vueling. Jest dobrze skomunikowany z Aragońską Doliną Wodoru, Agendą Zielonego Wodoru Nawarry i baskijskim korytarzem wodorowym poprzez korytarz wodorowy Ebro. Tę ostatnią inicjatywę przewodzi konsorcjum SHYNE firmy Repsol, przy udziale 22 innych firm i 11 stowarzyszeń.

Rewolucja wodorowa nie ogranicza się wyłącznie do Hiszpanii; cała Unia Europejska aktywnie promuje produkcję wodoru w celu osiągnięcia niezależności energetycznej. Hiszpania jest kluczowym graczem w tym przedsięwzięciu, stojąc ramię w ramię z takimi krajami jak Holandia i Niemcy. W szczególności holenderski projekt NorthH2 ma na celu wygenerowanie 4 GW ekologicznego wodoru do 2030 r. przy użyciu morskiej energii wiatrowej, podczas gdy niemieckie konsorcjum AquaVentus przewiduje budowę 10 GW do 2035 r. W Hiszpanii wybrano 62 inicjatywy wodorowe, których łączna wartość inwestycji wyniesie 33 miliardy euro , potencjalnie otrzymując 8 miliardów euro ze środków publicznych.

Wizją Unii Europejskiej jest wyprodukowanie 10 mln ton zielonego wodoru do 2030 r. i import dodatkowych 10 mln ton z krajów spoza UE. Ten ruch na rzecz czystej energii przyciąga znaczne inwestycje, a raport McKinsey szacuje, że inwestycje w projekty wodorowe w całej Europie wynoszą oszałamiającą kwotę 117 miliardów euro, co stanowi 35% światowych inwestycji wodorowych.

Ponieważ Hiszpania zajmuje centralne miejsce w zielonej rewolucji wodorowej, w planie działania dotyczącym wodoru przewidziano zdolność produkcyjną wodoru na poziomie 11 GW do 2030 r. przy inwestycji o wartości 8,9 miliarda euro ze strony przedsiębiorstw i sektora publicznego. Przewiduje się, że ten gwałtowny wzrost produkcji wodoru zapewni od 1 do 1,7 mln ton wodoru rocznie w Hiszpanii i dodatkowe 750 000 ton w Portugalii, zaspokajając popyt krajowy podczas eksportu nadwyżek wodoru do Europy, w szczególności na rynki o wysokim zużyciu, takie jak Niemcy. Przyszłość dolin wodorowych w Hiszpanii niesie ze sobą obietnicę czystszej energii, solidnego tworzenia miejsc pracy i zrównoważonej ścieżki dekarbonizacji różnych sektorów i przyczynienia się do bardziej ekologicznej Europy.

W październiku 2023 roku hiszpański rząd zatwierdził plan działania dotyczący wodoru podkreślając tym samym, że ekologiczny wodór jest kluczowym elementem osiągnięcia neutralności klimatycznej i systemu energii elektrycznej w 100% odnawialnej.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

W Katalonii centralne miejsce zajmuje projekt H2ValleyCat, na którego czele stoją Repsol, Enagás i Universitat Rovira i Virgili. Ten ambitny ekosystem obejmuje ponad 260 podmiotów publicznych i prywatnych, w tym port w Barcelonie, Cepsa, FCC i Vueling. Jest dobrze skomunikowany z Aragońską Doliną Wodoru, Agendą Zielonego Wodoru Nawarry i baskijskim korytarzem wodorowym poprzez korytarz wodorowy Ebro. Tę ostatnią inicjatywę przewodzi konsorcjum SHYNE firmy Repsol, przy udziale 22 innych firm i 11 stowarzyszeń.

Rewolucja wodorowa nie ogranicza się wyłącznie do Hiszpanii; cała Unia Europejska aktywnie promuje produkcję wodoru w celu osiągnięcia niezależności energetycznej. Hiszpania jest kluczowym graczem w tym przedsięwzięciu, stojąc ramię w ramię z takimi krajami jak Holandia i Niemcy. W szczególności holenderski projekt NorthH2 ma na celu wygenerowanie 4 GW ekologicznego wodoru do 2030 r. przy użyciu morskiej energii wiatrowej, podczas gdy niemieckie konsorcjum AquaVentus przewiduje budowę 10 GW do 2035 r. W Hiszpanii wybrano 62 inicjatywy wodorowe, których łączna wartość inwestycji wyniesie 33 miliardy euro , potencjalnie otrzymując 8 miliardów euro ze środków publicznych.

Wizją Unii Europejskiej jest wyprodukowanie 10 mln ton zielonego wodoru do 2030 r. i import dodatkowych 10 mln ton z krajów spoza UE. Ten ruch na rzecz czystej energii przyciąga znaczne inwestycje, a raport McKinsey szacuje, że inwestycje w projekty wodorowe w całej Europie wynoszą oszałamiającą kwotę 117 miliardów euro, co stanowi 35% światowych inwestycji wodorowych.

Ponieważ Hiszpania zajmuje centralne miejsce w zielonej rewolucji wodorowej, w planie działania dotyczącym wodoru przewidziano zdolność produkcyjną wodoru na poziomie 11 GW do 2030 r. przy inwestycji o wartości 8,9 miliarda euro ze strony przedsiębiorstw i sektora publicznego. Przewiduje się, że ten gwałtowny wzrost produkcji wodoru zapewni od 1 do 1,7 mln ton wodoru rocznie w Hiszpanii i dodatkowe 750 000 ton w Portugalii, zaspokajając popyt krajowy podczas eksportu nadwyżek wodoru do Europy, w szczególności na rynki o wysokim zużyciu, takie jak Niemcy. Przyszłość dolin wodorowych w Hiszpanii niesie ze sobą obietnicę czystszej energii, solidnego tworzenia miejsc pracy i zrównoważonej ścieżki dekarbonizacji różnych sektorów i przyczynienia się do bardziej ekologicznej Europy.

W październiku 2023 roku hiszpański rząd zatwierdził plan działania dotyczący wodoru podkreślając tym samym, że ekologiczny wodór jest kluczowym elementem osiągnięcia neutralności klimatycznej i systemu energii elektrycznej w 100% odnawialnej.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

Inwestując o wartości 8 900 mln euro, wyznaczono cele na rok 2030, które obejmują między innymi wytworzenie 4 GW zainstalowanej mocy elektrolizy i zapewnienie, że 25% zużywanego w przemyśle wodoru będzie pochodzić ze źródeł odnawialnych.

Ministerstwo ds. Transformacji Ekologicznej i Wyzwania Demograficznego rządu hiszpańskiego dało zielone światło „Planowi działania dotyczącemu wodoru: zobowiązanie na rzecz wodoru odnawialnego", w którym podkreślono, że ekologiczny wodór jest kluczowym elementem osiągnięcia neutralności klimatycznej i 100% systemu energii odnawialnej do 2050 r.

Hiszpania dołączyła w ten sposób do innych krajów, takich jak Japonia , Chiny i Francja , które zdecydowały, że droga do dekarbonizacji wymaga umieszczenia zielonego wodoru jako centralnej osi ich przyszłej strategii energetycznej.

Poprzez zastosowanie zielonego wodoru władze Hiszpanii chcą promować rozwój innowacyjnych przemysłowych łańcuchów wartości, tworzyć miejsca pracy i działalność gospodarczą oraz przyczyniać się do ożywienia w kierunku zielonej gospodarki o wysokiej wartości dodanej.

W przyjętej w Hiszpani nomenklaturze, zielony wodór jest wektorem energii. Wodór nie jest pierwotnym źródłem energii (jak słońce czy wiatr), ale wektorem energii. Oznacza to, że wytworzony produkt jest w stanie magazynować energię, która może zostać później uwolniona. Gdy w procesie produkcyjnym wykorzystywane są energie odnawialne, uzyskany wodór uważany jest za „zielony wodór" lub „wodór odnawialny".

W przygotowaniu Planu działania na rzecz wodoru uczestniczyli obywatele i podmioty zaangażowane w łańcuch wartości wodoru.

Wodór odnawialny jest pozycjonowany jako jeden z głównych wektorów energii , ponieważ jego produkcja i zużycie jest neutralne dla klimatu i nie generuje emisji zanieczyszczeń.

Ma również różnorodne zastosowania, w tym mobilność lądową, morską, powietrzną i kolejową, przemysł i wytwarzanie energii elektrycznej. Jest jednym z ważnych graczy w transformacji energetycznej, ponieważ umożliwia dekarbonizację wszystkich sektorów i pozwala na sezonowe magazynowanie energii.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

CELE WODOROWE HISZPANII

W planie działania określono krajowe cele w zakresie promowania wodoru odnawialnego do 2030 r. i na ich podstawie opracowano wizję na rok 2050, rok, w którym Hiszpania powinna osiągnąć neutralność klimatyczną i posiadać system energii w 100% odnawialnej.

Zgodne z celami wyznaczonymi przez Komisję Europejską w jej Strategii wodorowej, Hiszpania wyznaczyła następujące cele rozwojowe:

- Wytworzenie 4 GW zainstalowanej mocy elektrolizy – instalacji do produkcji wodoru odnawialnego przy wykorzystaniu czystej energii i wody – co stanowi 10% celu wyznaczonego przez Komisję Europejską dla całej UE.
- Do 2030 r. 25% wodoru zużywanego w przemyśle będzie pochodzić ze źródeł odnawialnych.
- Jeśli chodzi o mobilność do 2030 r. flota co najmniej 150 autobusów; 5000 pojazdów lekkich i ciężkich; zaproponowano dwie komercyjne linie kolejowe zasilane wodorem odnawialnym. Podobnie w pierwszych pięciu portach i lotniskach należy zainstalować sieć składającą się z co najmniej 100 generatorów wodoru i maszyn przeładunkowych napędzanych wodorem.
- Ponadto w dokumencie zaproponowano 60 działań, pogrupowanych w cztery obszary działania: regulacyjny; sektorowy; przekrojowy (w celu podniesienia świadomości na temat potencjału wodoru odnawialnego w całym społeczeństwie) i promowanie powiązanych badań, rozwoju i innowacji.

W planie działania wskazano możliwości, jakie dla Hiszpanii stwarza promowanie produkcji krajowej i wykorzystanie wodoru odnawialnego i są traktowane w kategorii szans rozwojowych dla Hiszpanii.

Hiszpania dołącza do innych krajów, które uważają, że droga do dekarbonizacji wymaga umieszczenia zielonego wodoru jako centralnej osi ich strategii energetycznej na przyszłość.

W dokumencie tym podkreślono, w jaki sposób rozwój odnawialnego wodoru w Hiszpanii przyniesie korzyści środowiskowe, biznesowe, gospodarcze i społeczne , takie jak:

- Wyeliminowanie emisji substancji zanieczyszczających i gazów cieplarnianych do środowiska w sektorach lub procesach trudnych do dekarbonizacji, aby do roku 2050 osiągnąć cele gospodarki neutralnej dla klimatu.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

CELE WODOROWE HISZPANII

- Rozwój łańcuchów wartości gospodarki wodorowej i pozycjonowanie Hiszpanii jako punktu odniesienia w technologii.
- Umożliwienie penetracji większego odsetka energii odnawialnych w systemie elektroenergetycznym, promowanie większej łatwości zarządzania.
- Zmniejszanie krajowej i europejskiej zależności energetycznej.
- Uczynienie Hiszpanii jedną z europejskich potęg wytwarzania energii odnawialnej, ze względu na korzystne warunki klimatyczne i duże wolne powierzchnie pod instalację zakładów produkujących energię odnawialną, zarówno słoneczną, jak i wiatrową.
- Zachęcanie do dekarbonizacji izolowanych systemów energetycznych, zwłaszcza na terytoriach wyspiarskich.
- Promowanie hiszpańskich badań, rozwoju i innowacji w dziedzinie energii jako filaru zrównoważonego wzrostu gospodarczego.

KLUCZOWE PROJEKTY

Aby sporządzić plan działania dotyczący wodoru, Ministerstwo ds. Transformacji Ekologicznej i Wyzwania Demograficznego przeprowadziło konsultacje społeczne w celu zebrania opinii od obywateli i instytucji potencjalnie zaangażowanych w łańcuch wartości wodoru, do których zaliczała się Enagás.

Spółka zajmująca się produkcją zielonego wodoru, gdyż jest w 100% odnawialna, mocno angażuje się w konkretne projekty. Posiada również infrastrukturę technicznie przygotowaną do transportu i magazynowania wodoru i innych gazów odnawialnych, takich jak biogaz/biometan.
W rzeczywistości jest to jedno z jedenastu europejskich przedsiębiorstw zajmujących się infrastrukturą gazową, które realizują plan europejskiego szkieletu wodorowego mający na celu rozwój konkretnej infrastruktury przesyłu wodoru.

Działania podjęte przez Hiszpanię w celu osiągnięcia założonych celów.

- Mapa drogowa w zakresie wodoru określa między innymi ambitne cele krajowe na lata 2030 i 2050. Hiszpania spodziewa się osiągnąć neutralność klimatyczną i posiadać system energii w 100% odnawialnej.
- Opublikowany pod koniec czerwca 2023r projekt pierwszej aktualizacji Zintegrowanego Krajowego Zintegrowanego Planu na rzecz Energii i Klimatu 2021-2030 (PNIEC) zawyża cele w zakresie zwiększenia produkcji i wykorzystania wodoru na dużą skalę. W tym celu ustalono moc zainstalowaną elektrolizerów na poziomie 11 gigawatów (GW) do produkcji wodoru ze źródeł odnawialnych w Hiszpanii do 2030 r. w porównaniu z 4 GW, które zaplanowano w projekcie zatwierdzonym trzy lata temu.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

KLUCZOWE PROJEKTY

- Program REPowerEU przewiduje rozwój pięciu korytarzy wodorowych łączących kraje będące producentami z ośrodkami popytu. W tym kontekście Hiszpania jest nie tylko potencjalnym głównym producentem, ale ma także potencjał eksportowy do innych krajów UE.
- Jednym z projektów, którym przyciągnęła uwagę Hiszpania, jest pierwszy w Europie korytarz odnawialnego wodoru. Projekt pod nazwą H2Med to kluczowa infrastruktura, która umożliwi przesyłanie do 2 mln ton odnawialnego wodoru rocznie. Jest to10% oczekiwanej konsumpcji w całej Europie.
- H2Med będzie transportował do 2 mln ton odnawialnego wodoru rocznie.
- Korytarz, promowany przez Enagás w Hiszpanii oraz francuskich operatorów systemów przesyłowych GRTgaz i Teréga, a także portugalski REN, obejmuje punkty połączeń z Portugalią i Francją. Niemcy również są zaangażowane, więc wodór może podróżować do centrum Europy z południa kontynentu.
- Wraz z H2Med firma Enagás przedstawiła także dwie pierwsze osie hiszpańskiej sieci szkieletu wodorowego projektom będącym przedmiotem wspólnego zainteresowania Unii Europejskiej. Jedna z nich obejmuje Oś Wybrzeża Kantabryjskiego, Oś Doliny Ebro i Oś Levante, druga to oś Vía de la Plata połączona z Doliną Wodorową Puertollano. Przedstawiono także propozycję zbadania ewentualnych podziemnych obiektów magazynowych w Kraju Basków i Kantabrii. Wszystkie uzyskały pierwszą pozytywną kwalifikację techniczną wydaną przez Komisję Europejską, aby kwalifikować się do finansowania UE.

Jedną z największych inwestycji wodorowych w Hiszpanii i najbardziej ambitnych przedsięwzięć jest projekt Andaluzyjskiej Doliny Zielonego Wodoru. Projekt, który obejmuje inwestycje o wartości ponad 3 miliardów euro , obejmie budowę dwóch zakładów produkujących ekologiczny wodór w parkach energetycznych w Palos de la Frontera (Huelva) i San Roque (Campo de Gibraltar, Kadyks). Instalacje będą miały łączną moc elektrolizy na poziomie 2 GW i będą produkować do 300 000 ton zielonego wodoru rocznie. Ich budowa pozwoli zwiększyć również produkcję biopaliw 2G i produktów pochodnych, takich jak zielony amoniak i metanol, pomagając klientom z sektorów produkcyjnego i ciężkiego transportu drogowego w wysiłkach na rzecz dekarbonizacji.

W 2023 roku ogłoszono budowę pierścienia wodorowego w Huelvie (Hiszpania). Pionierskie osiągnięcie inżynieryjne wynikające z budowy tego elementu infrastruktury polega na połączeniu producentów wodoru z konsumentami, zapewnieniu bardziej zrównoważonych, wydajnych, bezpiecznych i konkurencyjnych dostaw oraz wykorzystaniu synergii we wszystkich sąsiadujących branżach.

SEKTOR WODOROWY W HISZPANII

KLUCZOWE PROJEKTY

Rozwój andaluzyjskiej zielonej doliny wodoru stworzy 10 000 miejsc pracy , w tym 1 000 bezpośrednio, i pobudzi działalność gospodarczą ponad 400 MŚP na tym obszarze. Pobudzi także działalność przemysłową w regionie, ułatwiając dostęp do niedrogiej, dostępnej, bezpiecznej i zrównoważonej energii w pobliżu ośrodków produkcyjnych. Andaluzja zużywa już 40% wodoru wykorzystywanego obecnie w Hiszpanii.

W regionie Andaluzji istnieją już ważne klastry przemysłowe, dlatego istotnym celem jest promowanie partnerstw i współpracy, aby uczynić region bardziej konkurencyjnym. W tym sensie andaluzyjska zielona dolina wodoru będzie centrum przyciągania innych ogniw łańcucha wartości wodoru , takich jak fabryki elektrolizerów, zakłady produkujące ekologiczne nawozy czy technologie transportu wodoru.

Dodatkowo projekt ten znacząco przyczyni się do podnoszenia kompetencji i kwalifikacji w branży wodorowej. Liderzy tego przedsięwzięcia będą inwestować w szkolenie nowych profili zawodowych za pośrednictwem ośrodków szkoleniowych w parkach energetycznych, a także w ramach innych partnerstw z uniwersytetami w regionie.

Andaluzja ma najlepsze warunki, aby być jednym z najbardziej konkurencyjnych i wydajnych regionów na świecie w produkcji zielonego wodoru. Jest to jedno z miejsc w Europie o najbardziej konkurencyjnych mocach wytwarzania energii wiatrowej i fotowoltaicznej: ponad 80% kosztów produkcji zielonego wodoru pochodzi z kosztów energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych.

Andaluzja zużywa 40% wodoru wykorzystywanego obecnie w Hiszpanii, dlatego Palos de la Frontera i San Roque, gdzie znajduje się już znaczna tkanka przemysłowa, są najlepszymi lokalizacjami do realizacji projektów na dużą skalę. Tylko takie projekty, zapewniające dostęp do szerokiej gamy źródeł odnawialnych i duże zapotrzebowanie ze strony użytkowników końcowych, mogą być konkurencyjne.

Lokalizacja elektrowni przyczyni się do większej integracji projektów odnawialnych źródeł energii we wspólnocie autonomicznej i poprawi ich wykorzystanie poprzez wykorzystanie nadwyżki wytwarzania energii odnawialnej poza godzinami szczytu, przyspieszając realizację celów regionu i Hiszpanii w zakresie dekarbonizacji.

SEKTOR WODOROWY W IRLANDII
PODSUMOWANIE BRANŻY, ZAWODÓW I KOMPETENCJI

PODSUMOWANIE SEKTORA I RYNKU WODORU W IRLANDII

Irlandzka strategia dekarbonizacji koncentruje się najpierw na efektywności energetycznej, a następnie na elektryfikacji; w przypadku sektorów, które trudno jest zdekarbonizować, program skupia się następnie na paliwach niskoemisyjnych i odnawialnych, takich jak wodór. W porównaniu z innymi krajami Irlandia ma inny punkt wyjścia w zakresie zapotrzebowania na wodór. W porównaniu z kilkoma krajami europejskimi, które już zużywają duże ilości wodoru pochodzącego z paliw kopalnych przy dużej intensywności emisji, Irlandia ma obecnie bardzo niskie końcowe wykorzystanie wodoru.

Irlandia, posiadająca obszar morski około siedmiokrotnie większy od powierzchni lądu, może poszczycić się jednym z najbardziej produktywnych wybrzeży w Europie i jednymi z potencjalnie najlepszych na świecie morskich zasobów energii odnawialnej. Irlandia ma dużą szansę stać się mniej uzależniona od importowanych paliw kopalnych, a być może nawet osiągnąć niezależność energetyczną poprzez wykorzystanie energii odnawialnej do produkcji zielonego wodoru.

Wysoka gęstość energii wodoru jako paliwa gazowego sprawia, że jest to doskonały wybór do zastosowań

sezonowego magazynowania na dużą skalę. Aplikacje te mogą pomóc w kontrolowaniu sezonowości w ciągu roku oraz zmienności odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna czy wiatrowa. Obecnie odnawialne źródła energii są zastępowane paliwami kopalnymi, ale w przyszłości odnawialny wodór może stanowić substytut o zerowej emisji dwutlenku węgla. Aby w przyszłości wspierać bezpieczeństwo energetyczne Irlandii, rząd Irlandzki wezwał stworzenie krajowej strategii w zakresie wodoru.

Irlandia będzie musiała rozwinąć i rozszerzyć swoje istniejące zastosowania wodoru, które obecnie nie są zbyt powszechne. Oczekuje się, że szczególnie w Irlandii wodór będzie w nadchodzących latach głównym czynnikiem dekarbonizacji procesów

PODSUMOWANIE SEKTORA I RYNKU WODORU W IRLANDII

przemysłowych, a także paliwem w transporcie w branżach takich jak transport ciężki, spedycja i lotnictwo. Pierwszeństwo będzie miał rozwój zastosowań zielonego wodoru w tych sektorach, które wymagają dekarbonizacji. Zasoby i wsparcie polityczne nie będą kierowane do branż, w których alternatywy w postaci dekarbonizacji są bardziej praktyczne i skuteczne.

Chociaż Irlandia dysponuje zasobami umożliwiającymi produkcję znacznych ilości wodoru ze źródeł odnawialnych, zainstalowanie niezbędnych lądowych i morskich źródeł energii odnawialnej na wystarczająco dużą skalę będzie długotrwałym procesem. Do roku 2030 wodór będzie wytwarzany w drodze elektrolizy podłączonej do sieci z nadwyżek odnawialnych źródeł energii i będzie używany do zdecentralizowania zastosowań na małą skalę, takich jak transport towarowy, przy czym produkcja wodoru będzie napędzana przez poprzednie innowacje i projekty badawcze.

Ponadto cel 2 GW w zakresie morskiej energii wiatrowej, który ma zostać opracowany do 2030 r. w celu produkcji wodoru ze źródeł odnawialnych, pomoże pocieszyć inwestorów i wygenerować wolumeny niezbędne do rozwoju branży. Irlandia posiada duże zasoby morskiej energii wiatrowej i w dłuższej perspektywie może stać się eksporterem netto odnawialnego wodoru i stworzyć możliwości dla przemysłu pozbawionego emisyjności w pobliżu tego zasobu. Obecnie w Irlandii istnieje 77 projektów morskich farm wiatrowych, z czego 1 jest obecnie w eksploatacji, oraz ponad 300 lądowych farm wiatrowych. Istnieje możliwość współpracy sektora wiatrowego i wodorowego w celu produkcji zielonego wodoru i rozwoju sektora.

Koszt energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych i koszty inwestycyjne elektrolizerów to dwa główne czynniki wpływające na koszty produkcji wodoru przy użyciu energii odnawialnej. Ze względu na coraz większy postęp technologiczny oba koszty znacznie spadły w ostatnich latach i oczekuje się, że tendencja ta będzie się utrzymywać. Irlandia posiada jedne z najbardziej wydajnych energetycznie zasobów energii odnawialnej na świecie, a konkurencyjność produkowanego w Irlandii odnawialnego wodoru znacznie wzrośnie w wyniku spadających kosztów.

Oprócz energii elektrycznej do elektrolizy potrzebna jest znaczna ilość wody. Irlandia nie powinna mieć większych problemów z uzyskaniem ilości wody potrzebnej do wytworzenia odnawialnego wodoru. Na przykład przewiduje się, że dostarczenie 2 GW będzie wymagało mniej niż 1% obecnego zapotrzebowania Irlandii na wodę, z uwzględnieniem wycieków. Ponadto wodę można pozyskiwać z pobliskich źródeł, takich jak strumienie, warstwy wodonośne i opady deszczu. Inną opcją jest odsalanie wody morskiej, które ma szczególne znaczenie w przypadku produkcji wodoru z odnawialnych źródeł morskich.

PODSUMOWANIE SEKTORA I RYNKU WODORU W IRLANDII

Obecnie sektor wodorowy znajduje się wciąż na wczesnym etapie wdrażania i wiele norm jest wciąż w fazie opracowywania, bez żadnej strategii ani ram w zakresie bezpieczeństwa pracy związanego z wodorem. Istnieje obawa, że biurokracja może zahamować rozwój sektora wodorowego w Irlandii, jednak wielu zaleca rozpoczęcie od dobrowolnych ram bezpieczeństwa pracy związanego z wodorem, a następnie przejście do ewaluacji i udoskonaleń w oparciu o informacje zwrotne, aby następnie stworzyć prawnie wiążące ramy regulacyjne.

AKTUALNA STRATEGIA WODOROWA OPARTA NA REGULACJACH UE I POLITYCE IRLANDII

Chociaż wodór odnawialny ma potencjał, aby zapewnić Irlandii wiele możliwości, jest to wciąż nowa technologia obarczona wieloma niewiadomymi dotyczącymi przyszłych kosztów, możliwych zastosowań oraz łańcuchów dostaw, infrastruktury i umiejętności wymaganych do jej urzeczywistnienia. Oferując długoterminową wizję strategiczną roli, jaką wodór będzie odgrywał w przyszłej gospodarce Irlandii, Narodowa Strategia Wodorowa Irlandii ma na celu złagodzenie części tej niepewności. Ostatecznie pomoże to pobudzić inwestycje z sektora prywatnego przy obniżeniu ryzyka handlowego. W perspektywie krótkoterminowej strategia ta określa szereg inicjatyw, które zostaną wdrożone w ciągu najbliższych kilku lat w celu wsparcia rozwoju irlandzkiego przemysłu wodorowego.

Inicjatywy te mają na celu wyeliminowanie wszelkich przeszkód, które mogłyby obecnie uniemożliwić postęp wczesnych projektów wodorowych, a także pogłębienie naszej wiedzy poprzez ukierunkowane badania i innowacje w całym łańcuchu wartości. Krajowa strategia w zakresie wodoru stanowi znaczący punkt zwrotny w rozwoju branży i stanowi pierwsze kompleksowe oświadczenie irlandzkie dotyczące polityki w zakresie wodoru odnawialnego.

AKTUALNA STRATEGIA WODOROWA OPARTA NA REGULACJACH UE I POLITYCE IRLANDII

Krajowa strategia wodorowa ocenia zarówno długoterminowe potrzeby, jak i krótkoterminowe działania mające na celu umożliwienie rozwoju wodoru w całym łańcuchu wartości, mając na celu rozwiązanie wielu kwestii dotyczących przemysłu wodorowego w Irlandii. Nadal istnieją pytania dotyczące tego, w jaki sposób Irlandia uruchomi i zwiększy produkcję wodoru odnawialnego, do jakich sektorów zastosowań końcowych wodór będzie kierowany (lotnictwo, transport towarowy, transport publiczny) lub jakie ilości będą prawdopodobnie potrzebne (w celu wsparcia określonych gałęzi przemysłu, wyprodukować dodatkowe ilości do sprzedaży na rynku międzynarodowym lub przeprowadzić zmiany na dużą skalę w irlandzkiej energetyce?). Nadal nie wiadomo, jakiej infrastruktury potrzebuje Irlandia, aby wesprzeć rozwój sektora wodorowego (w tym transportu i magazynowania) oraz w jaki sposób ten rozwój się rozpocznie. Jak omówiono w następnej sekcji, do przeprowadzenia tego przejścia konieczna będzie duża liczba pracowników budowlanych i inżynierów. Irlandia musi zapewnić wprowadzenie niezbędnych zasad bezpieczeństwa, ochrony środowiska i rynku, aby umożliwić sektorowi rozwój w bezpieczny i zrównoważony sposób, zarówno w kraju, jak i w Europie.

Zredagowany wyciąg z „Podsumowania głównych założeń polityki istotnych dla krajowej strategii wodorowej".

Ustawa o działaniach klimatycznych i rozwoju niskoemisyjnym (nowelizacja) z 2021 r.: zobowiązuje Irlandię do osiągnięcia prawnie wiążącego celu, jakim jest gospodarka neutralna dla klimatu nie później niż do 2050 r., oraz do redukcji emisji o 51% do 2030 r., zapewniając ramy umożliwiające osiągnięcie tych celów.

Plan działań w dziedzinie klimatu na rok 2023: określa, w jaki sposób Irlandia może przyspieszyć działania niezbędne do zareagowania na kryzys klimatyczny, stawiając rozwiązania klimatyczne w centrum rozwoju. W planie określono, że zdekarbonizowane gazy, takie jak wodór odnawialny, będą kluczowym elementem irlandzkiego ekosystemu energetycznego oraz minimalizują całkowity koszt dekarbonizacji we wszystkich sektorach. KPI (Kluczowe wskaźniki wydajności) Planu obejmują wodór odnawialny w produkcji z nadwyżek energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych do 2030 r., rozpoczęcie wytwarzania energii o zerowej emisji w oparciu o gaz gazowy do 2030 r. oraz produkcję wodoru ze źródeł odnawialnych poprzez 2 GW morskiej energetyki wiatrowej w ramach działań na lata 2031–2035.

AKTUALNA STRATEGIA WODOROWA OPARTA NA REGULACJACH UE I POLITYCE IRLANDII

Długoterminowa strategia dotycząca redukcji emisji gazów cieplarnianych: opiera się na ścieżkach dekarbonizacji określonych w budżetach emisji dwutlenku węgla, sektorowych pułapach emisji i planie działań na rzecz klimatu na rok 2023, aby zapewnić spójną i skuteczną politykę klimatyczną. Określa orientacyjne ścieżki prowadzące do osiągnięcia przez Irlandię neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla do 2050 r. po 2030 r.

Krajowe ramy bezpieczeństwa energetycznego: za priorytet uznano opracowanie strategii wodorowej dla Irlandii.

Oświadczenie rządu w sprawie roli centrów danych w irlandzkiej strategii przedsiębiorczości: podkreśla decyzję CRU (CRU/21/124), że w przypadku nowych połączeń centrów danych wymagane jest posiadanie na miejscu wytwarzania (i/lub magazynowania baterii) wystarczającego do zaspokojenia własnych zapotrzebowania i pomóc w pełnej dekarbonizacji systemu elektroenergetycznego.

Irlandzka strategia transportu drogowego towarów na lata 2022–2031: koncentruje się na poprawie standardów, zabezpieczeniu miejsc pracy i wsparciu sektora drogowego transportu towarowego w przejściu na niskoemisyjną przyszłość. W ramach Działania 14 Strategii rola, jaką wodór może odegrać w dekarbonizacji drogowego transportu towarów ciężkich, ma być częścią rozwoju Krajowej Strategii Wodorowej.

Inicjatywa Shared Island: Zarówno Irlandia, jak i Irlandia Północna mają obecnie wspólne cele w zakresie redukcji emisji dwutlenku węgla i wymogi ustawowe. Połączenia transgraniczne zapewniają ważne możliwości strategicznej współpracy w zakresie przejścia na zieloną energię na wspólnej wyspie. Zmieniony Narodowy Plan Rozwoju (2021–2030) jako priorytet uwzględnia zbadanie potencjalnych transgranicznych i obejmujących całą wyspę podejść do energii odnawialnej, w tym potencjału energii wodorowej. Obie administracje wspierają studium wykonalności mające na celu ocenę potencjału utworzenia stacji tankowania wodoru wzdłuż głównej sieci drogowej między Dublinem a Belfastem.

ZAWODY I STANOWISKA PRACY W SEKTORZE WODOROWYM W IRLANDII

Rynek mobilności wodorowej rośnie, co oznacza, że koszty infrastruktury i pojazdów szybko spadają, a na drogach pojawia się coraz więcej różnych rodzajów pojazdów napędzanych wodorem. Irlandzka mobilność wodorowa stanie się tańsza dzięki postępom poczynionym w innych krajach. Umożliwia to Irlandii bezpośrednie przejście do projektów na skalę, która może być opłacalna dla inwestorów, z pominięciem projektów demonstracyjnych na małą skalę.

W miarę rozpoczęcia prac nad przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa dla 100% wodoru może nastąpić powołanie organu regulacyjnego ds. bezpieczeństwa wodorowego. Prawdopodobnie opierałoby się to na zawodach w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa energetycznego ze szczegółowymi informacjami dotyczącymi wodoru. Ponieważ jednak nie ma jeszcze oficjalnych przepisów UE, trudno jest przewidzieć specyfikę tej pracy. Przywództwo organizacyjne jako kompetencja będzie niezbędna zarówno ze strony podmiotów rządowych, jak i sektora prywatnego, aby zapewnić, że zawód ten będzie w stanie sprostać zapotrzebowaniu na wodór we wczesnej infrastrukturze.

Firmie Gavin & Doherty Geosolutions Ltd (GDG) zlecono krytyczne zbadanie potencjału wodoru wytwarzanego przez turbiny wiatrowe w zakresie wsparcia Irlandii w przejściu na niskoemisyjny system energetyczny. Ich raport bada i przedstawia zarówno wyzwania – techniczne, ekonomiczne i polityczne – jak i możliwości związane z rozwojem przemysłu zielonego wodoru opartego na energii wiatrowej w Irlandii. Zrównoważony i konkurencyjny przemysł wodorowy stanowi dla Irlandii szansę na wzmocnienie swojej gospodarki i wspieranie przyszłościowych miejsc pracy, w przypadku których 60 % respondentów rozpoczęło już zatrudnianie na stanowiska związane z wodorem[5]. Interesariusze ci spodziewają się zatrudniania osób o różnym poziomie umiejętności i zestawów umiejętności, ale zauważyli już lukę w dostępnej wiedzy, szkoleniach i umiejętnościach.

W miarę rozwoju branży zielonego wodoru prawdopodobnie pojawią się znaczące możliwości zatrudnienia w budownictwie i na stanowiskach wymagających wysokich kwalifikacji technicznych. Oczekiwane przyszłe zawody związane z wodorem (które będą wymagały rozwoju umiejętności) obejmują między innymi obsługę i konserwację technologii (elektrolizery, ogniwa paliwowe, układy spalania itp.), transport i dostawę wodoru, sprężanie i magazynowanie oraz wtryskiwanie do sieci gazowej.

ZAWODY I STANOWISKA PRACY W SEKTORZE WODOROWYM W IRLANDII

Długoterminowe możliwości zatrudnienia prawdopodobnie zostaną znalezione w związku ze świadczeniem usług i wiedzy specjalistycznej dla globalnego przemysłu zielonego wodoru, oprócz obsługi obiektów. Warto również zauważyć, że choć wodór nie jest ani bardziej, ani mniej niebezpieczny niż inne paliwa, jest bardzo łatwopalny i wymaga zabezpieczeń innych niż te stosowane obecnie. Przyszli pracownicy zajmujący się wodorem będą musieli być w pełni przygotowani i kompetentni, aby pracować z wodorem w bezpieczny sposób.

Na poziomie UE ekologiczny wodór mógłby stworzyć do 1 miliona bezpośrednich, wysokiej jakości miejsc pracy do 2030 r. i do 5,4 mln takich miejsc pracy do 2050 r. Wychodzi na to, że ok. 10 300 miejsc pracy na każdy zainwestowany 1 miliard euro, w tym miejsca pracy utworzone w sektorze energii odnawialnej. W Irlandii oznaczałoby to utworzenie od 80 do 600 nowych miejsc pracy w branży ekologicznego wodoru do 2030 r., a kolejne 170–1200 byłoby pośrednio związanych z tym sektorem.

Jednak Irlandia już doświadcza niedoboru pracowników w całej gospodarce. Jednym z sektorów najbardziej dotkniętych kryzysem jest irlandzki przemysł budowlany.

Nasze badanie wykazało, że wiele potencjalnych miejsc pracy w branży wodorowej będzie zlokalizowanych w sektorze technicznym/budowlanym, co oznacza, że wzrośnie konkurencja z sektorem budownictwa mieszkaniowego o wykwalifikowaną siłę roboczą. Dzieje się tak w czasie, gdy w nowym planie „Mieszkania dla wszystkich" stwierdza się, że do osiągnięcia nowych wyznaczonych celów potrzeba aż 80 000 pracowników, czyli dwukrotnie więcej niż obecnie, co jeszcze bardziej ogranicza dostawy dostępne dla potencjalnego przemysłu wodorowego. Dlatego też zapotrzebowanie na dużą liczbę pracowników może stanowić barierę rozwoju. Przekwalifikowanie pracowników w przemyśle naftowym i torfowym może odegrać kluczową rolę w rozwiązaniu ewentualnych niedoborów.

Irlandzkie organizacje prowadzące badania otrzymują od rządu znaczne fundusze na prowadzenie badań istotnych z punktu widzenia polityki i związanych z klimatem w dziedzinach nauk humanistycznych i ścisłych. Organizacje te aktywnie poszukują środków finansowych na badania związane z klimatem z różnych funduszy europejskich. Oznacza to, że wiele zawodów badawczych będzie nadal dostępnych, gdy w Irlandii pojawi się sektor wodorowy, z naciskiem na współpracę międzynarodową między pracownikami naukowymi a uniwersytetami.

ZAWODY I STANOWISKA PRACY W SEKTORZE WODOROWYM W IRLANDII

HySkills, projekt finansowany w ramach programu Erasmus+ i uruchomiony w 2020 r.; ogólnoeuropejski projekt mający na celu dostarczenie wiedzy technicznej i praktycznej w dziedzinie wodoru, którego organizacją partnerską jest Dublin City University. W projekcie HySkills podkreślono, że niedobory wykwalifikowanej siły roboczej są już widoczne w większości sektorów inżynieryjnych i produkcyjnych, a powstający sektor wodorowy jest zagrożony niedoborem wykwalifikowanych pracowników. Ponad 60% respondentów odpowiedziało, że nie jest łatwo znaleźć wykwalifikowanych pracowników. Z raportu HySkills wynika, że firmy posiadające umiejętności w zakresie wodoru zazwyczaj podnoszą kwalifikacje swoich pracowników poprzez szkolenia wewnętrzne i różne krótkie kursy. Jednym z wniosków raportu jest to, że „cały personel, który będzie pracował z wodorem lub w jego pobliżu, powinien zostać odpowiednio przeszkolony w zakresie procedur bezpieczeństwa wodorowego; jednakże wnioski z kwestionariuszy i wywiadów indywidualnych wykazały szereg definicji terminu przeszkolony". Świadczy to o braku standaryzacji wiedzy i umiejętności wśród specjalistów pracujących w sektorze wodorowym w Europie. Irlandia będzie odgrywać tu kluczową rolę w ustanowieniu wysokich, ale jednocześnie przystępnych standardów szkoleniowych dla specjalistów w dziedzinie wodoru.

Irlandia będzie musiała ułatwić rozwój umiejętności i szkolenia niezbędne do pracy w sektorze wodorowym. W perspektywie krótkoterminowej wiele potencjalnych nowych miejsc pracy w sektorze morskiej energetyki wiatrowej i wodorowej będzie zlokalizowanych w sektorze budowlanym. W procesie długoterminowym, w miarę rozwoju przemysłu wodorowego, rolą w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy będzie odgrywać ważną rolę w tym sektorze. Inne kluczowe umiejętności potrzebne w gospodarce morską energią wiatrową i wodorem obejmują stanowiska techniczne, takie jak inżynieria lądowa, elektryczna, chemiczna i geotechniczna, a także funkcje pomocnicze w takich obszarach, jak logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw, zrównoważone finanse oraz zdrowie i bezpieczeństwo.

KOMPETENCJE WYMAGANE OD PROFESJONALISTÓW Z BRANŻY WODOROWEJ W IRLANDII

Jak opisano powyżej, zakres zawodów i stanowisk pracy jest bardzo duży, a co za tym idzie, zakres kompetencji wymaganych od profesjonalistów jest równie zróżnicowany. Korzystając z różnych źródeł wymienionych na końcu dokumentu, a także ogłoszeń o pracę dla dyrektora generalnego Hydrogen Ireland oraz pracownika badawczego w dziedzinie magazynowania wodoru i analizy sieci gazowych na Dublin City University, stworzono przegląd kompetencji ogólnych.

Ogólna charakterystyka:

- Odpowiedzialność
- Profesjonalizm
- Wiarygodność pod względem referencji
- Umiejętność pracy w zespole lub indywidualnie, w zależności od potrzeb
- Umiejętność nawiązywania i rozwijania dobrych relacji w pracy
- Umiejętność wyznaczania własnych wysokich standardów wydajności i dostarczania pożądanych rezultatów
- Silne umiejętności rozwiązywania problemów
- Chęć odkrywania dalszych możliwości, w zależności od potrzeb
- Udokumentowana autonomia badawcza
- Doskonały angielski w mowie i piśmie
- Udowodniona zdolność do pracy w ściśle określonych terminach
- Udowodniona umiejętność pracy pod presją i w nieznanej sytuacji

Doświadczenie zawodowe:

- BA/sc, MA/sc, doktorat (tzn. poziom 6 lub wyższy) w dziedzinie inżynierii lub podobnych obszarach
- Pisanie grantów badawczych
- Nadzór studentów
- Zarządzanie projektami
- Praca w warunkach przemysłowych
- Identyfikacja i ocena problemów wewnętrznych i zewnętrznych mających wpływ na sektor wodorowy w Irlandii
- Planowanie konferencji i organizacja wydarzeń
- Sprawdzone umiejętności analityczne, rozwiązywania problemów i budowania konsensusu
- Współpraca z różnymi interesariuszami, w tym wyższą kadrą kierowniczą i akcjonariuszami, a także ogółem społeczeństwa, w dużej organizacji

KOMPETENCJE WYMAGANE OD PROFESJONALISTÓW Z BRANŻY WODOROWEJ W IRLANDII

Umiejętności komunikacyjne takie jak:

- Nadzorowanie rozwoju planu komunikacji do wykorzystania przez wszystkich interesariuszy
- Współpraca z innymi organami zajmującymi się handlem energią w celu wspierania i reprezentowania w dyskusjach i kontaktach z rządem, organami regulacyjnymi i sektorami handlu
- Współpraca z partnerami branżowymi oraz krajowymi i globalnymi sieciami i klastrami w celu gromadzenia wiedzy lub spostrzeżeń na temat najlepszych praktyk
- Prezentacja odpowiednich komunikatów dla docelowych odbiorców w celu uzyskania wyników projektu
- Umiejętność informowania innych o problemach wewnętrznych/zewnętrznych mających wpływ na sektor wodorowy

Wiedza ogólna, taka jak:

- Aspekty łańcucha dostaw
- Opracowanie scenariuszy w sieci gazowej (np. zatłaczanie do sieci)
- Opracowanie scenariuszy technologii magazynowania wodoru (np. sieć gazowa, zbiorniki i zastosowania geologiczne)
- Opracowanie czynników umożliwiających modelowanie wyzwań w zakresie implementacji energi wodorowej, koncentrując się ogólnie na praktyce zarządzania, logistyce i łańcuchach dostaw
- Dobra znajomość przestrzeni wodorowej i energetycznej w Irlandii i Europie
- Powiązana wiedza specjalistyczna w zakresie bieżącej polityki i jej kształtowania, w szczególności w zakresie czystej energii i usług użyteczności publicznej
- Krajobraz finansowania UE, w tym identyfikacja zewnętrznych źródeł finansowania
- Umiejętność obsługi komputera, w tym aktualizacja stron internetowych, publikowanie postów w mediach społecznościowych i rozumienie komunikacji online

Wiedza techniczna i specjalistyczna, taka jak:

- Aspekty łańcucha dostaw
- Metody wytwarzania wodoru
- Magazynowanie wodoru
- Wyzwania w dystrybucji wodoru
- Gotowość techniczna sieci do transportu wodoru
- Wiedza i umiejętności bezpiecznego transportu i magazynowania wodoru w przyszłości siecią gazową.
- Zarządzanie aktywami obiektów mieszania i wtryskiwania wodoru
- Pomoc w pisaniu wniosków o dotacje
- Umiejętności w zakresie bezpieczeństwa ekologicznego wodoru

KOMPETENCJE WYMAGANE OD PROFESJONALISTÓW Z BRANŻY WODOROWEJ W IRLANDII

Wiedza techniczna i specjalistyczna, taka jak (KONTYNUACJA):

- Logistyka: Rozbudowana sieć gazowa, magazynowanie i logistyka wodoru, Irlandia, Wielka Brytania, UE, analiza sieci gazowej (przesył, dystrybucja, sieć lokalna, gaz w butlach)
- Optymalizacja wodoru w sieci gazowej (np. wtrysk do sieci)
- Modelowanie scenariuszy zapotrzebowania (np. ciepło, elektrownie szczytowe, centra danych)
- Modelowanie scenariuszy technologii magazynowania wodoru (np. sieci gazowe, zbiorniki i zastosowania geologiczne)
- Opracowanie planów podróży/bazę danych dotyczącą przeszkód infrastrukturalnych, zagrożeń i wąskich gardeł dla powyższych scenariuszy
- Przeprowadzenie testów wrażliwości i alternatywnych scenariuszy, korzystając z praktyk zarządzania oraz scenariuszy komputerowych

Umiejętności przywódcze i zarządcze, takie jak:

- Pomoc w przejściu na 'net-zero' w sektorze transportu publicznego, mając na celu pobudzenie działań ze strony sektora prywatnego
- Budowanie głębokiego zrozumienia wymagań kluczowych interesariuszy, branży i przepisów, aby przekazać je różnym działom organizacji
- Kierowanie i realizacja strategii dla irlandzkiego przemysłu wodorowego
- Zapewnianie strategicznych, przyszłościowych wskazówek dla organizacji i jej interesariuszy
- Tworzenie i realizacja strategii
- Mentoring i nadzór nad personelem
- Kierowanie wdrożeniem platformy do zarządzania dokumentami komunikacyjnymi
- Umiejętność kierowania powiązanymi podzadaniami i rezultatami w innych pakietach roboczych lub projektach

Zaleca się skupienie się szczególnie na kompetencjach związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy w sektorze wodorowym, ponieważ w Unii Europejskiej nie ma jeszcze szczegółowych przepisów w sektorze wodorowym, a organizacje w Irlandii pracują nad zaleceniami lub normami stworzonymi prywatnie, w tym nad nowymi wytycznymi opublikowane przez EHSP. Europejski Panel ds. Bezpieczeństwa Wodorowego (EHSP) opublikował nowe wytyczne dotyczące planowania i zarządzania bezpieczeństwem w unijnych projektach dotyczących wodoru i ogniw paliwowych, a także nowe wytyczne dotyczące inżynierii bezpieczeństwa wodorowego. Opiera się to na tych samych dokumentach opublikowanych w 2021 r., przy czym zaktualizowane wersje z 2023 r. zawierają dalsze informacje na temat planowania bezpieczeństwa, monitorowania i raportowania w przypadku projektów wodorowych i ogniw paliwowych w Europie.

KOMPETENCJE WYMAGANE OD PROFESJONALISTÓW Z BRANŻY WODOROWEJ W IRLANDII

Obejmuje to szczegółowe kompetencje w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy, takie jak:

- Identyfikacja słabych punktów bezpieczeństwa i sugerowanie eliminacji lub kontroli zagrożeń
- Wprowadzenie środków łagodzących w celu utrzymania ryzyka na akceptowalnym poziomie
- Rozwój innowacyjnych rozwiązań inżynierskich

A także kompetencje, które obejmują umiejętności przywódcze i komunikacyjne, takie jak:

- Umiejętność odpowiedniej komunikacji w kwestiach bezpieczeństwa pomiędzy konsorcjum projektowym a stronami zewnętrznymi, a także opisywania kwestii zawartych w planie bezpieczeństwa organizacji, w tym sposobu wdrażania planu, jego monitorowania i raportowania w razie potrzeby
- Zarządzanie okresową rewizją kodeksów w celu uwzględnienia nowej wiedzy w sektorze wodorowym i najlepszych praktyk

Ponadto należy zauważyć, że ponieważ technologie wodorowe są częścią nowego i powstającego sektora, umiejętności miękkie będą tak samo ważne jak umiejętności twarde podczas rozwoju tego sektora, aby odpowiednio i skutecznie komunikować się i zarządzać między interesariuszami. Zawody w sektorze wodoru w Irlandii i UE są zróżnicowane, a niektóre jeszcze nie powstały. Dlatego niezwykle istotne jest, aby pracownicy w tym sektorze posiadali silne umiejętności interpersonalne, aby skutecznie dzielić się wiedzą techniczną na temat wodoru i ją wykorzystywać.

RAPORT Z BADAŃ 1

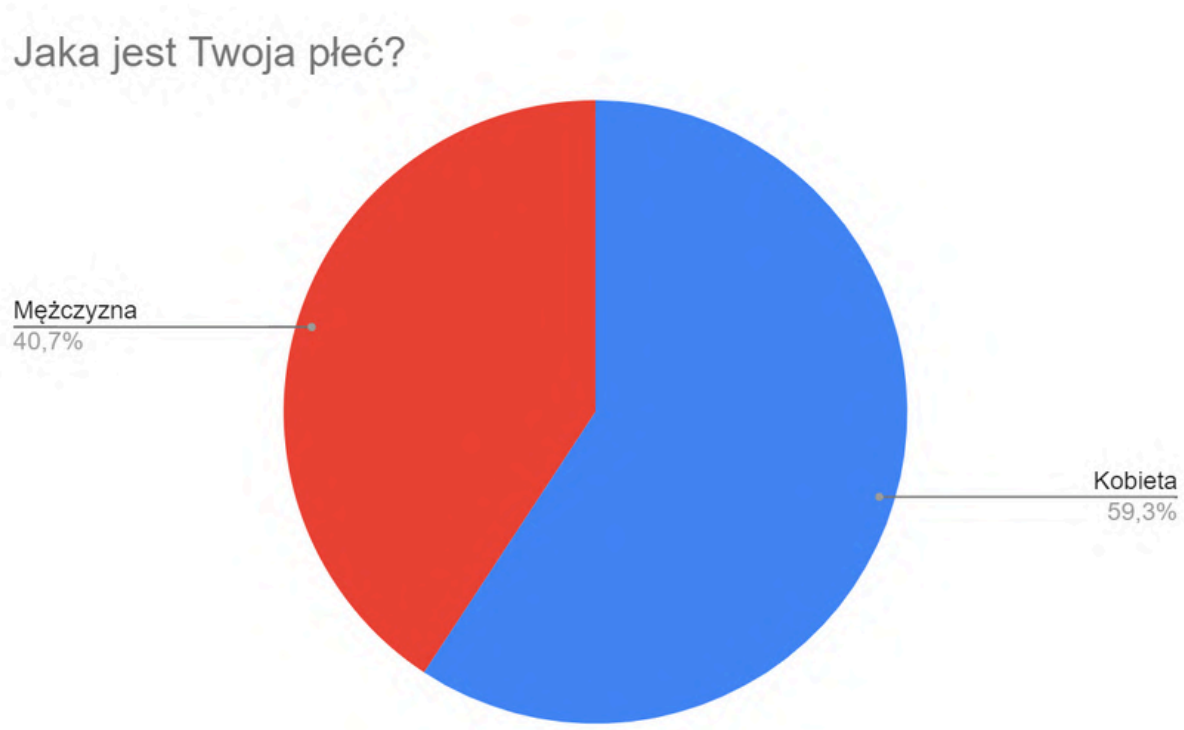
W celu ustalenia mapy zawodów związanych z gospodarką wodorową zgodnie z projektem Partnerzy przeprowadzili badanie ankietowe. Metoda badań ankietowych w aspekcie technicznym sprowadza się do udzielenia przez wyraźnie określone osoby (respondentów) odpowiedzi na pytania tworzące świadomy, logiczny, konsekwentny i spójny zestaw odpowiedzi służących do rozwiązania problemu badawczego.

Badanie zostało zrealizowane w okresie kwiecień – maj 2024. W pomiarze wykorzystano kwestionariusz ankiety internetowej, który przygotowano w oparciu o narzędzie „Formularze Google".

Celem badania było również nakreślenie trendu, które zawody będą potrzebne w związku z rozwojem sektora wodorowego oraz transformacją energetyczną w krajach Europy. Badanie miało również umożliwić określenie profili zawodowych i potrzeb w zakresie umiejętności, które pozwolą na ewentualne zdefiniowanie istniejących luk na rynku pracy.

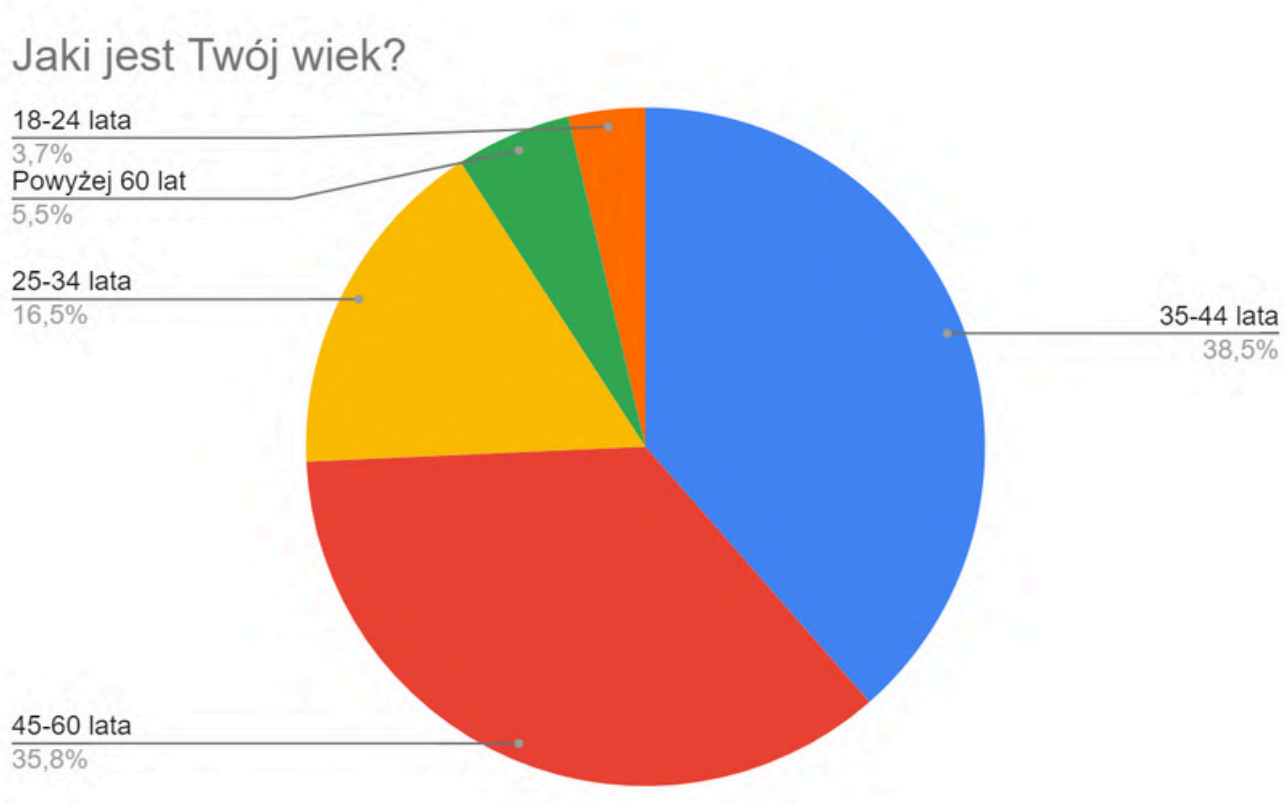
Łącznie w badaniu udział wzięło 109 respondentów, wśród których większość stanowili mężczyźni (59,3%) (zob. wykres 1).

WYKRES 1



Wśród badanych dominowały osoby w wieku 35-44 lat (38,5%) przy znaczącym udziale osób w przedziale 45-60 lat (35,8%). Znaczny odsetek badanych stanowiły również osoby w wieku 24-34 lat (16,5%) (zob. wykres 2).

WYKRES 2

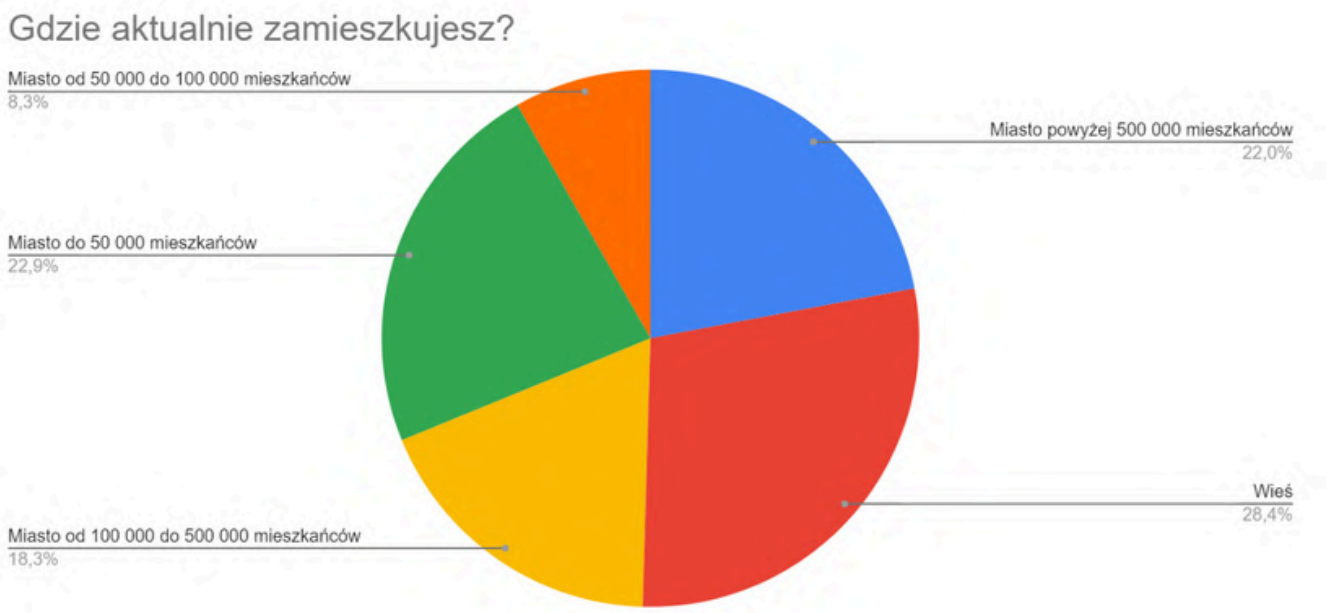


W zakresie wykształcenia zdecydowana większość badanych posiadała tytuł magistra (59,6%), drugą najliczniejszą grupą były osoby ze średnim wykształceniem (15,6%) a trzecią badani posiadający tytuł licencjata lub inżyniera (13,8%) (zob. wykres 3).

WYKRES 3

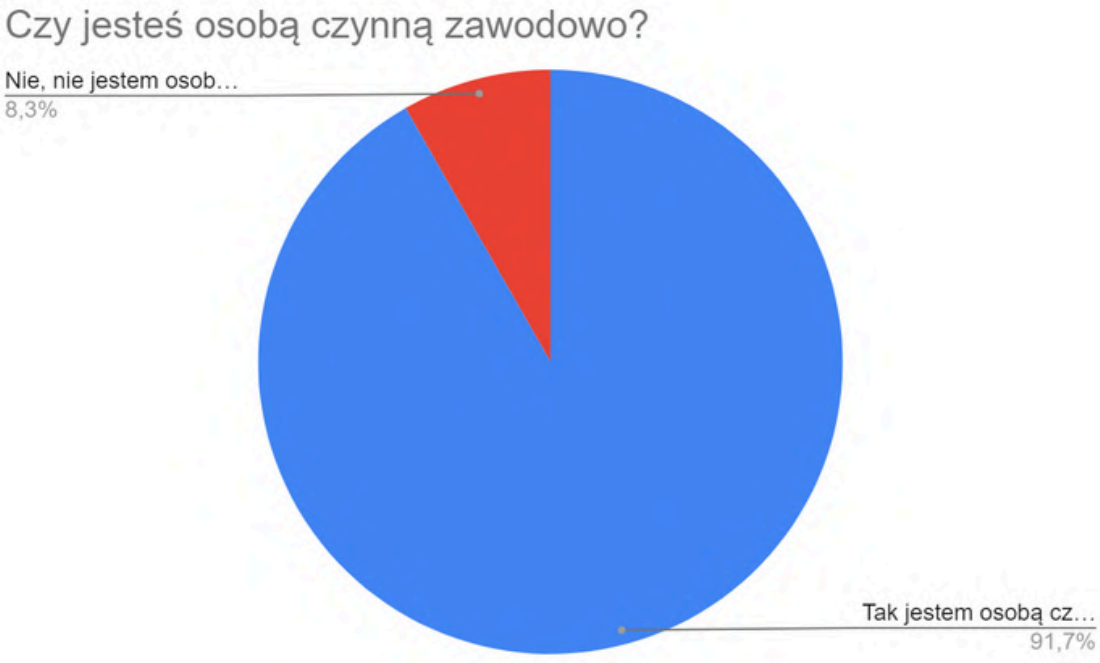
Ankietowani byli w większości mieszkańcami wsi (28,4%) oraz miast do 50 000 mieszkańców (22.9%). Liczną reprezentację stanowili również mieszkańcy miast powyżej 500 00 mieszkańców (22%) (zob. wykres 4).

WYKRES 4



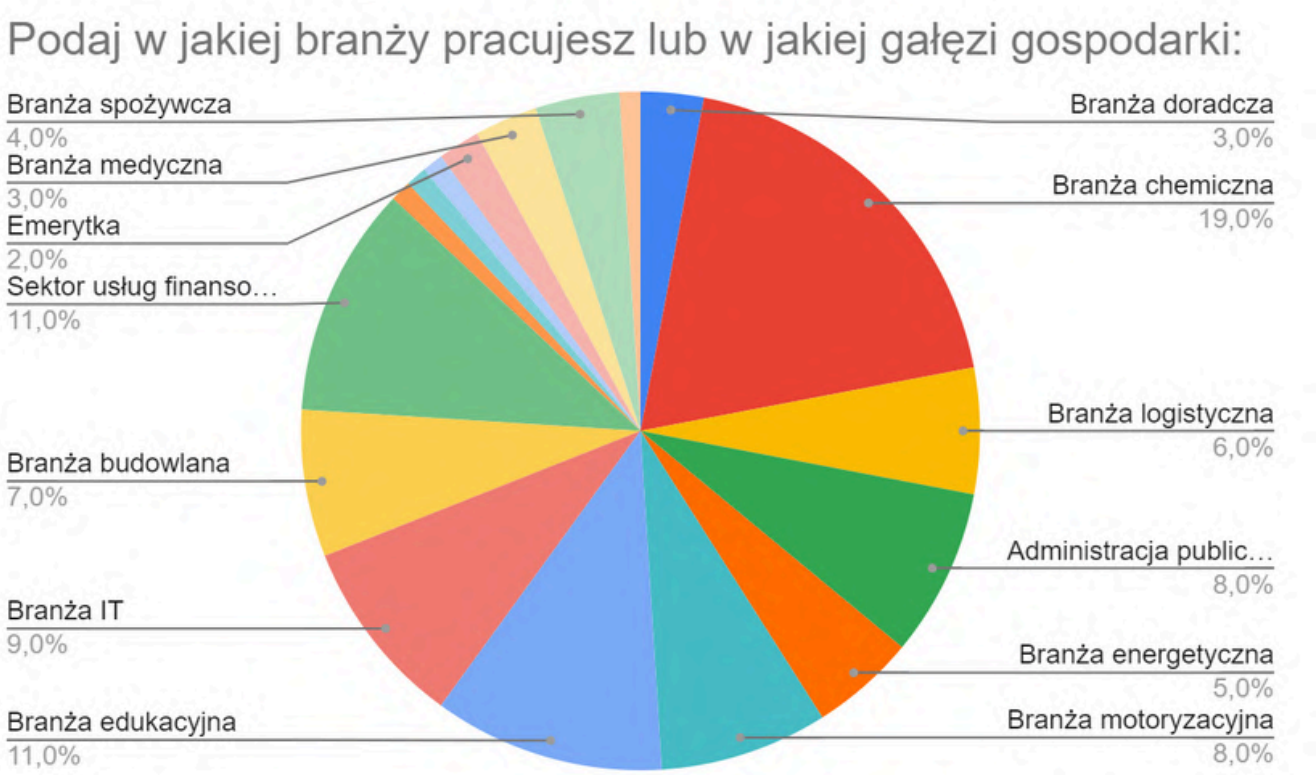
Wśród badanych zdecydowana większość była czynna zawodowo (91,7%) (zob. wykres 5).

WYKRES 5



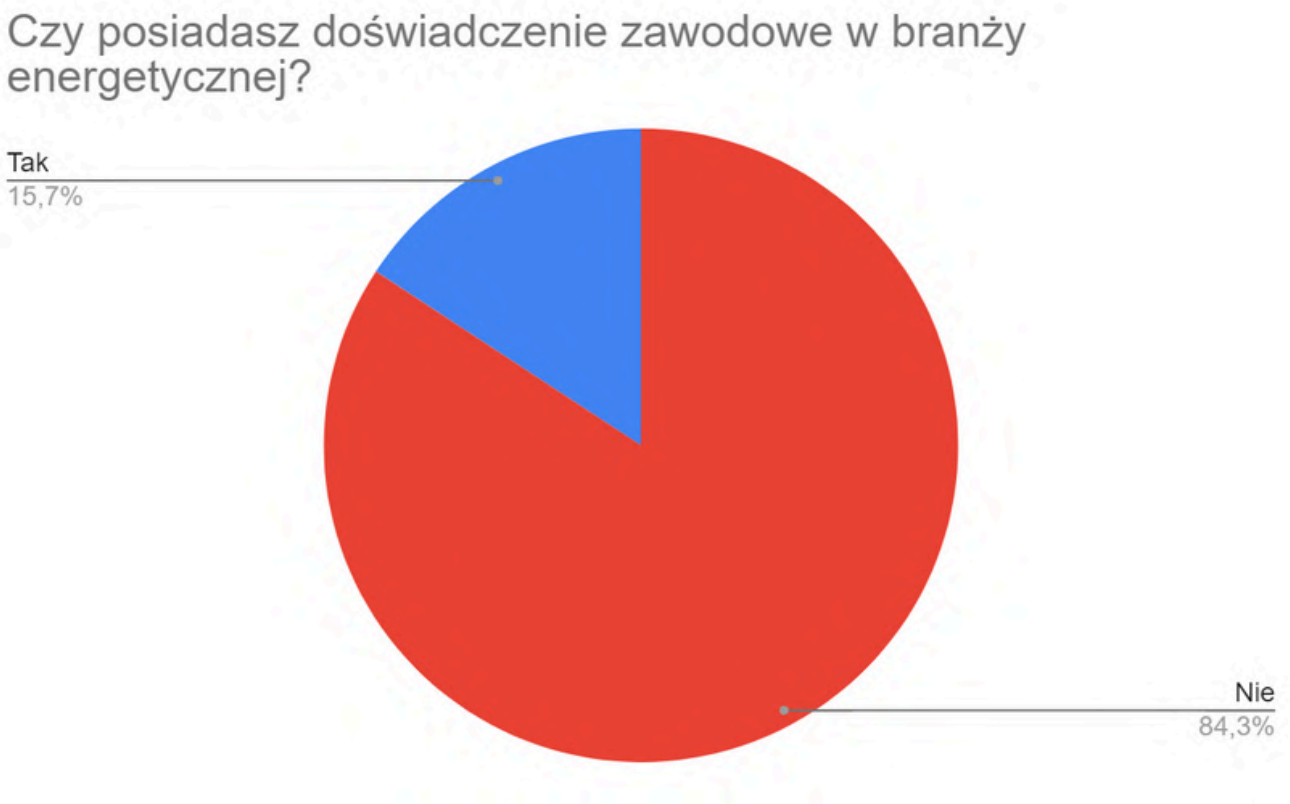
W ramach tzw. ankiety właściwej poproszono ankietowanych o wskazanie w jakiej branży pracują lub w ramach jakiej gałęzi gospodarki. Badani najliczniej reprezentowali branże chemiczną (19%) co perspektywy tematyki prowadzonego badania jest istotnym wskazaniem. W dalszej kolejności ankietowani reprezentowali branżę edukacyjną (11%) oraz sektor usług finansowych (11%). Wielu ankietowanych było również pracownikami branży IT (9%). Należy przy tym również wspomnieć, że jedynie 5% badanych pracowało w branży energetycznej. Szczegółowy opis wskazań badanych w przedmiotowym zakresie prezentuje wykres 6.

WYKRES 6



Badani mieli poza tym określić czy posiadają doświadczenie zawodowe w branży energetycznej. Zdecydowana większość ankietowanych (84,3%) stwierdziła, że nie ma doświadczenia w tym obszarze (zob. wykres 7).

WYKRES 7

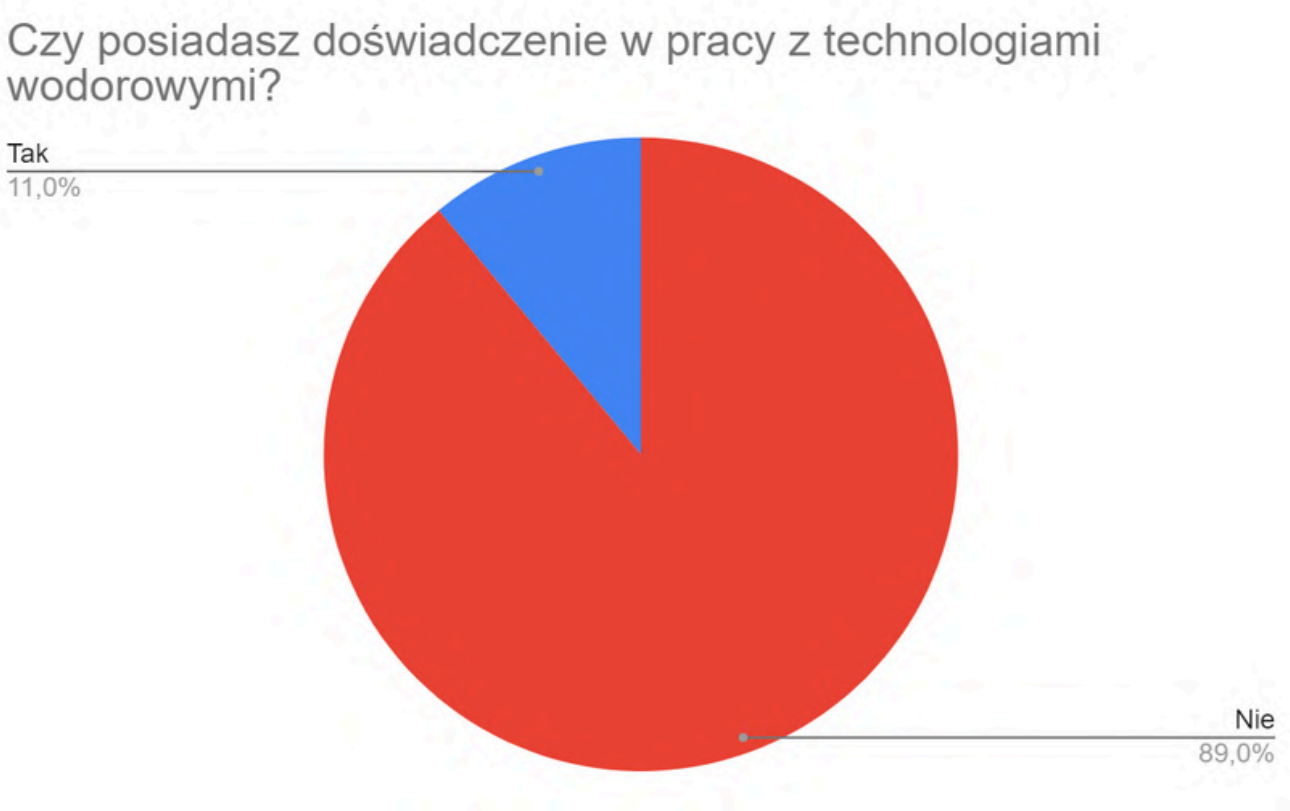


Również w zakresie doświadczenia zawodowego w ramach branży chemicznej większość badanych wskazała, iż posiadała doświadczenia w tym obszarze (75,9%) co prezentuje wykres 8.

WYKRES 8

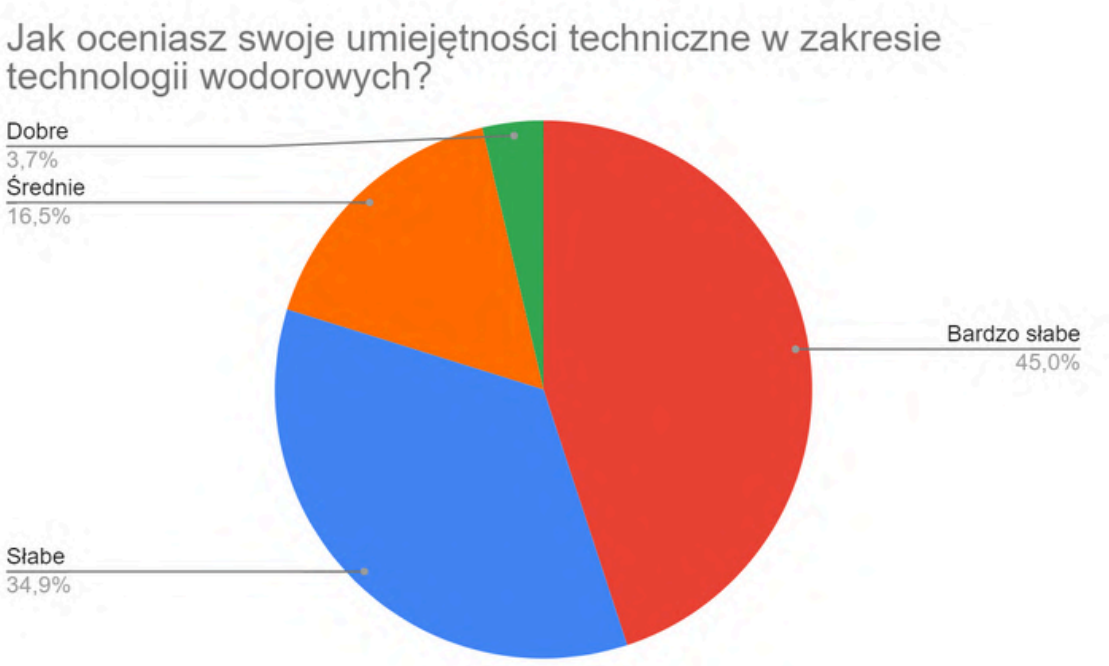
Podobne wskazania wystąpiły w przypadku kolejnego pytania dotyczącego doświadczenia w pracy z technologiami wodorowymi. Aż 89% ankietowanych stwierdziła, że nie posiada doświadczenia zawodowego związanymi z niniejszymi technologiami (zob. wykres 9).

WYKRES 9



W tym kontekście bardziej zróżnicowane odpowiedzi ankietowanych wystąpiły w zakresie pytania dotyczącego oceny swoich umiejętności technicznych w obszarze technologii wodorowych. Respondenci proszeni byli o ustosunkowanie się do niego, wybierając określoną kategorię odpowiedzi w skali od „bardzo słabe" poprzez, „słabe", „średnie", „dobre" do „bardzo dobre". Większość badanych określiła swoje umiejętności jako bardzo słabe (45%) lub słabe (34,9%). Jedynie 16,5% określiła je jako średnie, a 3,7% jako dobre. Żaden z ankietowanych nie określił swoich umiejętności jako bardzo dobrych. (zob. wykres 10).

WYKRES 10



Analogiczną skalę pomiarową zastosowano w następnym pytaniu, w ramach którego respondenci mieli ocenić swoją wiedzę na temat aktualnych trendów i innowacji w sektorze wodorowym. Bardzo słabo swoją wiedzę w tym obszarze określiło 36,7% respondentów, a słabo 25% co stanowi ponad połowę badanych. Z drugiej strony 25,7% oceniło swoją wiedzę jako średnią natomiast 11,9% jako dobrą. W ramach niniejszego pytania również żaden z badanych nie ocenił swojej wiedzy jako bardzo dobrej (zob. wykres 11).

WYKRES 11

W kolejnym pytaniu respondenci mieli ocenić poziom swojej wiedzy w tematyce gospodarki wodorowej. Ankietowani proszeni byli o ustosunkowanie się do niniejszego zagadnienia, wybierając określoną kategorię odpowiedzi w skali od „zdecydowanie nie" poprzez, „raczej nisko", „nie mam zdania", „raczej wysoko" do „zdecydowanie wysoko". Najwięcej badanych określiło swoją wiedzę „raczej nisko" (40,2%) oraz zdecydowanie nisko (40,2%). Aż 15% respondentów stwierdziło, że nie ma zdania w tej kwestii, a raczej wysoko swoją wiedzę określiło 14% badanych. „Zdecydowanie wysoko" nie określił swojej wiedzy żaden z respondentów (zob. wykres 12).

WYKRES 12

Pięciostopniową skalę kategorii odpowiedzi zastosowano w zakresie pytania dotyczącego wyrażenia swojego zdania temat czy gospodarka wodorowa będzie miała wpływ na rynek pracy. Poproszono respondentów o ustosunkowanie się do niniejszego zagadnienia wybierając odpowiedź od „zdecydowanie nie", po „raczej nie", „nie mam zdania", „raczej tak" do „zdecydowanie tak". Większość badanych udzieliła odpowiedzi „raczej tak" oraz „zdecydowanie tak" co świadczy dużej wadze jaką przykładają do znaczenia gospodarki wodorowej w kontekście dalszego rozwoju rynku pracy (66,9%). Sporo ankietowanych (23,9%) stwierdziło jednakże, że nie ma zdania w tej sprawie w związku z czym być może nie mają w ogóle wiedzy w zakresie gospodarki wodorowej, a także jej wpływu na rynek pracy. Jedynie 8,3% respondentów stwierdziło, że gospodarka wodorowa raczej nie będzie miała wpływu na rynek pracy (zob. wykres 13).

WYKRES 13

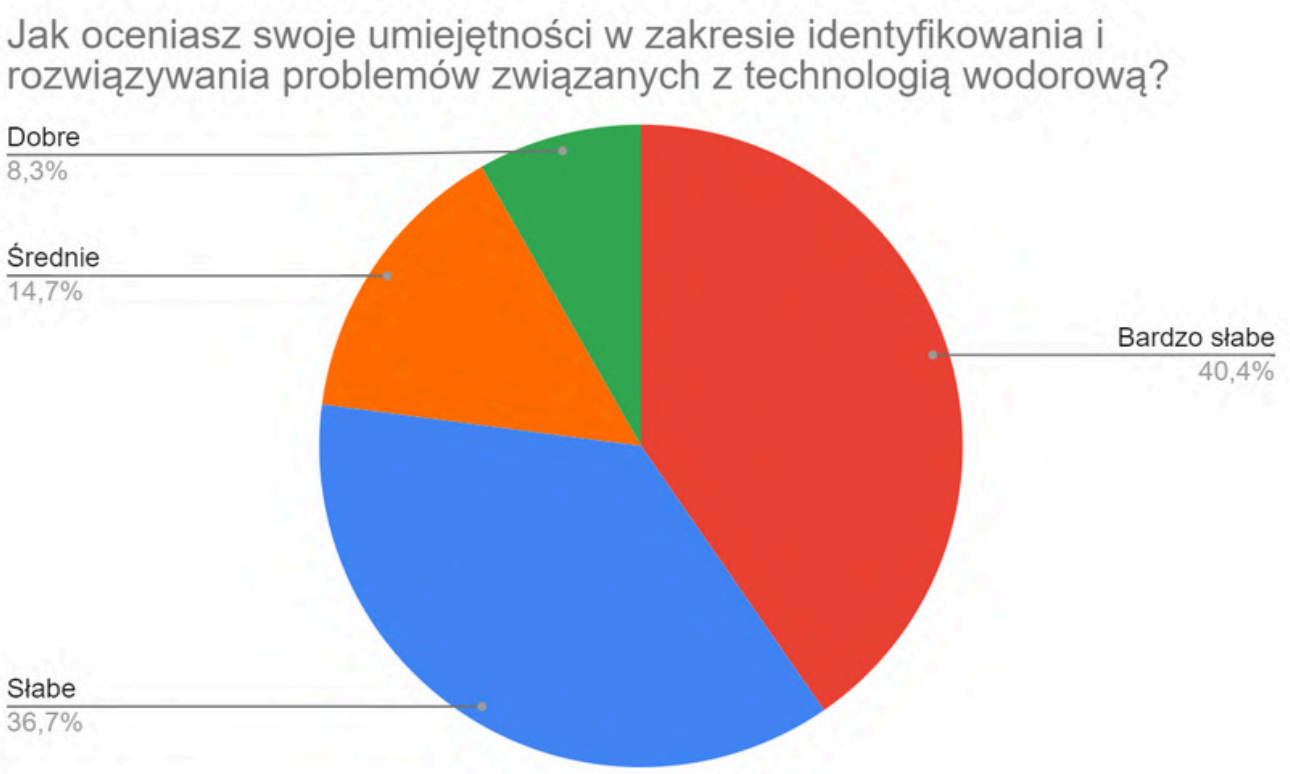
Takie same pięciostopniowe skale i kategorie odpowiedzi zastosowano w ramach pytań 14 oraz 15. Respondenci mieli się ustosunkować do nich wybierając odpowiedź od „bardzo słaba", po „słaba", „średnia", „dobra" do „bardzo dobra".

Pytanie nr 14 dotyczyło samooceny badanych w zakresie znajomości przepisów i regulacji sektora wodorowego. Zdecydowana większość z nich określiła swoją wiedzę w niniejszym zakresie jako „bardzo słabą" (42,2%) bądź słabą (31,2%). 22,9% ankietowanych określiło swoją wiedzę jako średnią, a jedynie 3,7% jako „dobrą". Odpowiedzi „bardzo dobra" nie udzielono (zob. wykres 14).

WYKRES 14

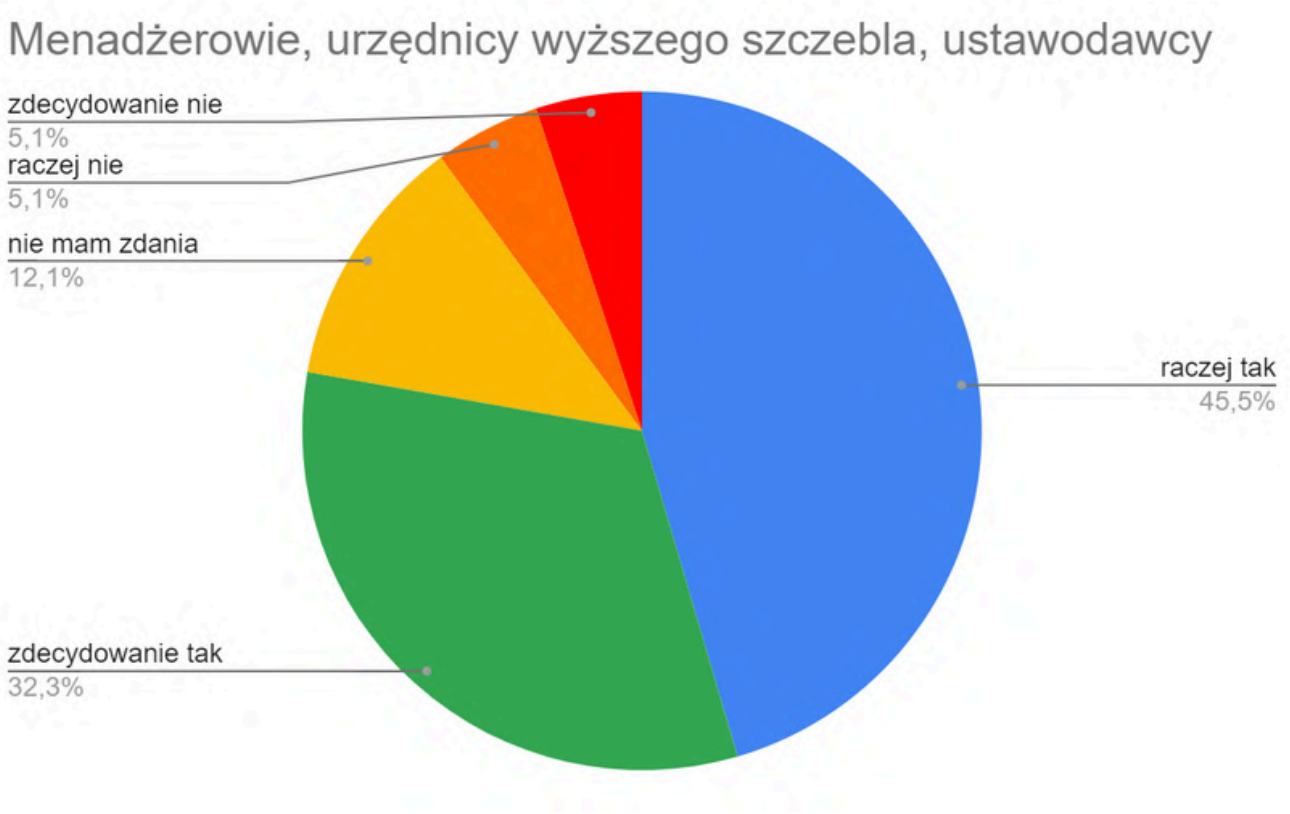
Podobnie w zakresie pytania nr 15 dotyczącego samooceny badanych ich umiejętności w zakresie identyfikowania i rozwiązywania problemów związanych z technologią wodorową. Większość z nich określiła swoje umiejętności w tym obszarze jako „bardzo słabe" (40,4%) lub „słabe" (36,7%). Jako średnie swoje umiejętności określiło 14,7% badanych a 8,3% uważa że ich umiejętności są na „dobrym" poziomie (zob. wykres 15).

WYKRES 15

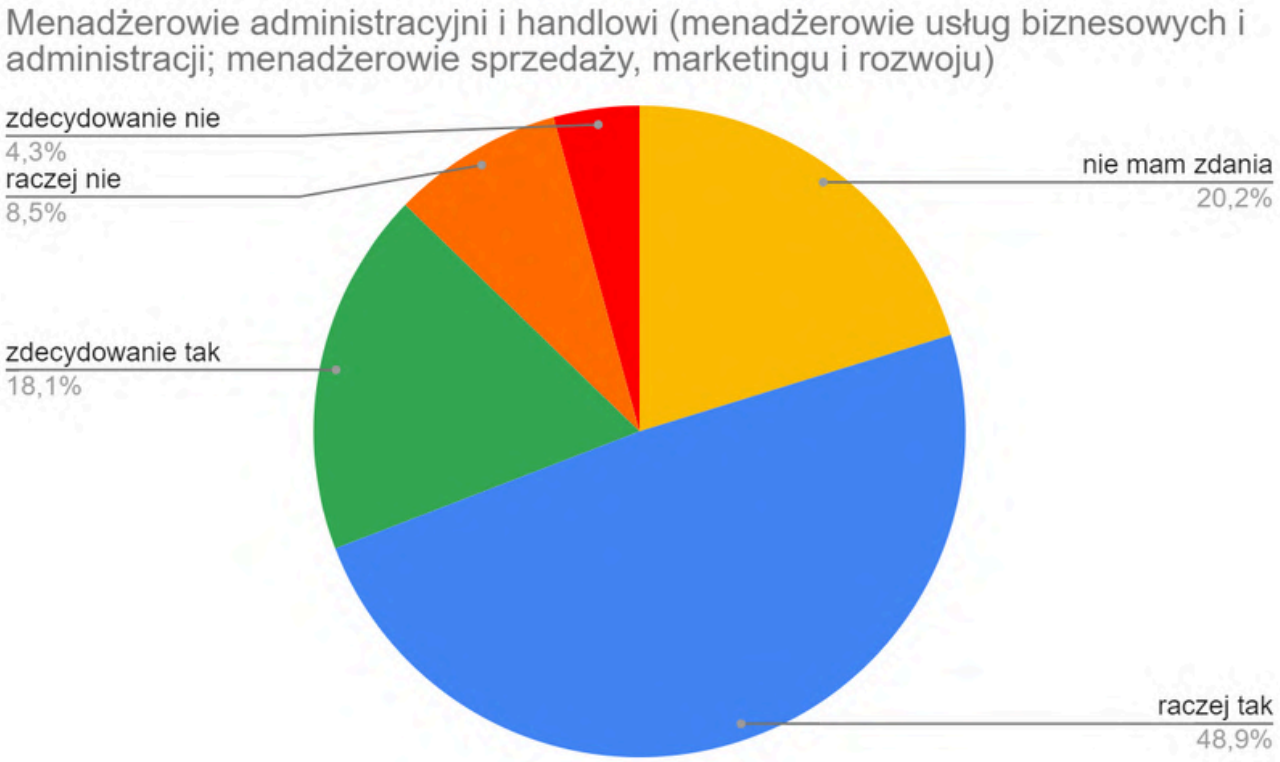


W pytaniu nr 16 respondenci mieli wskazać, które z profili zawodowych są według nich istotne dla gospodarki wodorowej. Do oceny zaproponowano uczestnikom 25 profili, które mieli ocenić w pięciostopniowej skali od „zdecydowanie nie" po „raczej nie", „nie mam zdania", „raczej tak" do „zdecydowanie tak" (zob. wykresy od 16 do 40)

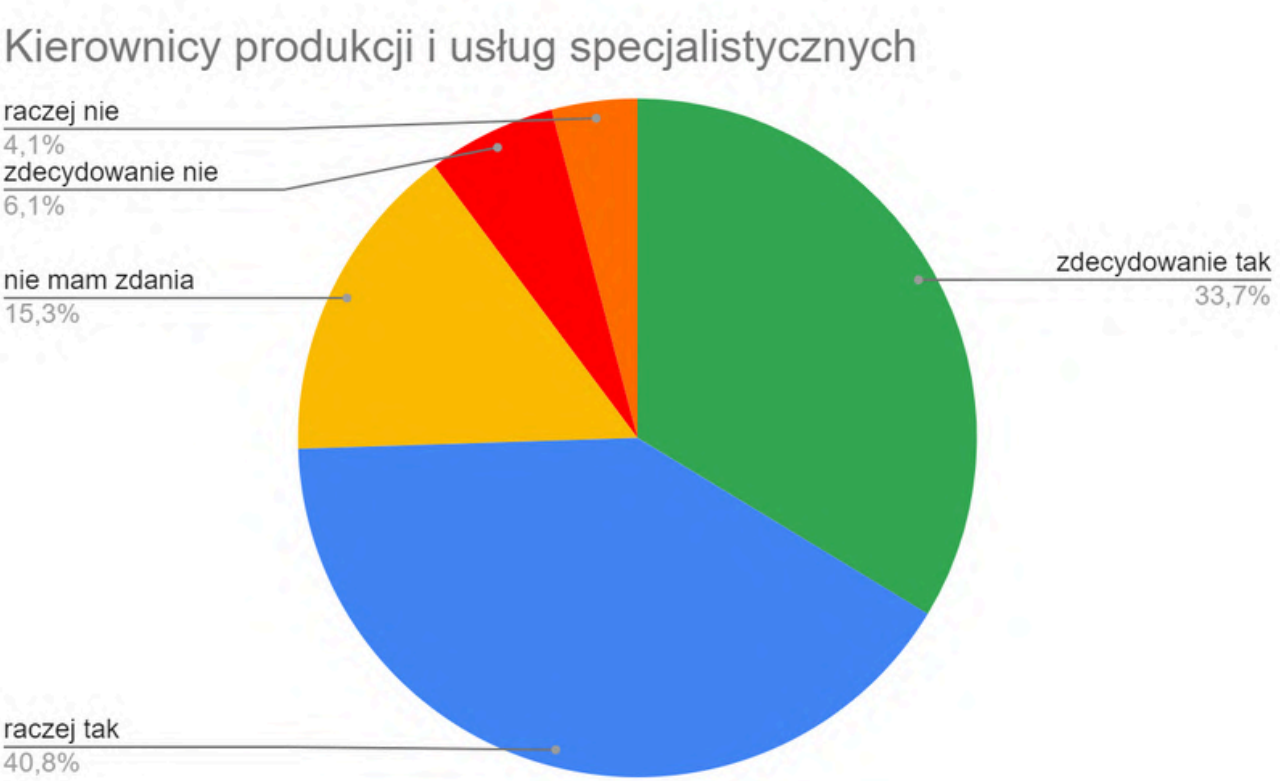
WYKRES 16



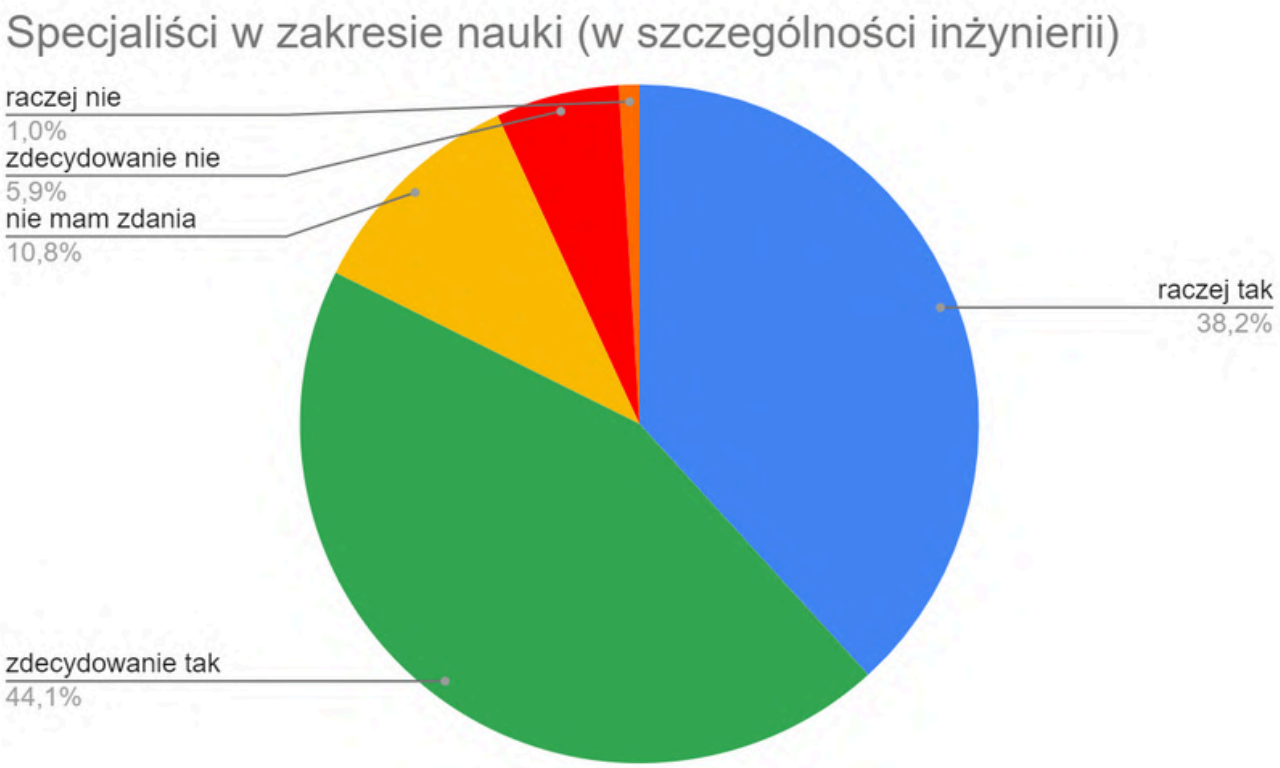
WYKRES 17



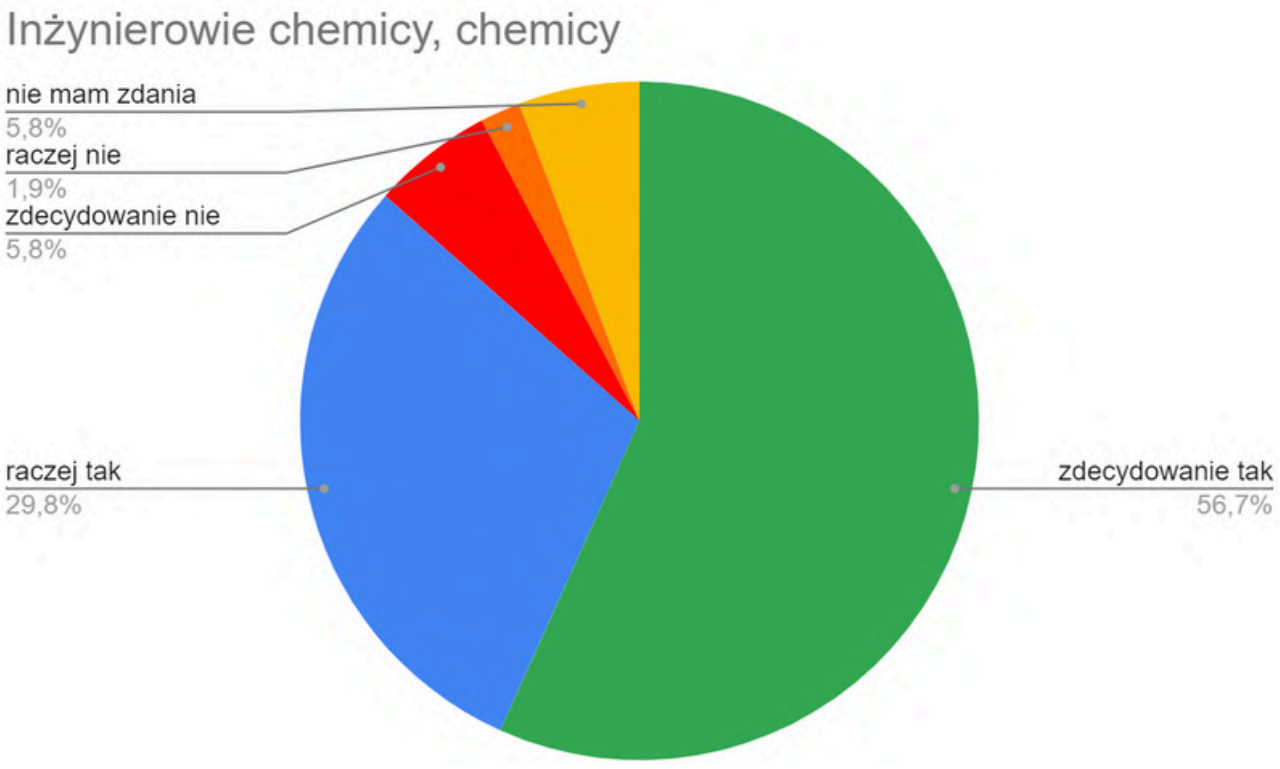
WYKRES 18



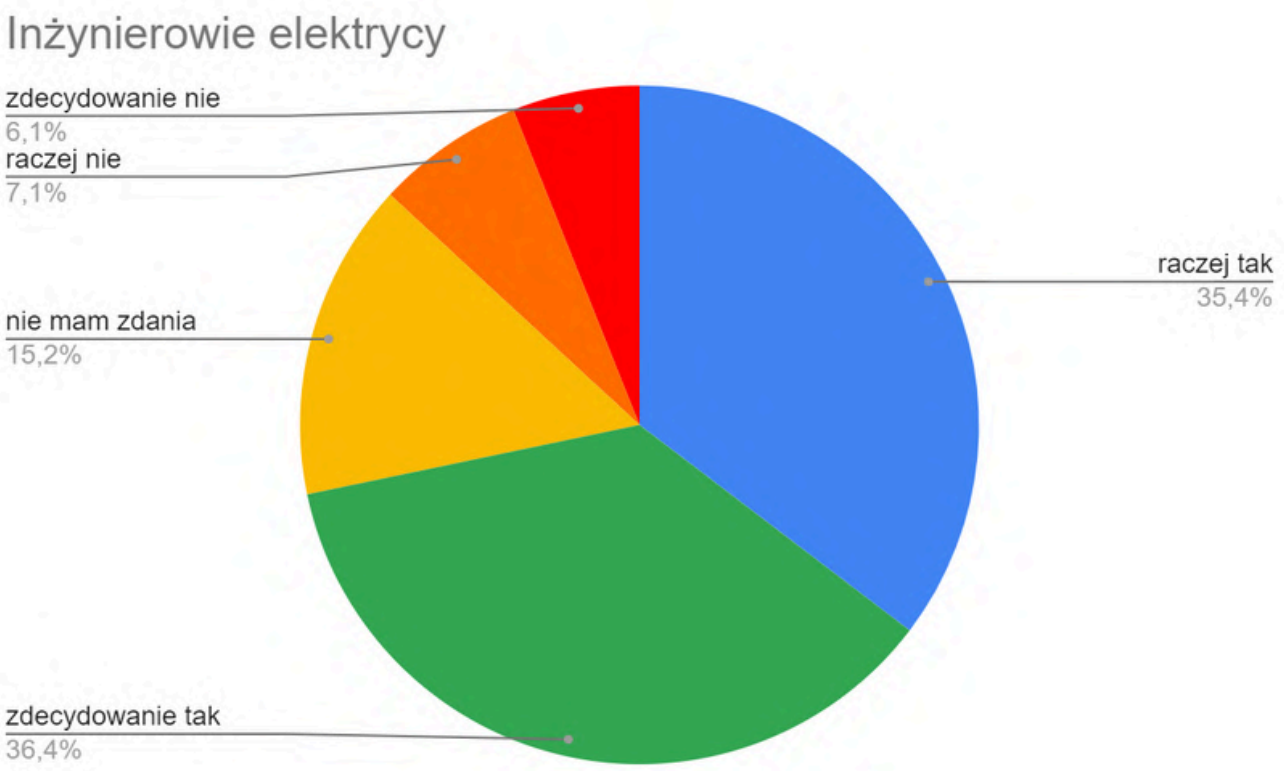
WYKRES 19



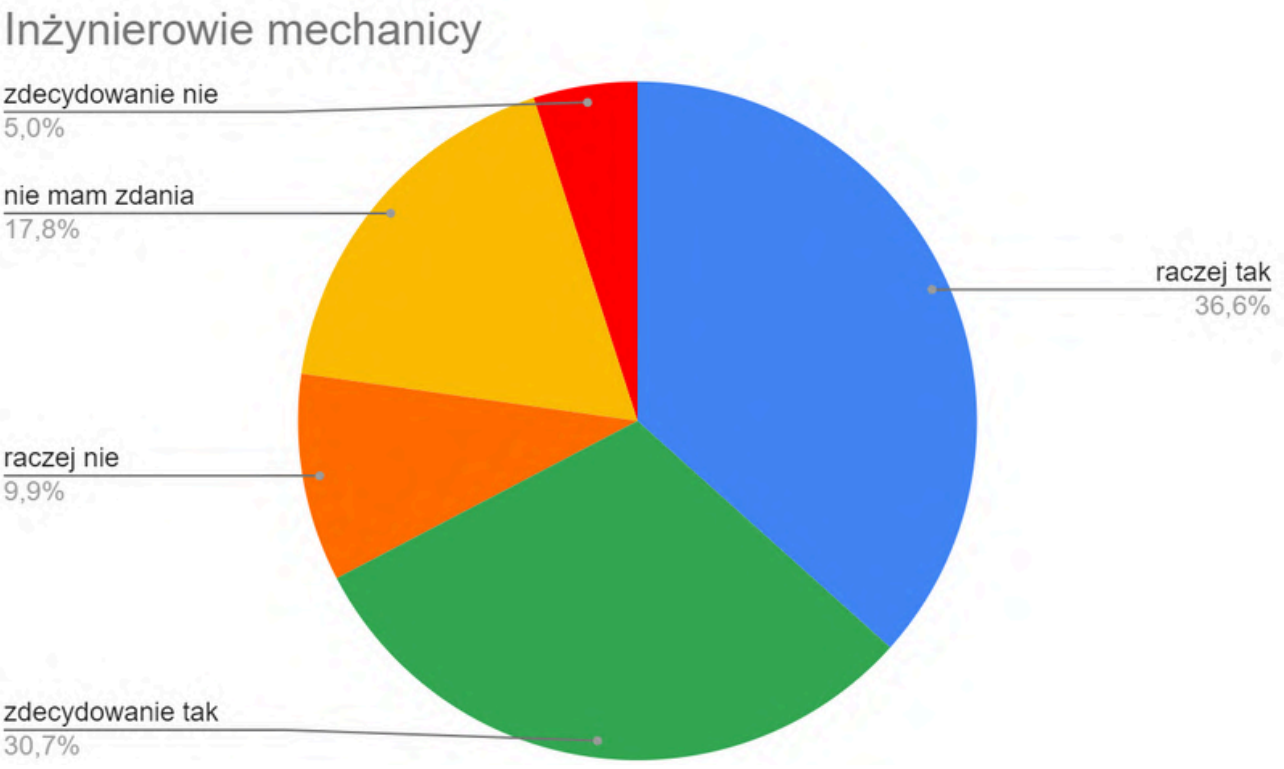
WYKRES 20



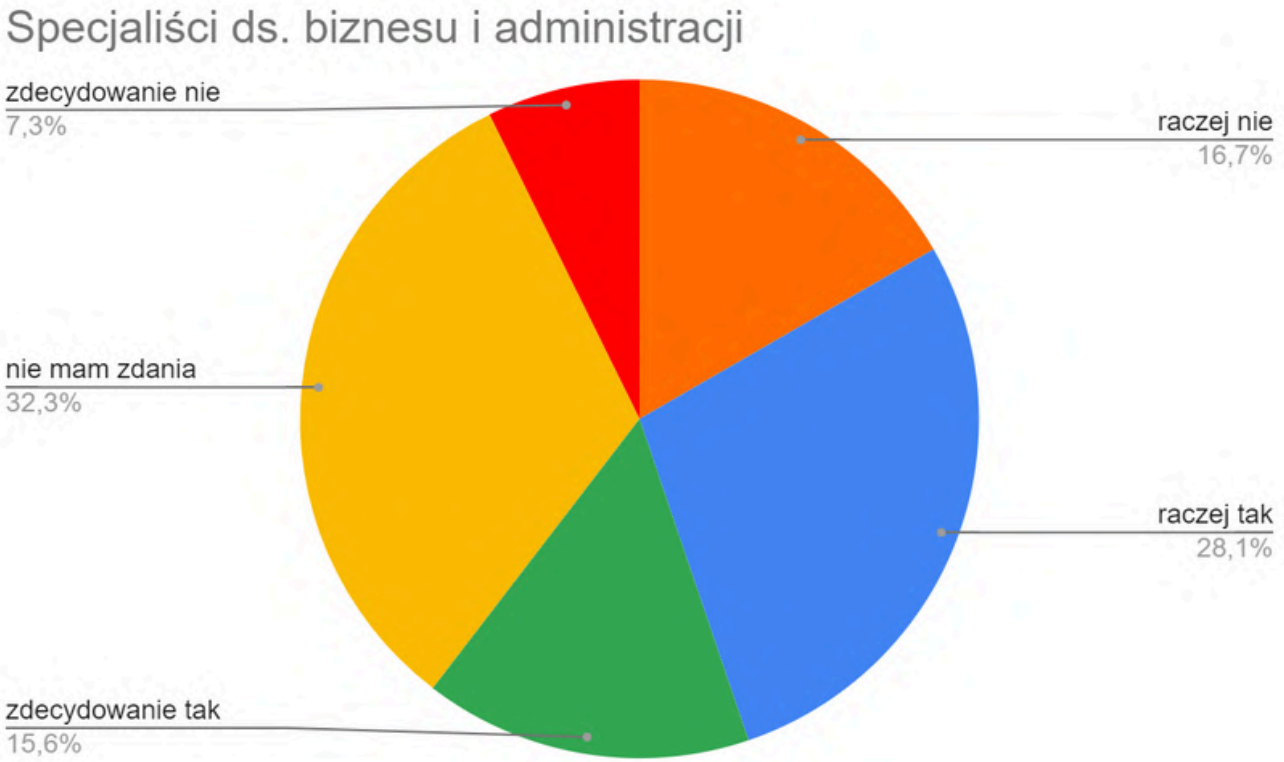
WYKRES 21



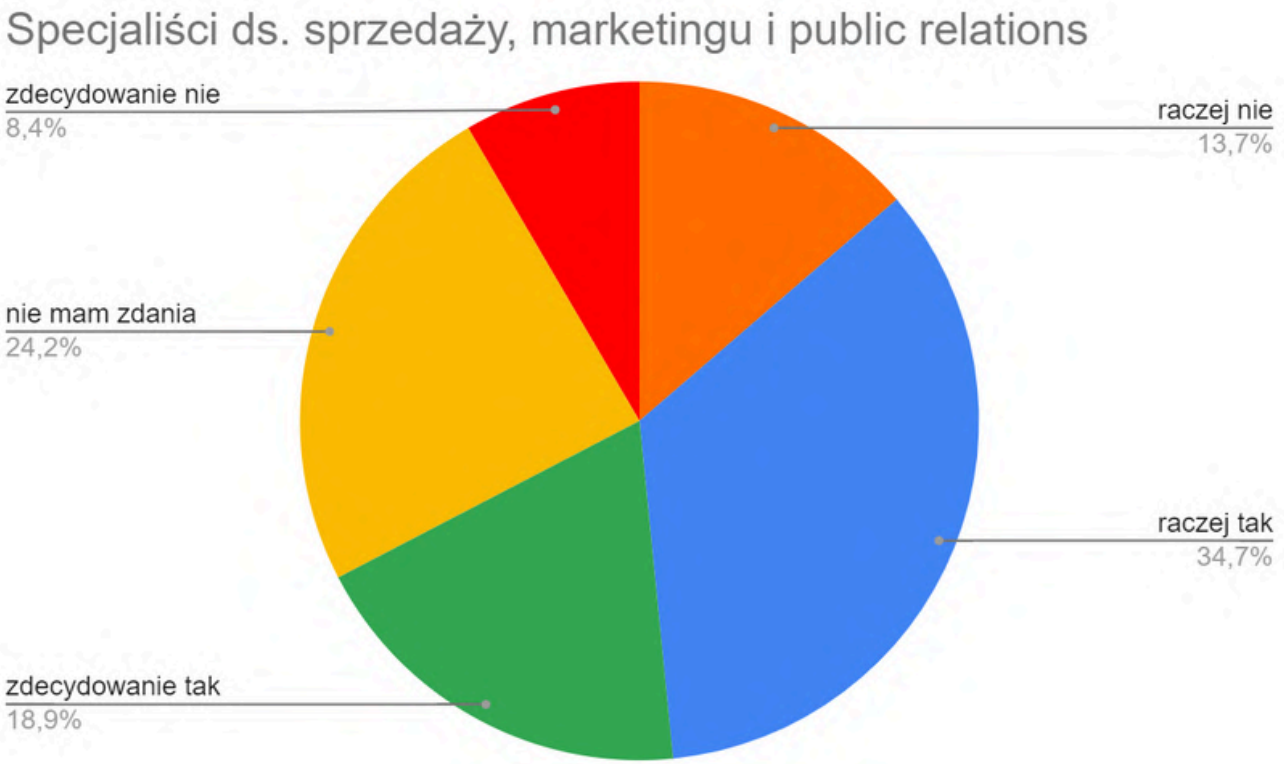
WYKRES 22



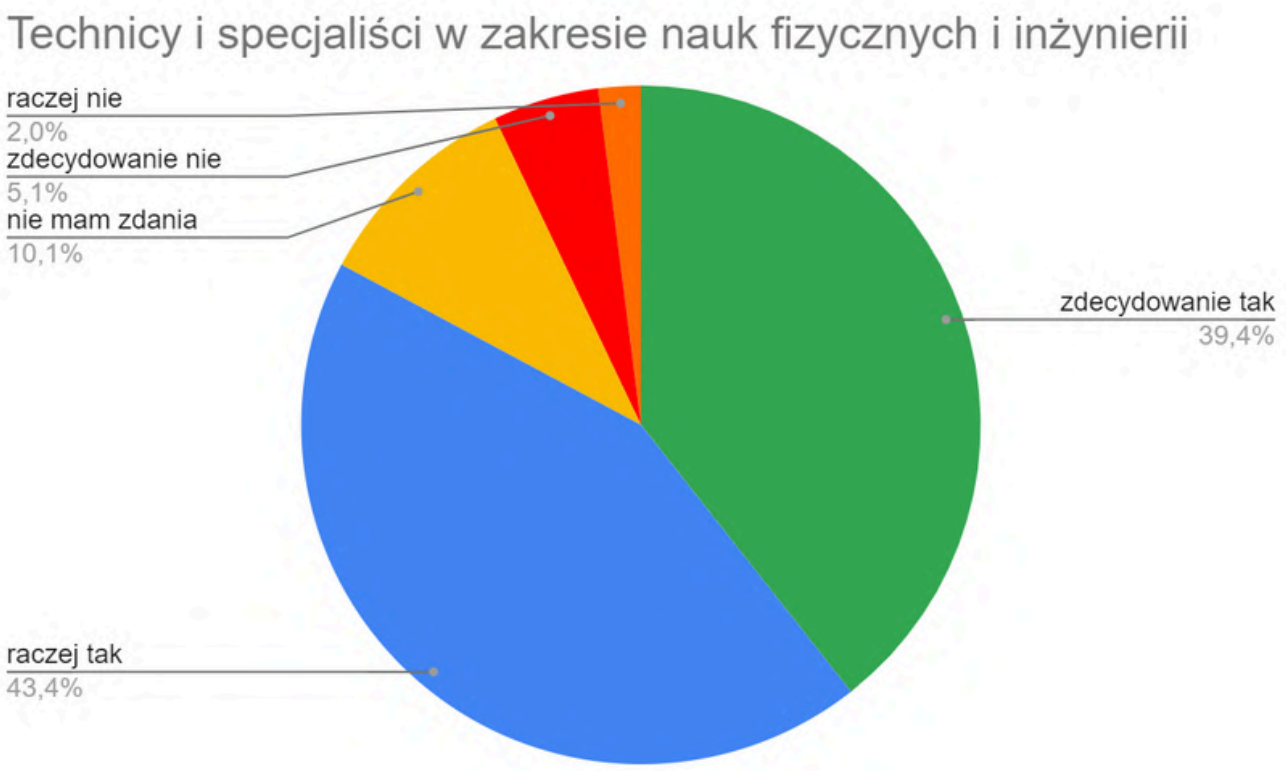
WYKRES 23



WYKRES 24

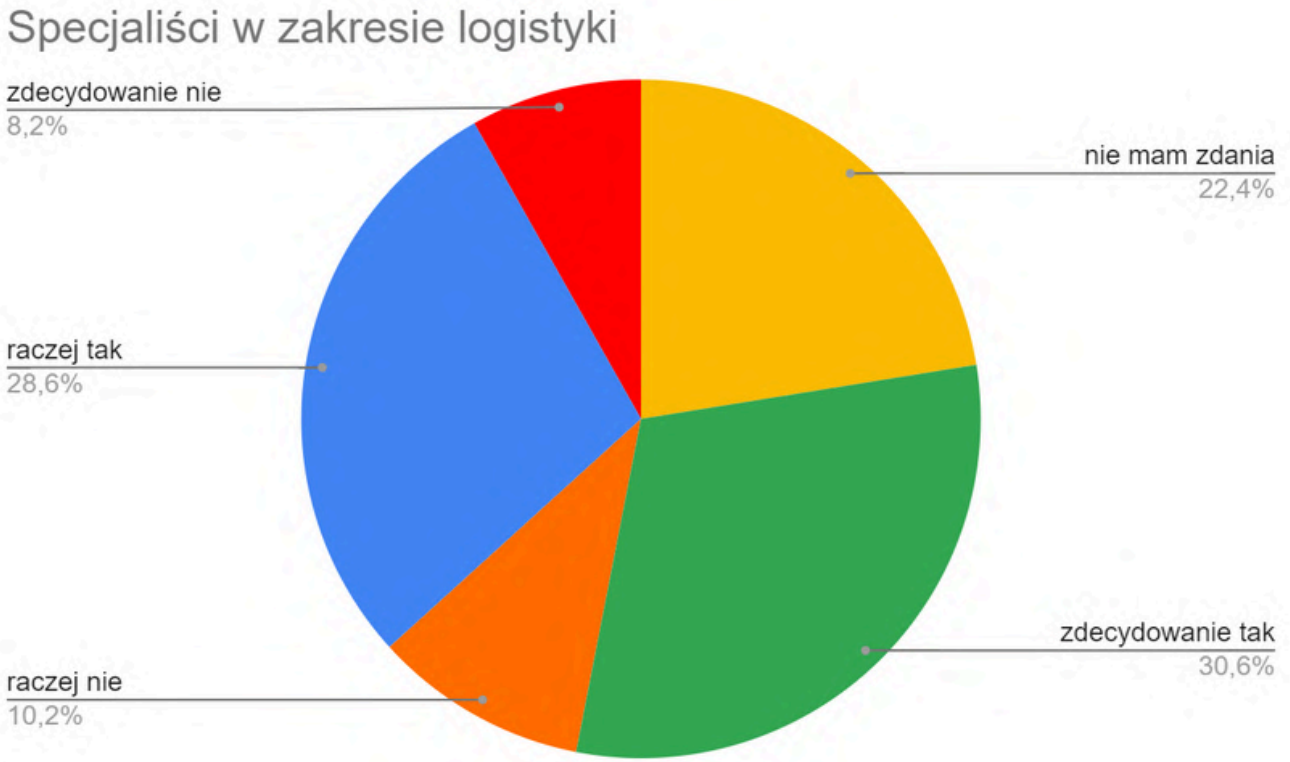


WYKRES 25

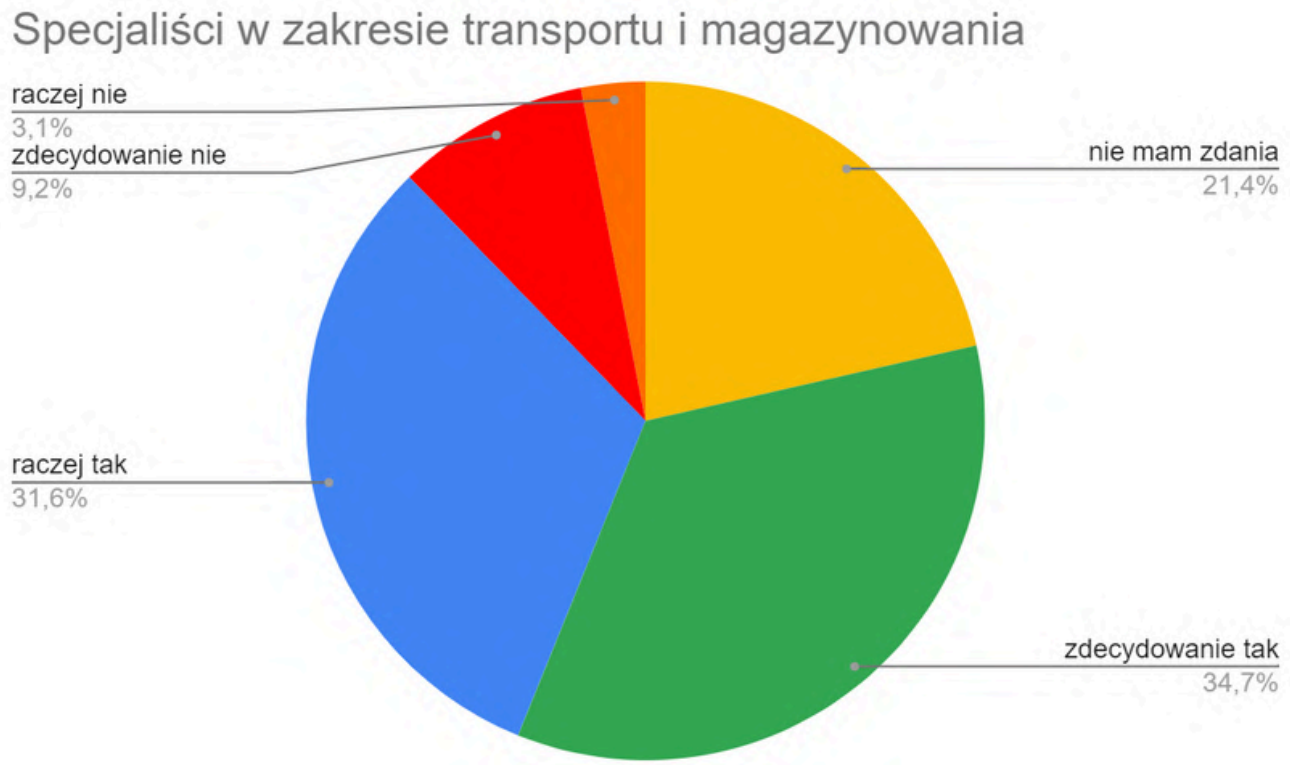


WYKRES 26

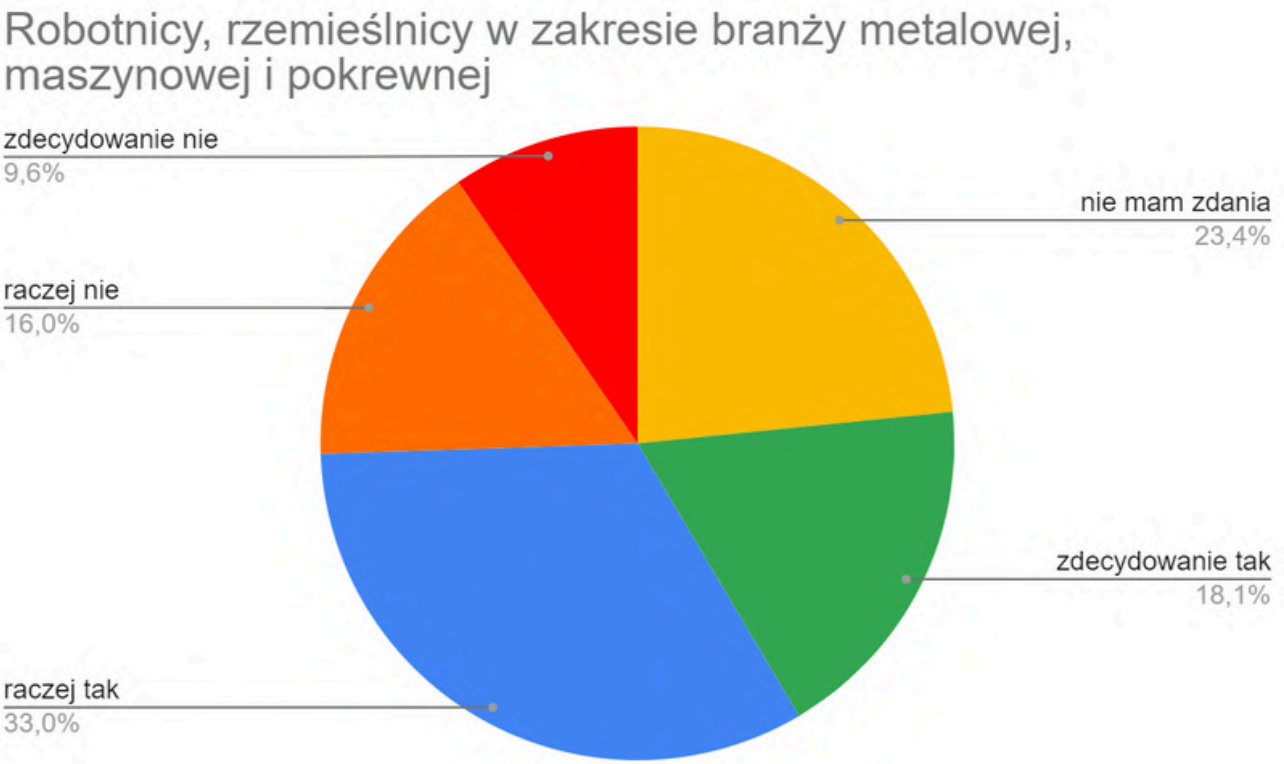
WYKRES 27



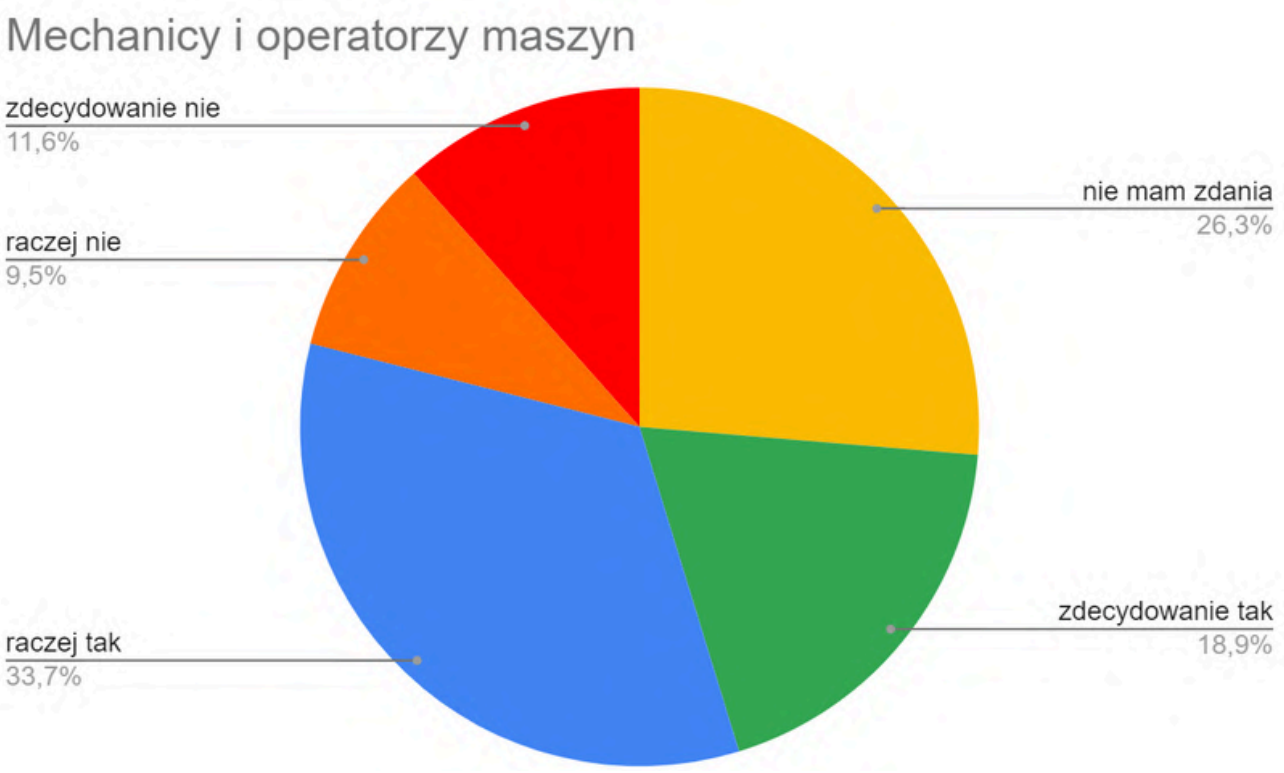
WYKRES 28



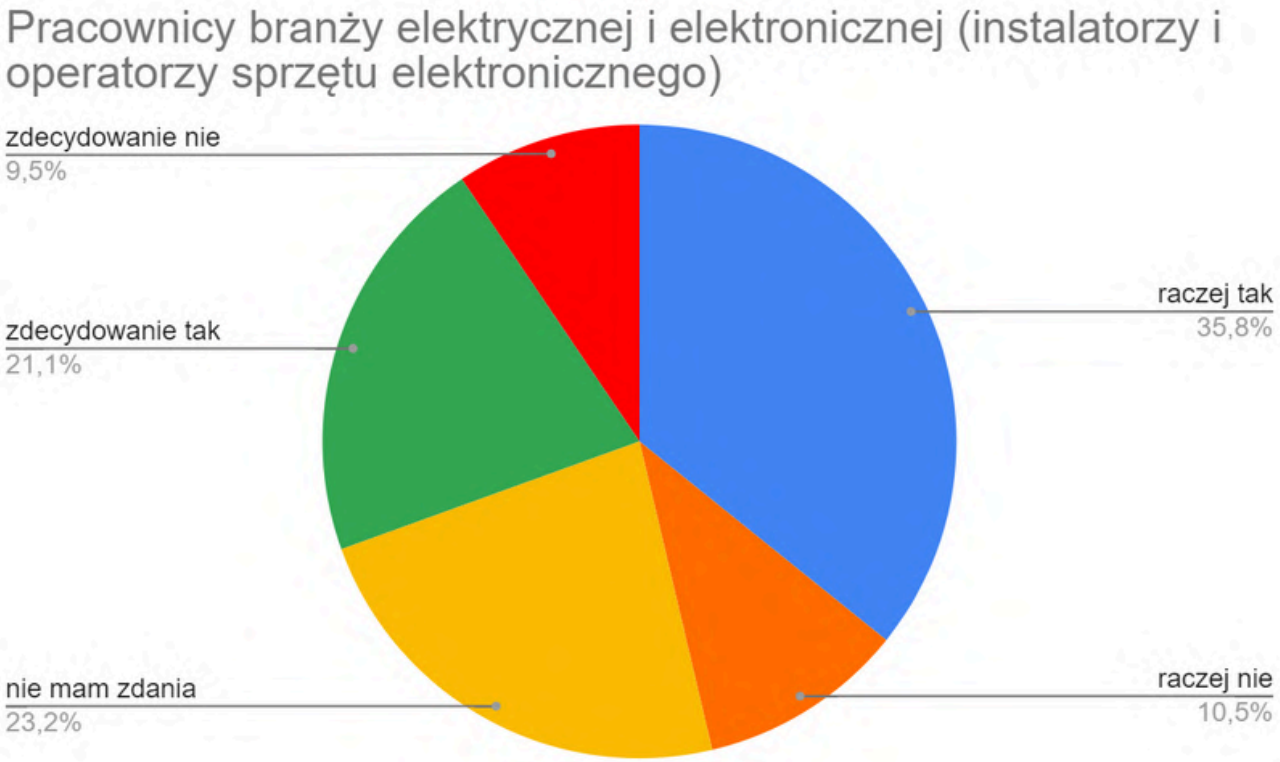
WYKRES 29



WYKRES 30

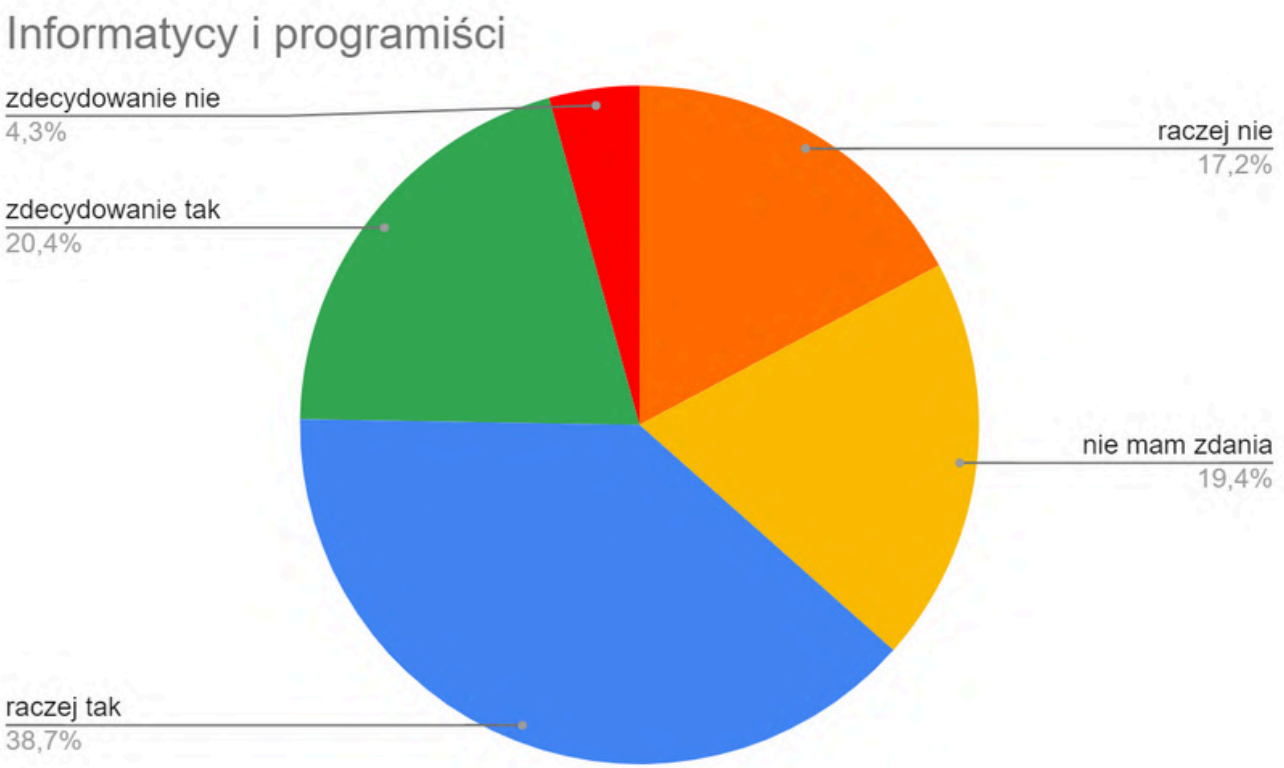


WYKRES 31

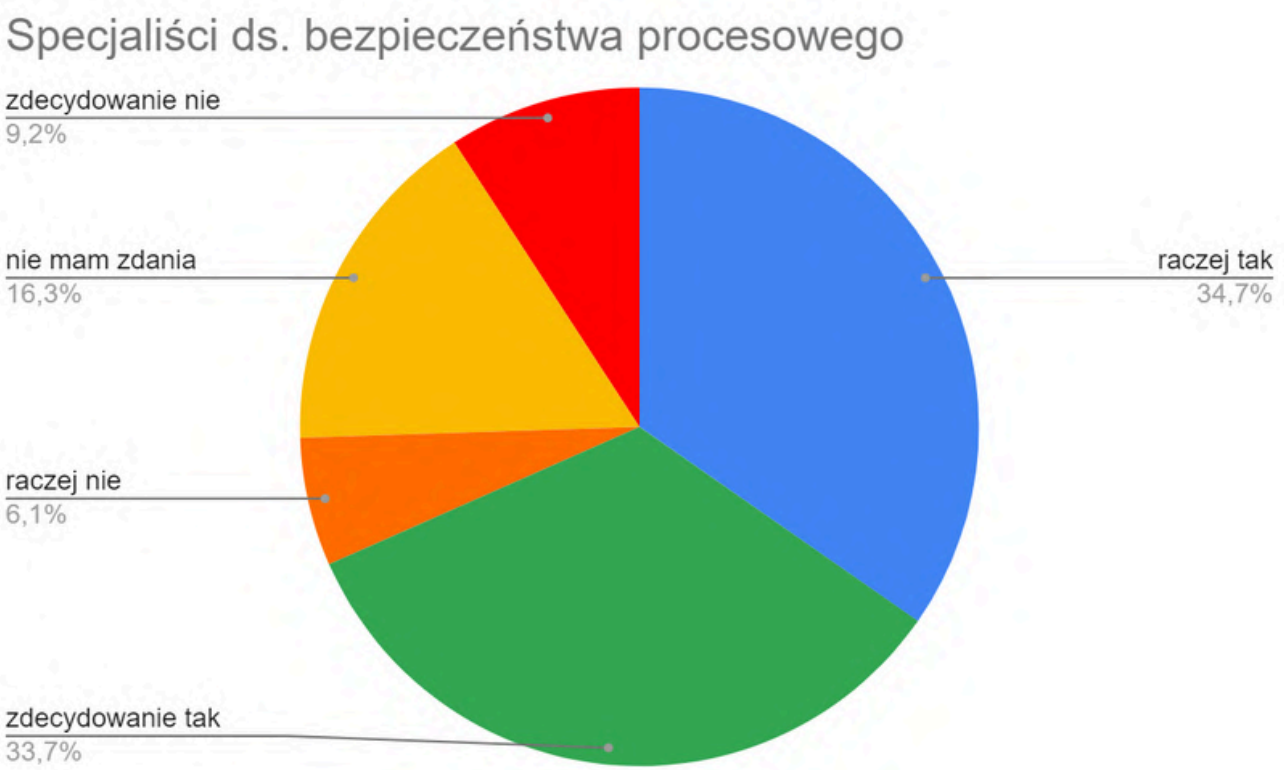


WYKRES 32

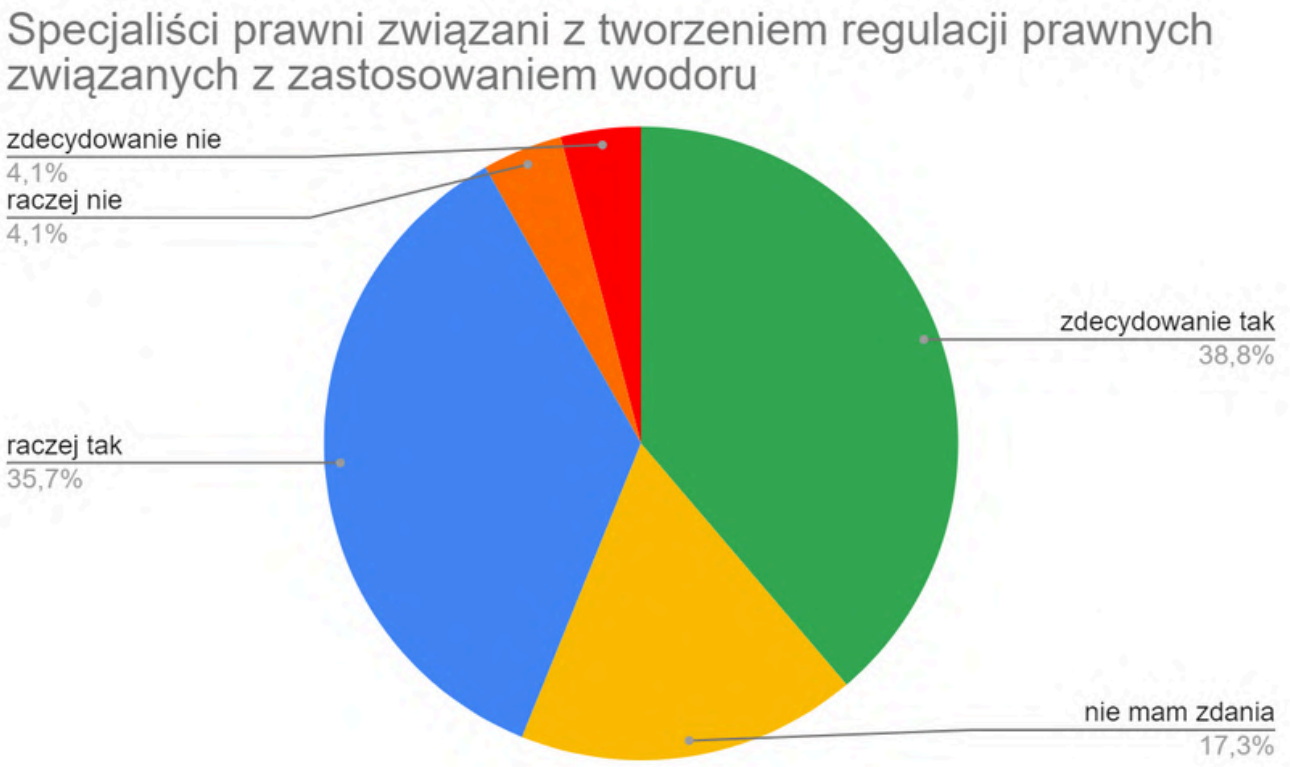
WYKRES 33



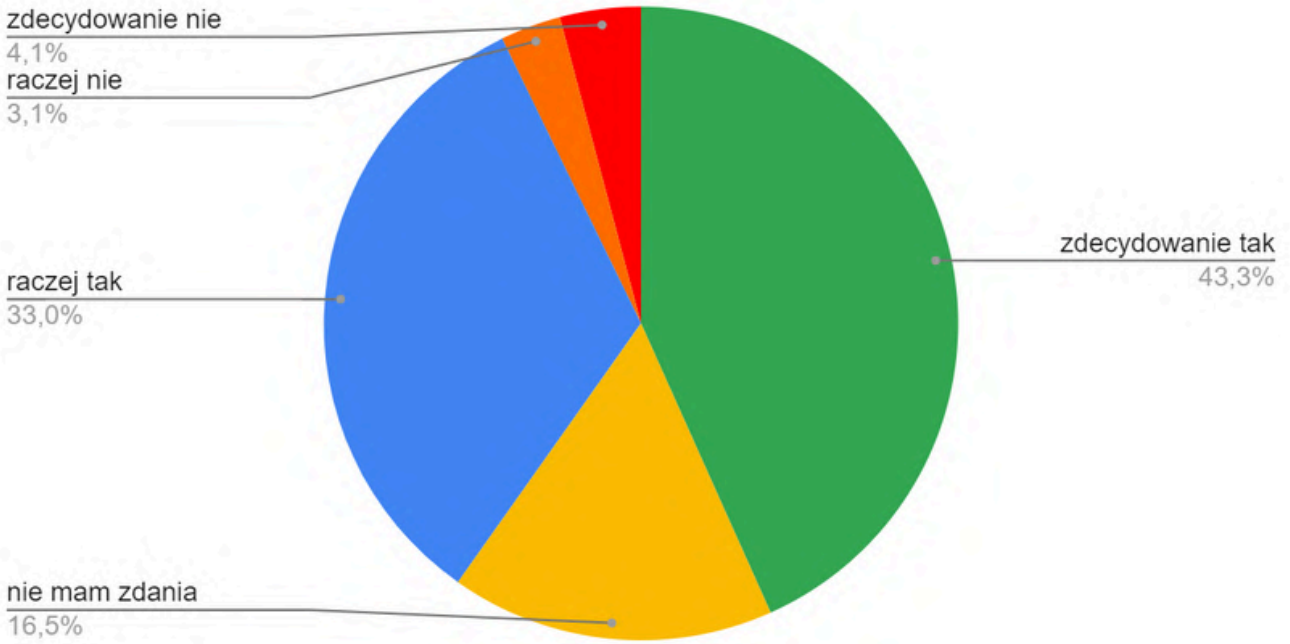
WYKRES 34



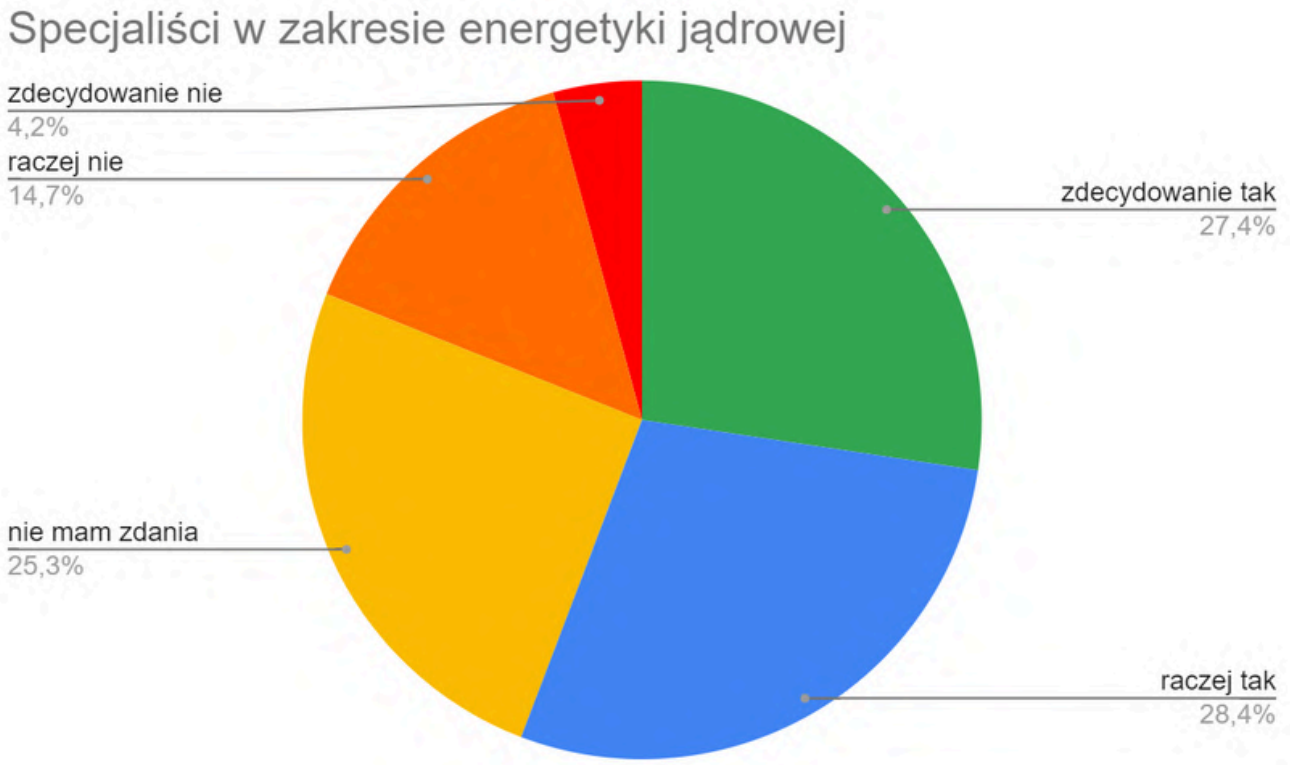
WYKRES 35



WYKRES 36

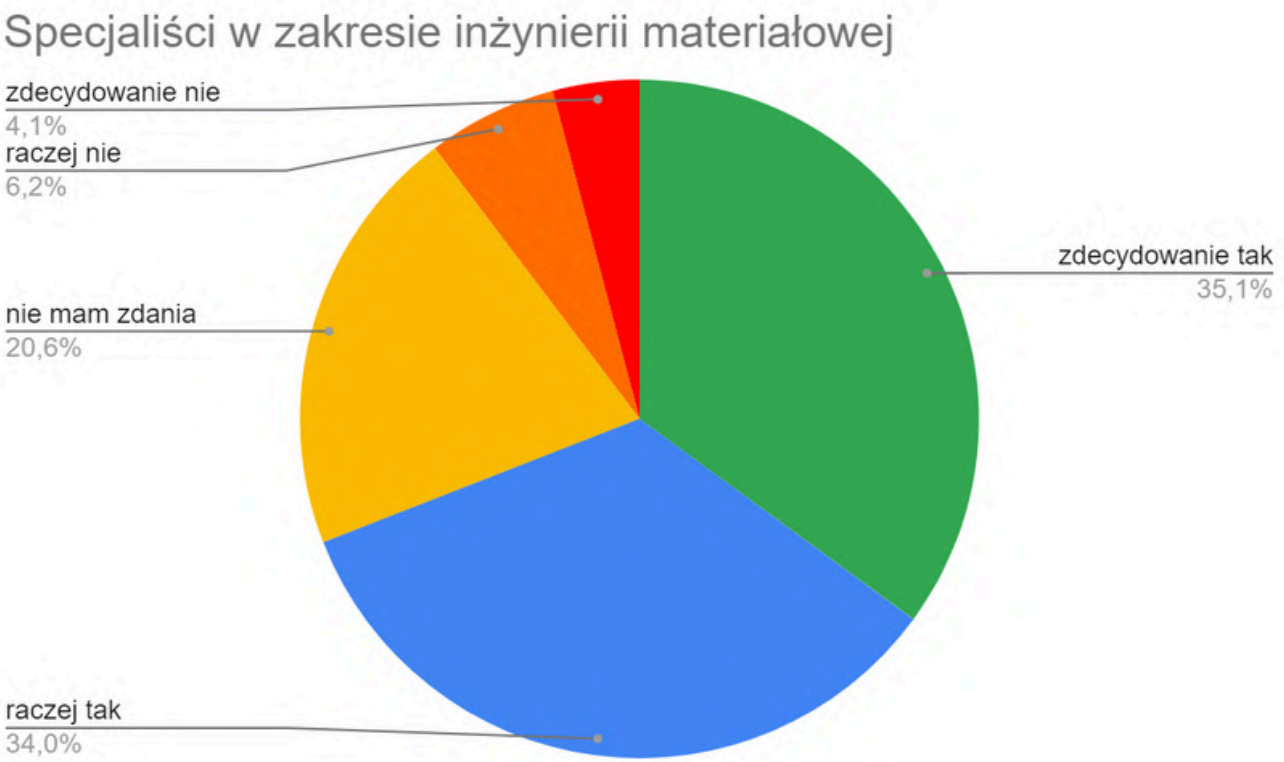


WYKRES 37



WYKRES 38

WYKRES 39



WYKRES 40

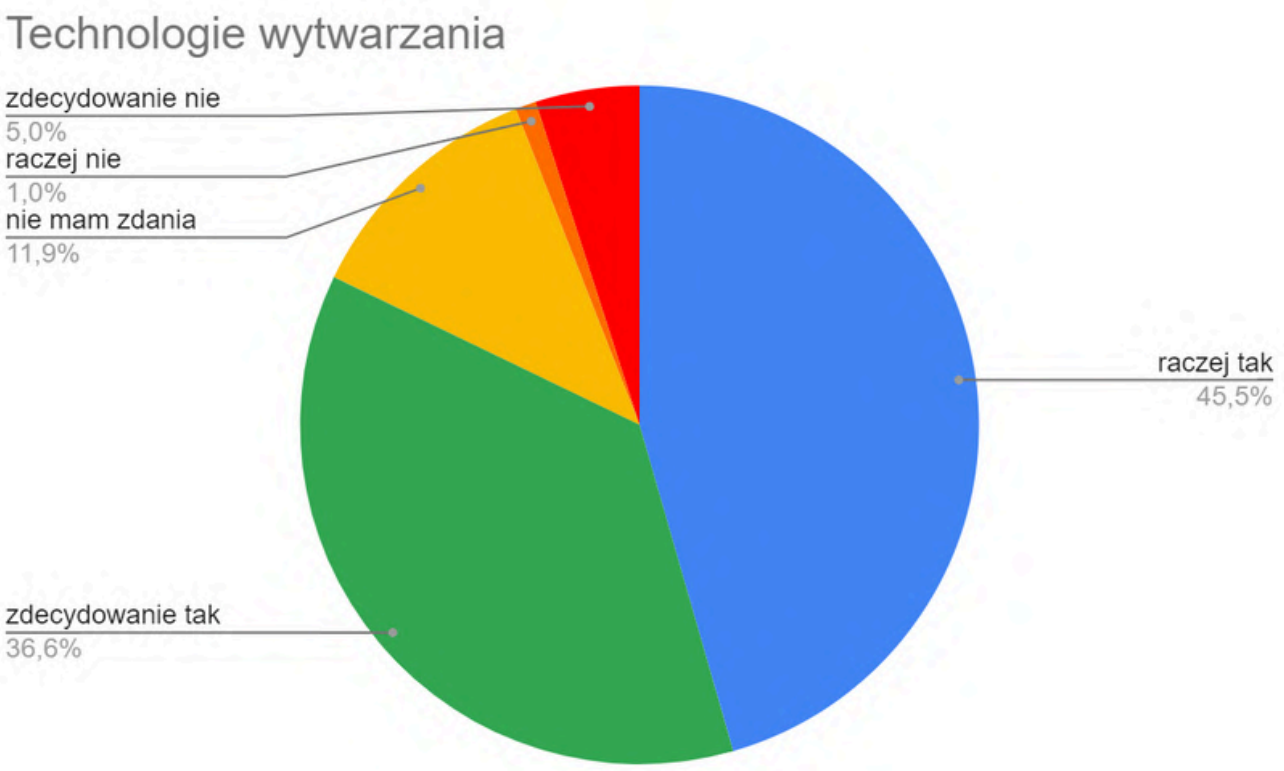
Najwięcej wskazań „zdecydowanie tak" uzyskał profil „inżynierowie chemicy, chemicy" (56,7%). Znaczną liczbę wskazań w tym obszarze uzyskały również profile „specjaliści w zakresie energetyki opartej na źródłach odnawialnych" (43,3%) oraz „specjaliści w zakresie nauki (w szczególności inżynierii) (44,1%). Interesujące zmiany zachodzą przy uwzględnieniu odpowiedzi „raczej tak". Otóż sumarycznie najwięcej wskazań „zdecydowanie tak" oraz „raczej tak" uzyskał również profil „inżynierowie chemicy, chemicy"(86,5%) jednakże na drugim miejscu znaleźli się „technicy i specjaliści w zakresie nauk fizycznych i inżynierii" (82,8%). Niewiele mniej wskazań uzyskali sumarycznie „specjaliści w zakresie nauk (w szczególności inżynierii) (82,3%). Intersującym jest również fakt, iż bardzo dużo wskazań „zdecydowanie tak" oraz „raczej tak" uzyskał profil „menadżerowie, urzędnicy wyższego szczebla, ustawodawcy" (77,8%). Badani w związku z tym oprócz naukowych i technicznych profili zawodowych dostrzegaj również duże znaczenie otoczenia prawnego i organizacyjnego z perspektywy rozwoju gospodarki wodorowej.

Z drugiej strony najwięcej sumarycznych wskazań „zdecydowanie nie" oraz „raczej nie" uzyskały profile „robotnicy, rzemieślnicy w zakresie branży metalowej, maszynowej i pokrewnej" (25,6%) „specjaliści ds. biznesu i administracji" (24%), „specjaliści ds. sprzedaży, marketingu i public relations" (22,1%) oraz „informatycy i programiści" (21,5%). Niniejsze wskazania respondentów mogą wynikać z tego, iż powyższe specjalności w wyniku postępujących zmian na rynku pracy związanych z coraz intensywniejszą automatyzacją poszczególnych procesów oraz upowszechnianiem wykorzystania sztucznej inteligencji, w opinii badanych mogą być zastąpione i nie będą tak istotne z perspektywy wdrożenia i rozwoju gospodarki wodorowej.

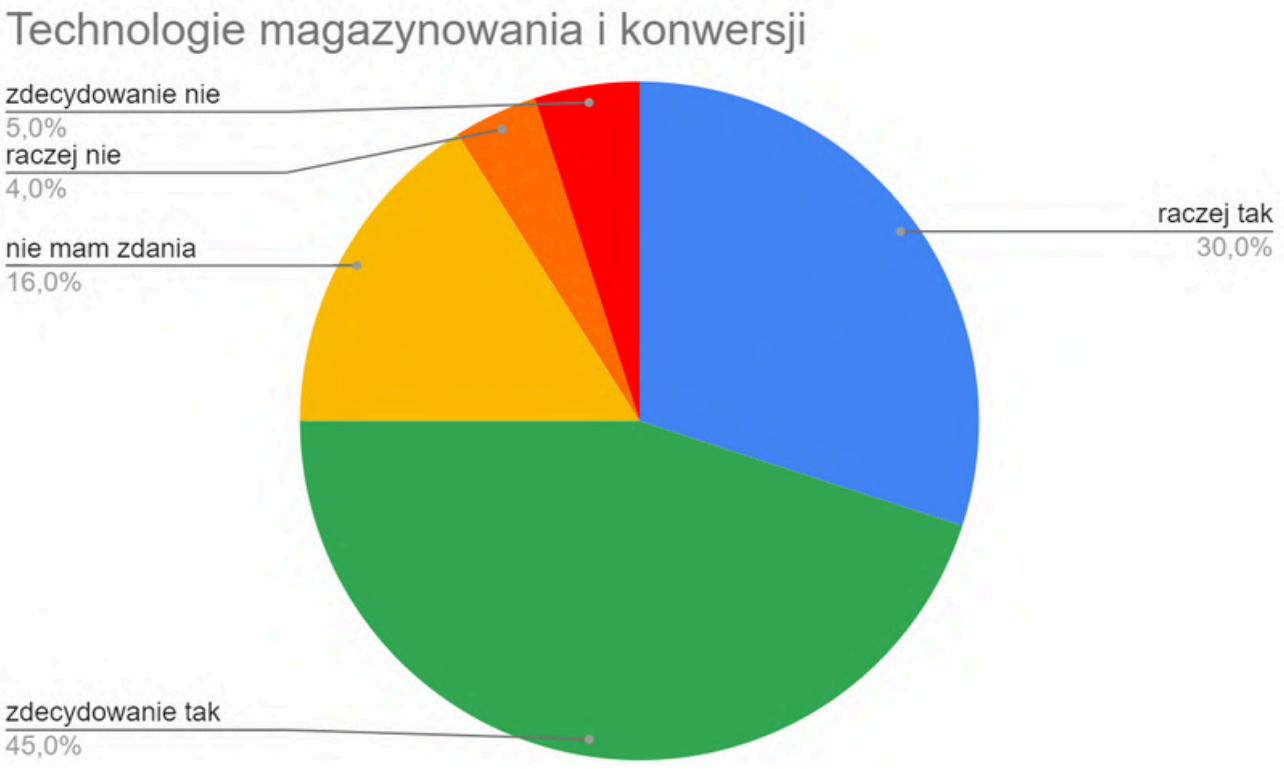
Znaczną ilość odpowiedzi „nie mam zdania" uzyskały profile „specjaliści ds. biznesu i administracji" (32,3%) „mechanicy i operatorzy maszyn" (26,3%) oraz „specjaliści ds. korozji" (25,5%) i specjaliści ds. energetyki jądrowej (25,3%). Wskazanie te mogły wynikać z braku wiedzy respondentów w zakresie roli jaką dane specjalności mogłyby by ogrywać w zakresie gospodarki wodorowej.

W pytaniu nr 17 respondenci mieli wskazać obszary, których rozwój ich zdaniem będzie kluczowy dla gospodarki wodorowej. Do oceny zaproponowano uczestnikom 14 obszarów, które mieli ocenić w pięciostopniowej skali od „zdecydowanie nie" po „raczej nie", „nie mam zdania", „raczej tak" do „zdecydowanie tak" (zob. wykresy od 41 do 54).

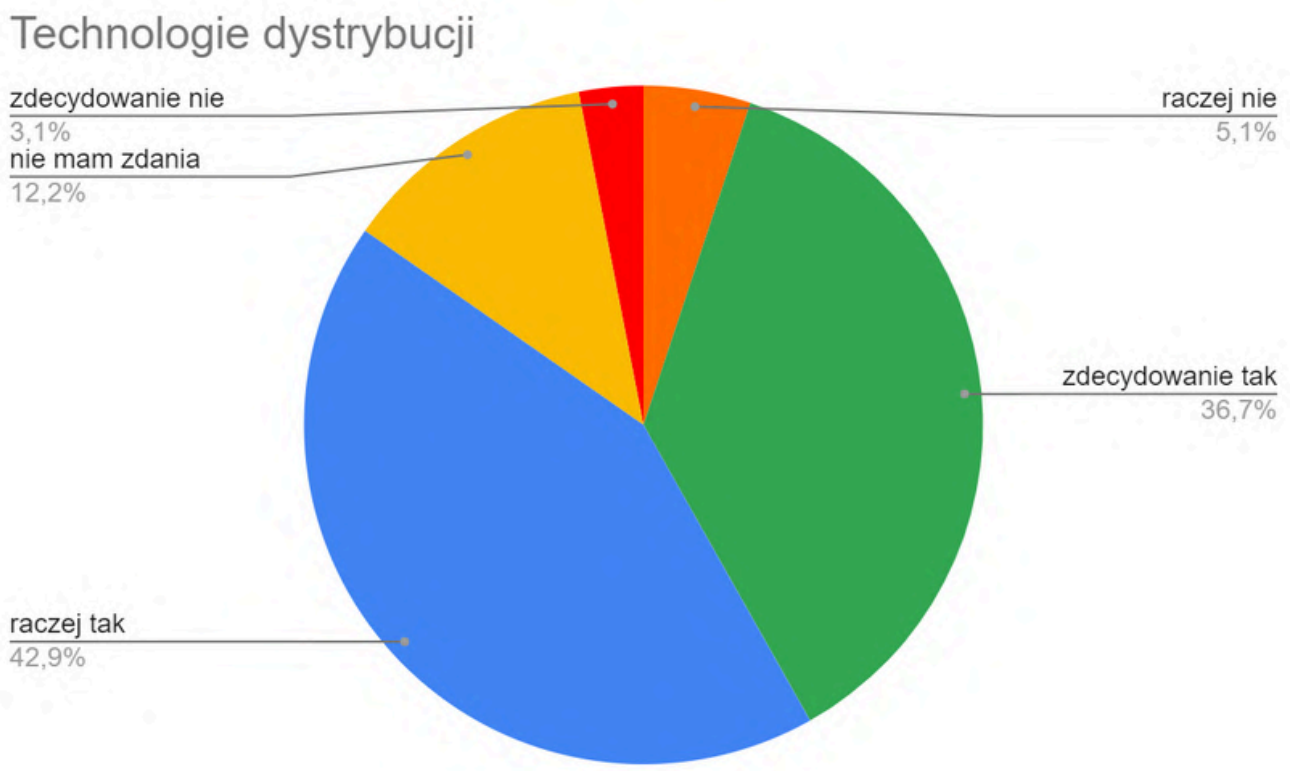
WYKRES 41



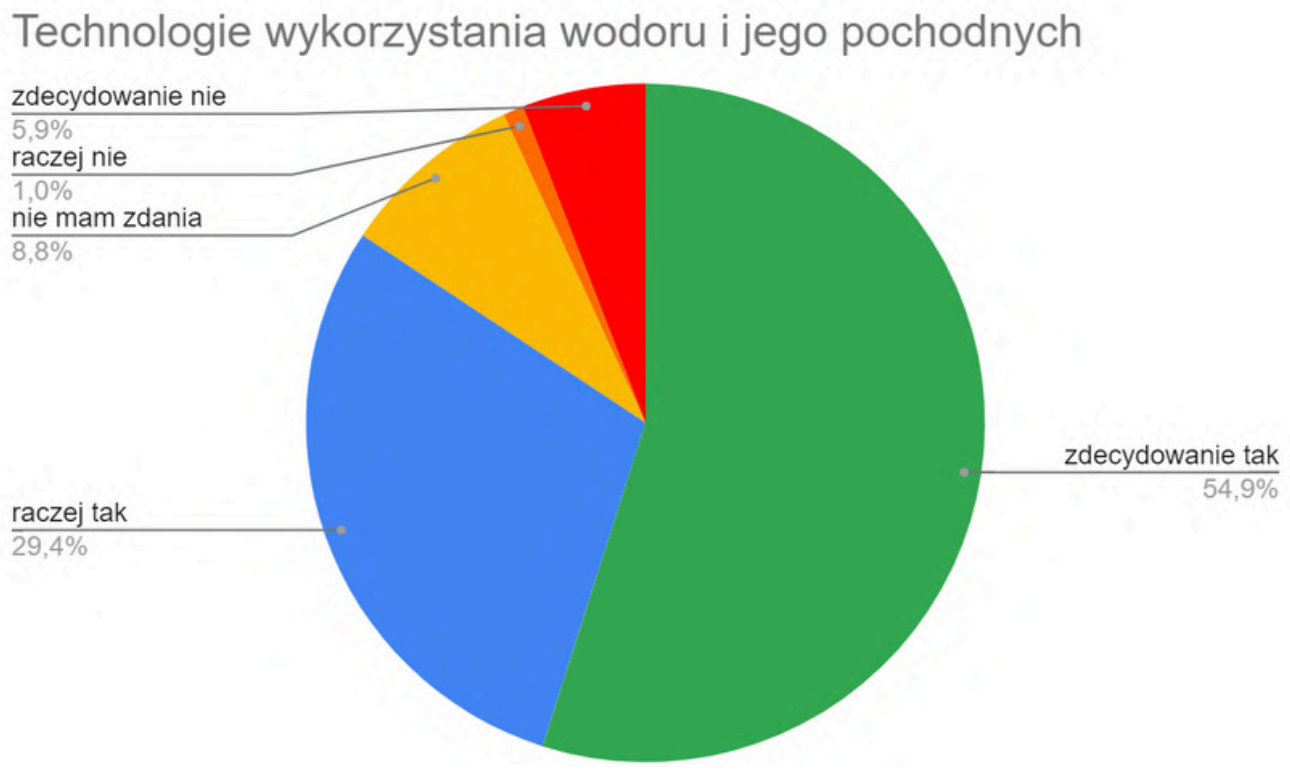
WYKRES 42



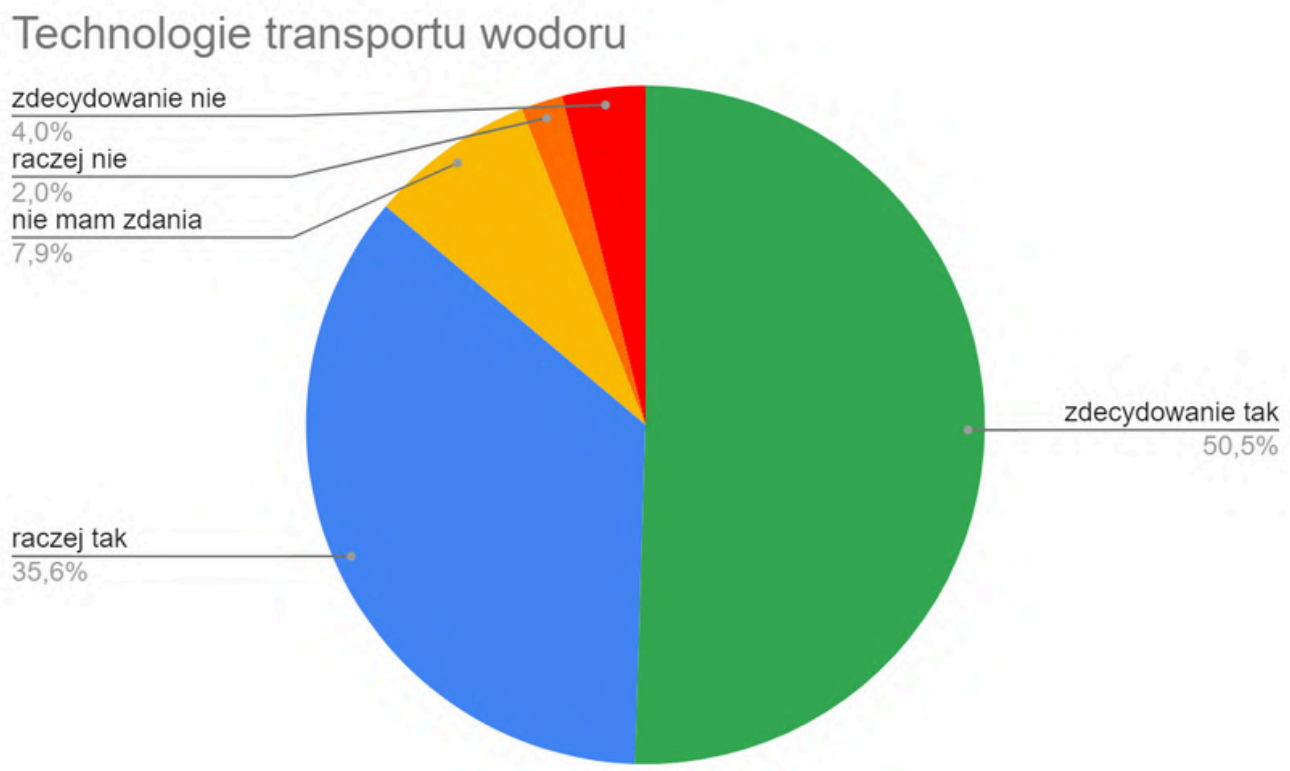
WYKRES 43



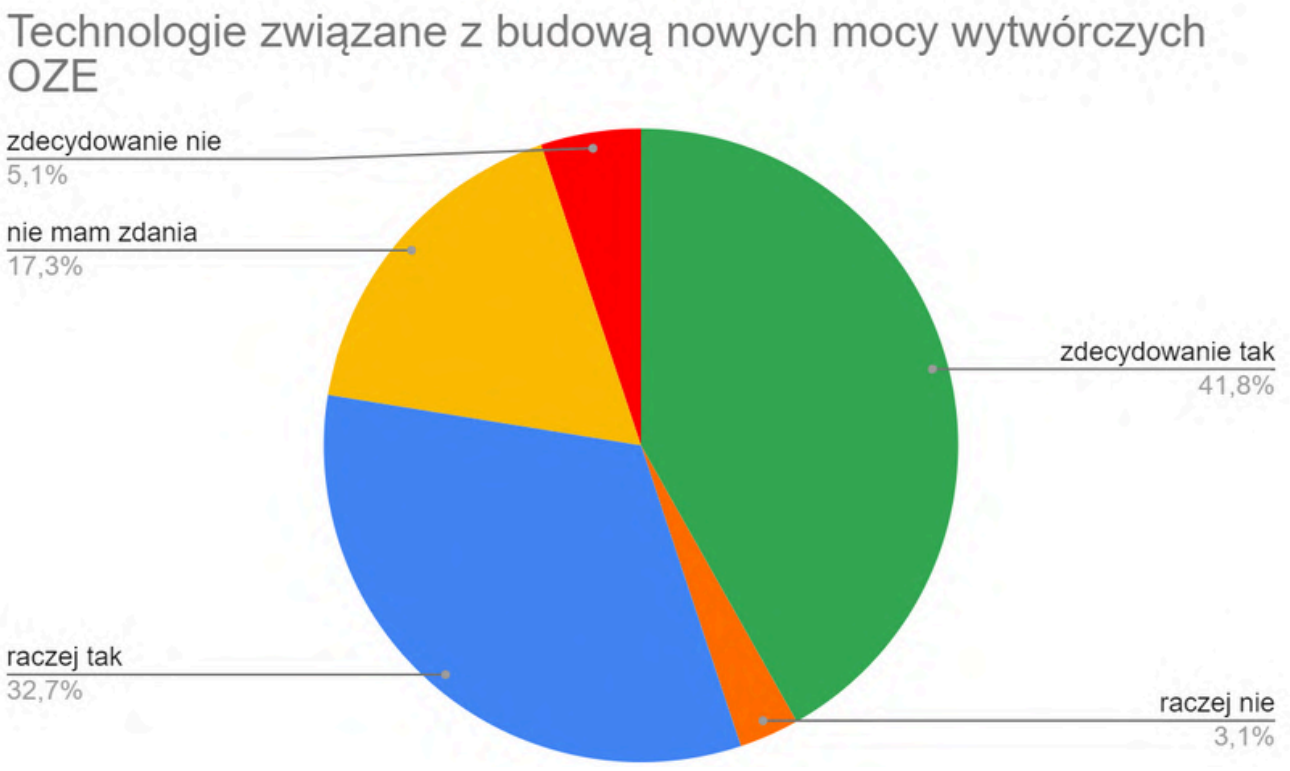
WYKRES 44



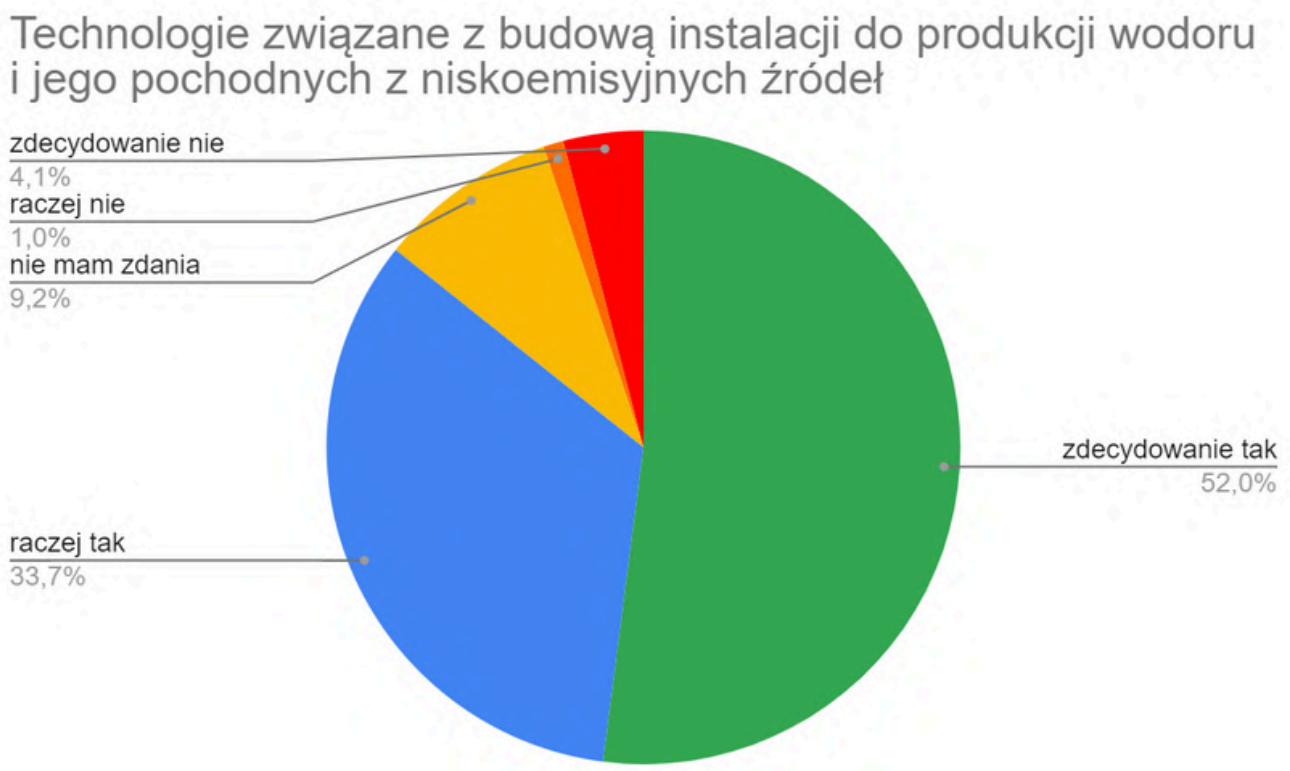
WYKRES 45



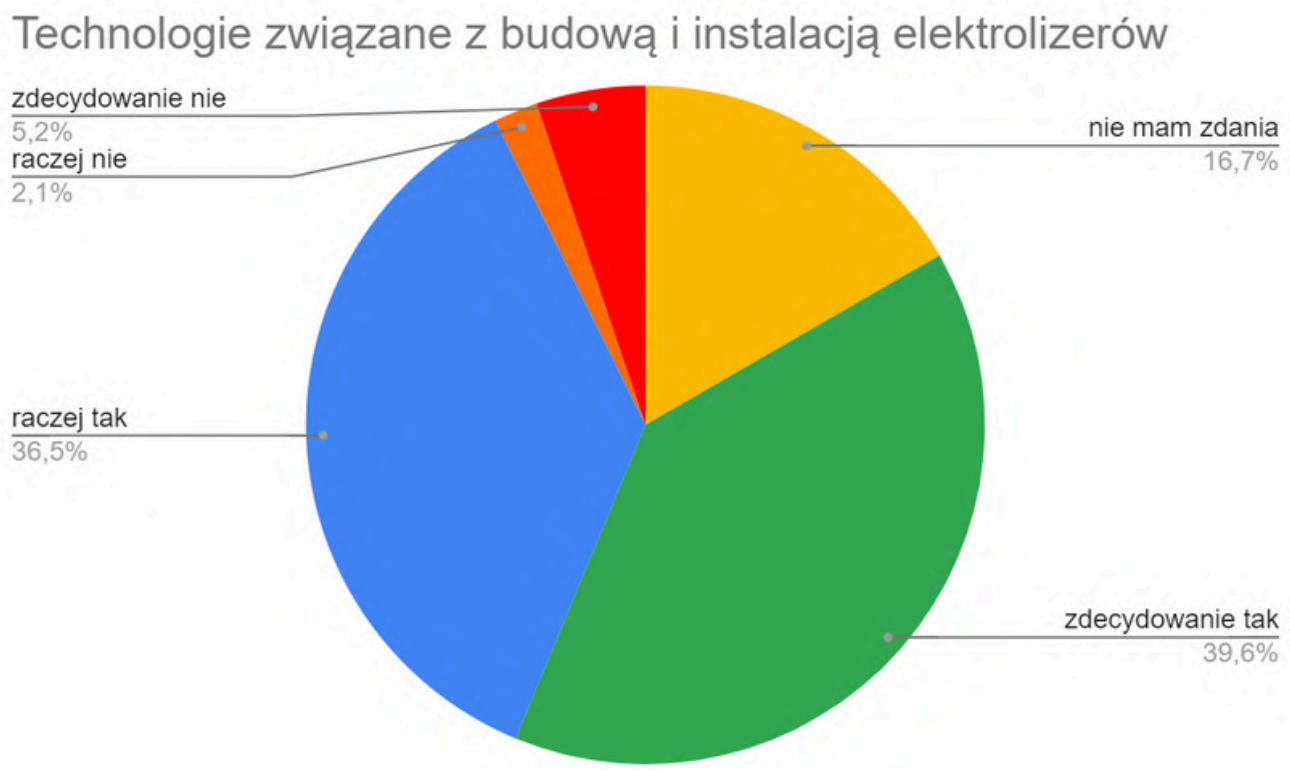
WYKRES 46



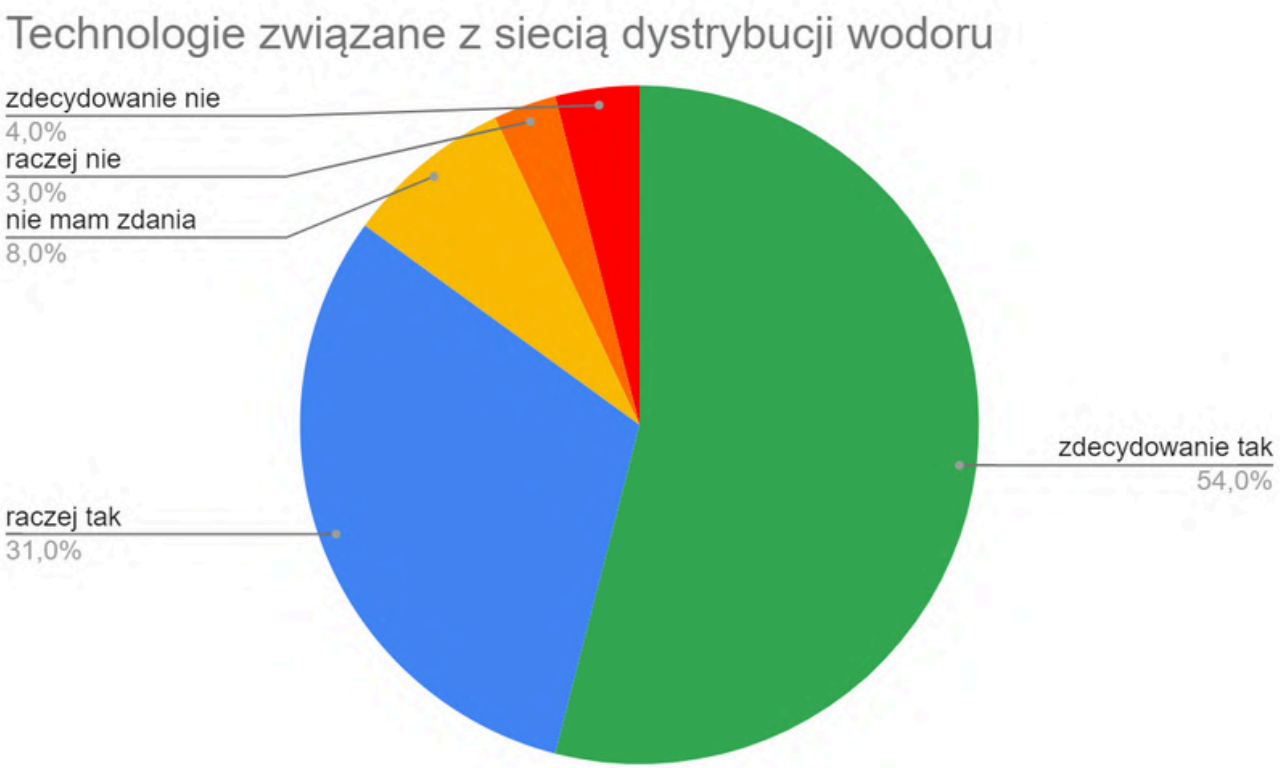
WYKRES 47



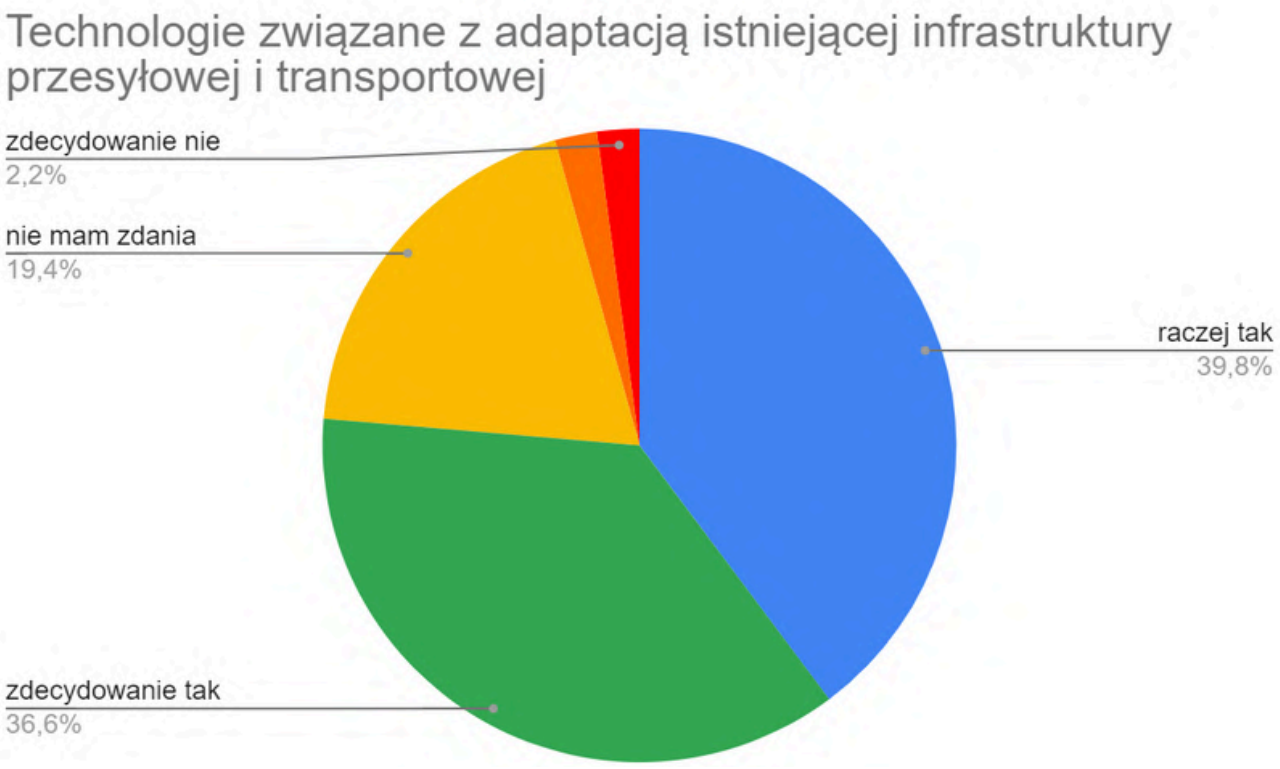
WYKRES 48



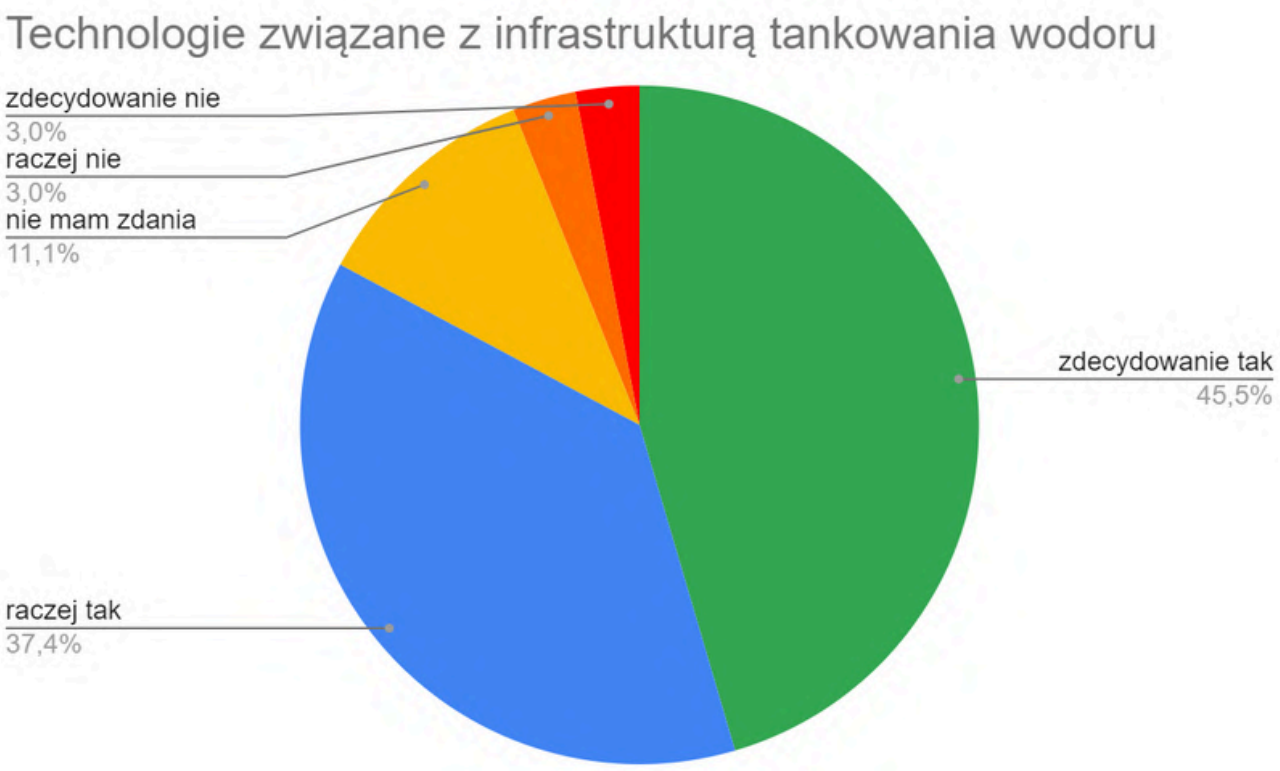
WYKRES 49



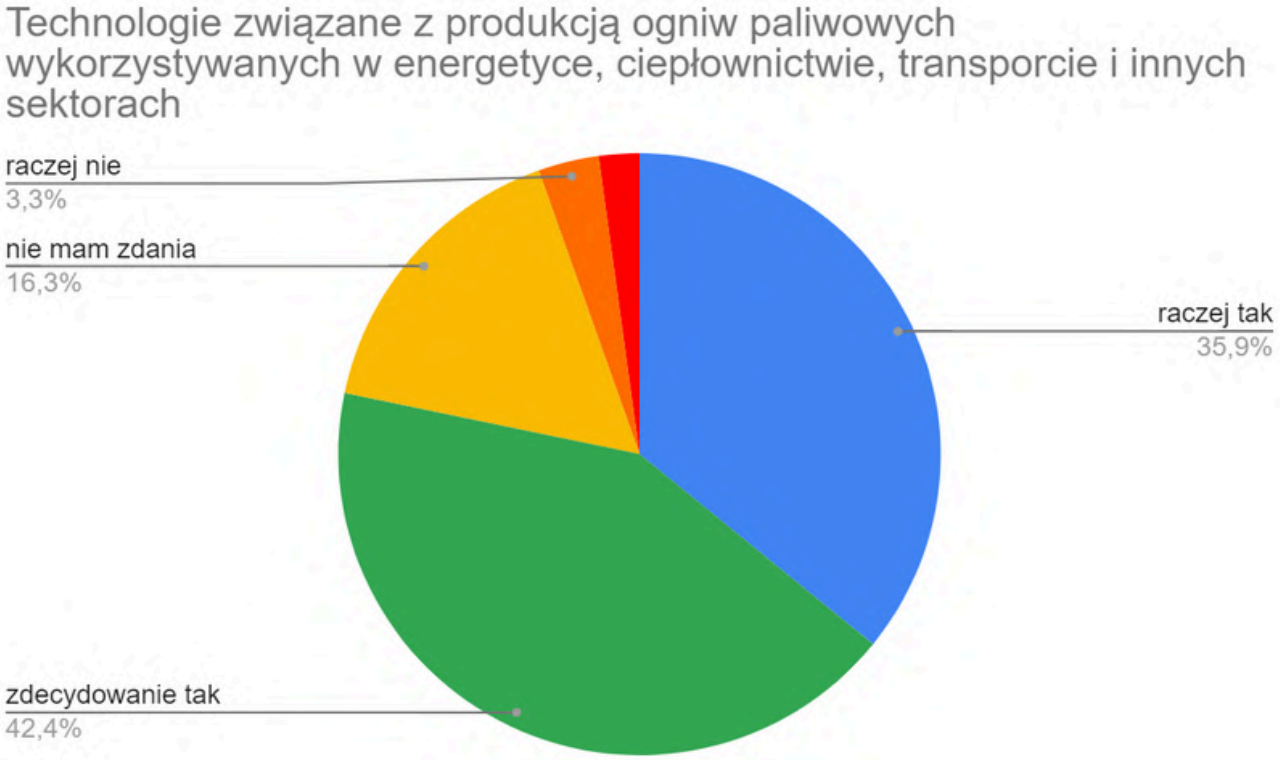
WYKRES 50



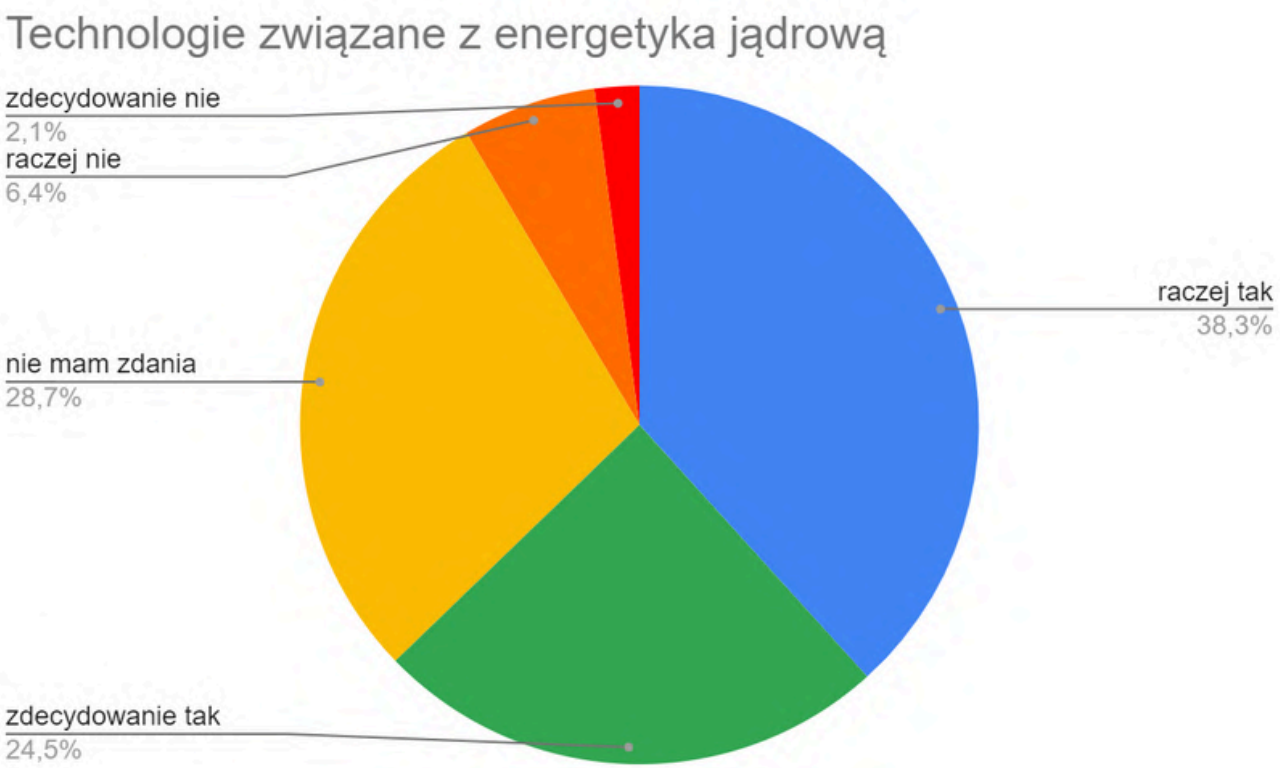
WYKRES 51



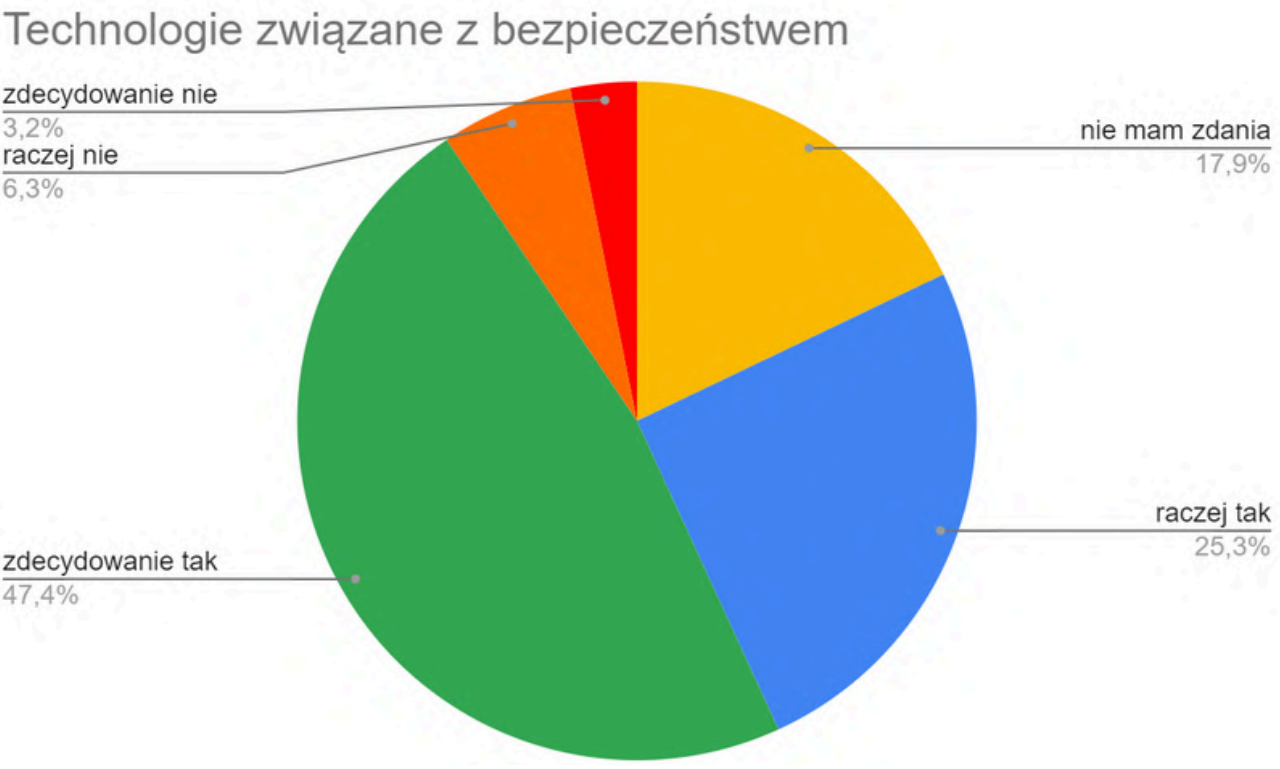
WYKRES 52



WYKRES 53



WYKRES 54



Najwięcej wskazań „zdecydowanie tak" uzyskały „technologie wykorzystania wodoru i jego pochodnych" (54,9%), „technologie związane z siecią dystrybucji wodoru" (54%), „technologie związane z budową instalacji do produkcji wodoru i jego pochodnych z niskoemisyjnych źródeł" (52%) oraz „technologie transportu wodoru" (50,5%).

Respondenci wskazywali więc na kluczowe znaczenie obszarów stricte związane z gospodarką wodorową. Powyższe wyniki równią się nieznacznie jeżeli zestawimy ze sobą razem dwie odpowiedzi tj. „zdecydowanie tak" oraz „raczej tak". W przypadku takiego sumarycznego zestawienia najwięcej wskazań uzyskał obszar „technologii transportu wodoru" (86,1%), a także „technologii związanych z budową instalacji do produkcji wodoru i jego pochodnych z niskoemisyjnych źródeł" (85,7%). Dużą liczbę odpowiedzi uzyskał również obszar technologii związanych z siecią dystrybucji wodoru" (85%) oraz „technologii wykorzystania wodoru i jego pochodnych" (84,3%).

Na drugim biegunie, najwięcej odpowiedzi razem wziętych „raczej nie" oraz „zdecydowanie nie" uzyskały obszary "technologii magazynowania i konwersji" (9%) oraz „technologii związanych z bezpieczeństwem" (8,5%). Jednakże, tak jak to prezentują powyższe wyniki, była to bardzo niewielka liczba wskazań w związku z czym można wysunąć wniosek, iż wszystkie zaproponowane w badaniu obszary są istotne, zdaniem respondentów, z perspektywy rozwoju gospodarki wodorowej.

Należy również wskazać, na dość znaczną ilość odpowiedzi „nie mam zdania" w przypadku obszarów „technologie związane z energetyka jądrową" (28,7%) oraz „technologie związane z adaptacją istniejącej infrastruktury przesyłowej i transportowej" (19,4%). Zdaje się to wskazywać na brak wiedzy respondentów w zakresie ewentualnych możliwości i znaczenia tych technologii w obszarze gospodarki wodorowej.

W pytaniu nr 18 badani mieli wyrazić swoją opinię w zakresie konieczności kształcenia specjalistycznego w kontekście gospodarki wodorowej. Zdecydowana większość respondentów odpowiedziała twierdząco na niniejsze pytanie (89%) (zob. wykres 55).

WYKRES 55

Czy widzisz konieczność kształcenia specjalistycznego w kontekście gospodarki wodorowej?
Nie mam pewności
8,3%
Nie
2,8%
Tak
89,0%

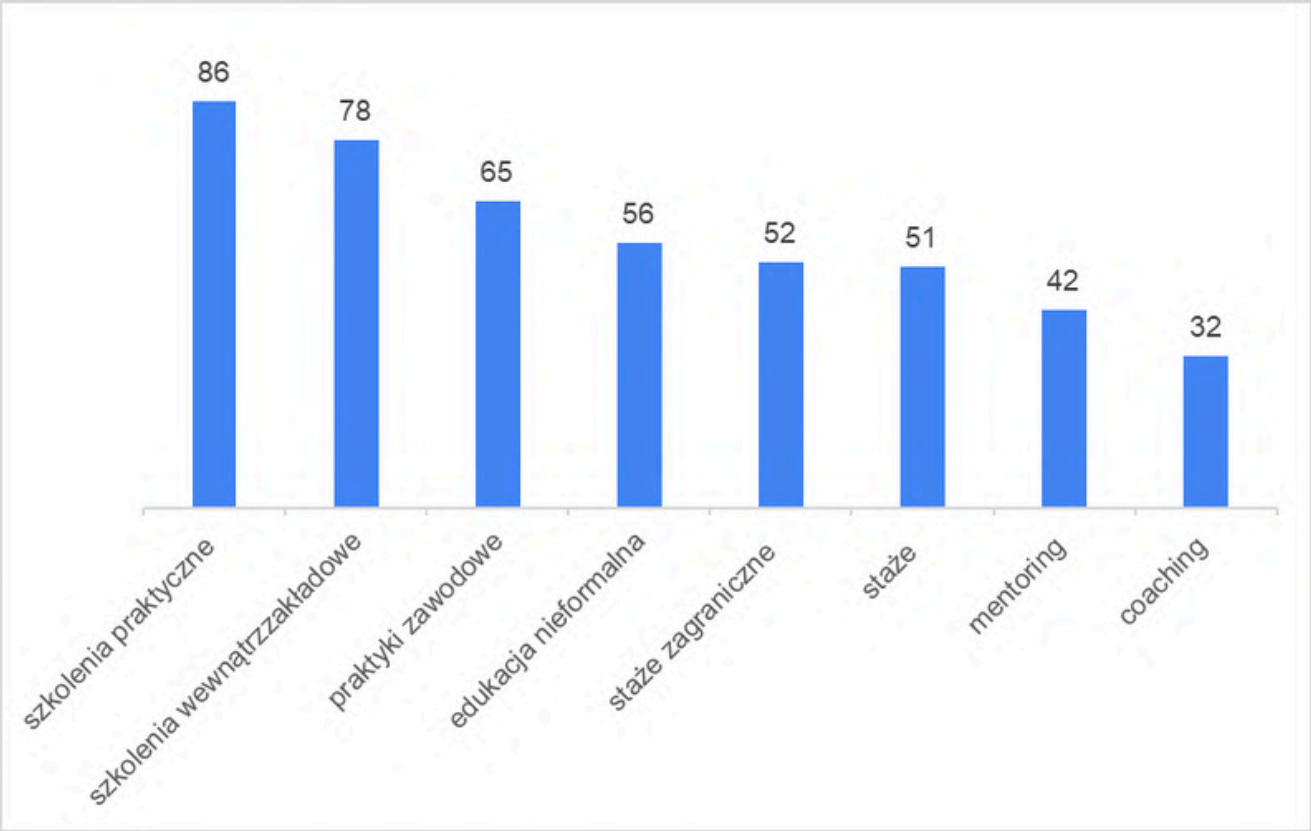
Również w zakresie kolejnego pytania dotyczącego wyrażanie opinii na temat tego czy dedykowany program szkoleń będzie korzystny dla obecnych i przyszłych pracowników sektora wodorowego, zdecydowana większość badanych odpowiedziała „Tak" (86,1%). Przy czym jedynie 10,2 % stwierdziło, że nie ma zdania, a 3,7% odpowiedziało negatywnie (zob. wykres 56).

WYKRES 56

W pytaniu nr 20 respondenci mieli wskazać jakie działania poza edukacją formalną trzeba podjąć, w celu przygotowania obecnych i przyszłych pracowników do pracy w gospodarce wodorowej.

Badani najczęściej wymieniali w tym kontekście szkolenia wewnątrzzakładowe jako najbardziej pożądane działania przygotowawcze do pracy w ramach gospodarki wodorowej. Kolejnym odpowiedziami pod względem liczby wskazań były praktyki oraz edukacji nieformalna. Najmniej odpowiedzi zebrały „coaching" oraz „mentoring".

WYKRES 57 Jakie działania poza edukacją formalną trzeba podjąć, w celu przygotowania obecnych i przyszłych pracowników do pracy w gospodarce wodorowej?



Pytanie 21 było pytaniem otwartym. Respondenci mieli wskazać przeszkody, które ich zdaniem stanową barierę w dostępie do nowych kwalifikacji potrzebnych w sektorze wodorowym. Udzielono łącznie 68 odpowiedzi z czego aż 25 wskazań respondentów dotyczyło braku wiedzy i świadomości wśród pracowników oraz pracodawców. Badani dostrzegają więc problemy oraz bariery w rozwoju nowych kwalifikacji już u podstaw, to jest w zakresie braku świadomości oraz wiedzy o sektorze wodorowym.

Kolejną najczęściej pojawiającą się odpowiedzią (15 wskazań) był brak wykwalikowanej kadry w tym obszarze co w gruncie rzeczy również odnosi się do wskazywanego przez respondentów ogólnego braku wiedzy i świadomości na temat gospodarki wodorowej. Respondenci wskazywali również, iż barierą do nabywania nowych kwalifikacji potrzebnych w sektorze wodorowym jest brak oferty szkoleniowej w tym zakresie (12 wskazań) a także niewystarczająca promocja technologii wodorowych (12 wskazań).

Poza powyższymi respondenci wskazywali na brak czasu oraz środków finansowych na rozwój nowych kwalifikacji. Respondenci zauważali również, że w związku z tym, iż jest to nowa dziedzina brakuje regulacji w tym zakresie w szczególności w obszarze krajowego prawodawstwa, co się łączy się z nie do końca sprecyzowanymi potrzebami oraz wymaganiami w stosunku do pracowników jak i pracodawców.

W kolejnym pytaniu respondenci mieli wskazać, czy uczestniczyli w szkoleniach lub kursach dotyczących technologii wodorowych w ciągu ostatniego roku. Zdecydowana większość badanych (91,7%) udzieliła odpowiedzi „Nie”

WYKRES 58

W pytaniu 23 badani poproszeni zostali o odpowiedź na pytanie czy posiadają certyfikaty lub kwalifikacje związane z technologią wodorową. W przypadku tego pytania również zdecydowana większość respondentów udzieliła odpowiedzi negatywnej (98,1%)

WYKRES 59

Natomiast w pytaniu 24 respondenci mieli wyrazić swoja opinię w zakresie ich otwartości na rozwijanie swoich umiejętności i wiedzy w obszarze technologii wodorowych. Ankietowani w znacznej większości udzielili odpowiedzi „Tak” (80,7%).

WYKRES 60

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badanie przede wszystkim wykazuje, iż najbardziej istotne zdaniem respondentów profile zawodowe dla gospodarki wodorowej to: „inżynierowie chemicy, chemicy”, „technicy i specjaliści w zakresie nauk fizycznych i inżynierii”, „specjaliści w zakresie nauk (w szczególności inżynierii)” oraz „menadżerowie, urzędnicy wyższego szczebla, ustawodawcy”.

Badani wskazali również obszary, których rozwój ich zdaniem będzie kluczowy dla gospodarki wodorowej. Są to: „technologie transportu wodoru”, „technologie związane z budową instalacji do produkcji wodoru i jego pochodnych z niskoemisyjnych źródeł”, „technologie związane z siecią dystrybucji wodoru” oraz „technologie wykorzystania wodoru i jego pochodnych”.

Badani w większości zdeklarowali brak wiedzy i doradzenia w obszarze technologii wodorowych jednakże większość z nich uważa, że gospodarka wodorowa będzie miała znaczący wpływ na rynek pracy.

Zdecydowana większość badanych dostrzega konieczność kształcenia specjalistycznego w kontekście gospodarki wodorowej, a także uważa, że dedykowany program szkoleń będzie korzystny dla obecnych i przyszłych pracowników sektora wodorowego. Poza edukacją formalną, celem przygotowania obecnych i przyszłych pracowników do pracy w gospodarce wodorowej, zdaniem badanych niezbędne są przede wszystkim szkolenia wewnątrzzakładowe, a także praktyki oraz edukacja nieformalna.

Poza tym respondenci dostrzegają problemy oraz bariery w rozwoju nowych kwalifikacji przede wszystkim już u podstaw, to jest w zakresie braku świadomości oraz wiedzy o sektorze wodorowym zarówno wśród pracowników jak i pracodawców.
Istotnym jest poza tym, że zdecydowana większość ankietowanych jest otwarta na rozwijanie swoich umiejętności i wiedzy w obszarze technologii wodorowych.

RAPORT Z BADAŃ 2

ZAKRES I CELE

Przejście na zrównoważoną gospodarkę wodorową nabiera tempa na całym świecie, a jego przyczyną jest pilna potrzeba zajęcia się zmianami klimatycznymi i osiągnięcia bezpieczeństwa energetycznego. Ponieważ ta wschodząca branża stale ewoluuje, konieczne jest zrozumienie zmieniających się wymagań dotyczących siły roboczej i umiejętności niezbędnych do wspierania jej rozwoju.

Wyniki niniejszego badania mają na celu rzucić światło na krajobraz dotyczący kompetencji zawodowych w sektorze wodorowym, zidentyfikować nowe zawody i określić kompetencje niezbędne do pełnienia tych ról.

Niniejsze badanie stanowi kluczowy element szerszego projektu pt. „Identyfikacja nowych zawodów, które pojawią się w gospodarce wodorowej" (nr projektu: 2023-1-PL01-KA220-VET-000159821). Projektem kieruje konsorcjum składające się z Europejskiej Sieci Regionów Chemicznych (ECRN), Zachodniopomorskiego Klastra Chemicznego „Zielona Chemia", Fundacji Edukacji, Rozwoju i Innowacji (FERI), EDU SMART Centrum Szkoleniowego DIALOG of Transformation Ltd.

Celem Pakietu Roboczego 2, którego częścią jest niniejsze badanie, jest mapowanie zawodów związanych z gospodarką wodorową oraz nakreślenie trendu, na które zawody będzie zapotrzebowanie w związku z rozwojem sektora wodorowego i transformacją energetyczną w krajach europejskich . Wyniki pomogą w identyfikacji profili zawodowych, potrzeb w zakresie umiejętności i potencjalnych luk na rynku pracy.

Ponadto wyniki tych prac ułatwią opracowanie ram kompetencji dla zawodów wodorowych oraz przygotowanie dostosowanych programów szkoleniowych mających na celu zwiększenie wiedzy i potencjału siły roboczej tworzącej łańcuch wartości gospodarki wodorowej.

Aby osiągnąć te cele, przeprowadzono kompleksowe badanie ilościowe skierowane do specjalistów i zainteresowanych stron z sektora wodorowego w różnych krajach europejskich. Celem ankiety było zebranie informacji na temat obecnego stanu umiejętności i wiedzy, postrzegania wpływu branży na rynek pracy oraz postrzeganej potrzeby specjalistycznych szkoleń i inicjatyw w zakresie rozwoju umiejętności.

RAPORT Z BADAŃ 2

METODOLOGIA BADANIA

Wykorzystanie ankiety online umieszczonej w Dokumentach Google zostało wybrane z kilku powodów:

- Dostępność i zasięg: Ankiety online pozwalają badaczom łatwo dotrzeć do rozproszonych geograficznie odbiorców, przekraczając granice fizyczne. Było to szczególnie przydatne w tym badaniu, które miało na celu zebranie danych od profesjonalistów i interesariuszy z różnych krajów europejskich.
- Opłacalność: W porównaniu z tradycyjnymi ankietami papierowymi lub osobistymi, ankiety online są generalnie bardziej opłacalne, ponieważ eliminują koszty drukowania, dystrybucji i podróży.
- Wygoda dla respondentów: Ankiety online oferują respondentom możliwość wypełnienia ankiety w dogodnym dla nich czasie, potencjalnie zwiększając odsetek odpowiedzi i zmniejszając błąd braku odpowiedzi.
- Gromadzenie danych i zarządzanie nimi: Dokumenty Google usprawniają proces gromadzenia danych poprzez automatyczne przechwytywanie i kompilowanie odpowiedzi w scentralizowanej bazie danych, eliminując potrzebę ręcznego wprowadzania danych i zmniejszając potencjalne błędy.

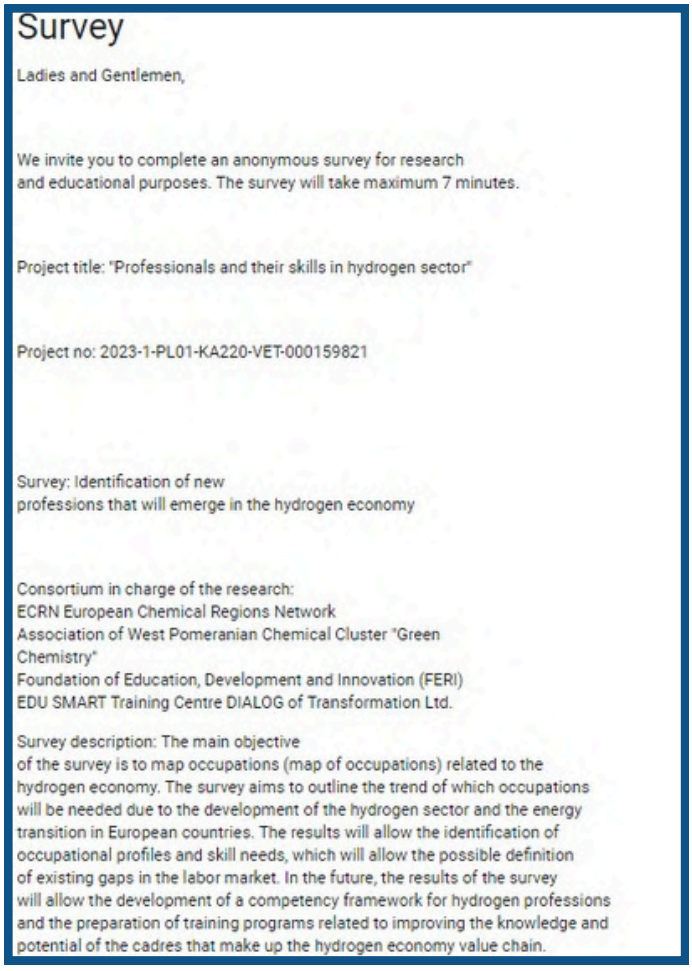
Główne szczegóły ankiety online:

- Badanie ilościowe: Ankieta ilościowa została przeprowadzona wśród mikro, małych i średnich przedsiębiorstw działających w sektorze wodorowym lub powiązanych sektorach w krajach Unii Europejskiej. Zebrano 77 odpowiedzi od respondentów.
- Metoda ankiety: Ankietę przeprowadzono przy użyciu wywiadu internetowego wspomaganego komputerowo (CAWI), który jest powszechną techniką w ankietach internetowych, w której respondenci samodzielnie wypełniają kwestionariusz za pośrednictwem platformy internetowej, w tym przypadku Formularzy Google.
- Źródło weryfikacji: Zaszyfrowane wyniki ankiety internetowej zestawiono w arkuszu Excel, który służył jako źródło weryfikacji danych z ankiety.

Wykorzystując Docs Google do ankiety online, zespół badawczy był w stanie skutecznie gromadzić dane od dużej liczby respondentów z wielu lokalizacji geograficznych i zarządzać nimi. Zautomatyzowane funkcje gromadzenia i organizacji danych w formularzu prawdopodobnie ułatwiły procesy analizy i raportowania, umożliwiając naukowcom skuteczne uchwycenie i zaprezentowanie perspektyw i spostrzeżeń specjalistów z sektora wodorowego.

RAPORT Z BADAŃ 2

METODOLOGIA BADANIA



Survey

Ladies and Gentlemen,

We invite you to complete an anonymous survey for research and educational purposes. The survey will take maximum 7 minutes.

Project title: "Professionals and their skills in hydrogen sector"

Project no: 2023-1-PL01-KA220-VET-000159821

Survey: Identification of new professions that will emerge in the hydrogen economy

Consortium in charge of the research:
ECRN European Chemical Regions Network
Association of West Pomeranian Chemical Cluster "Green Chemistry"
Foundation of Education, Development and Innovation (FERI)
EDU SMART Training Centre DIALOG of Transformation Ltd.

Survey description: The main objective of the survey is to map occupations (map of occupations) related to the hydrogen economy. The survey aims to outline the trend of which occupations will be needed due to the development of the hydrogen sector and the energy transition in European countries. The results will allow the identification of occupational profiles and skill needs, which will allow the possible definition of existing gaps in the labor market. In the future, the results of the survey will allow the development of a competency framework for hydrogen professions and the preparation of training programs related to improving the knowledge and potential of the cadres that make up the hydrogen economy value chain.

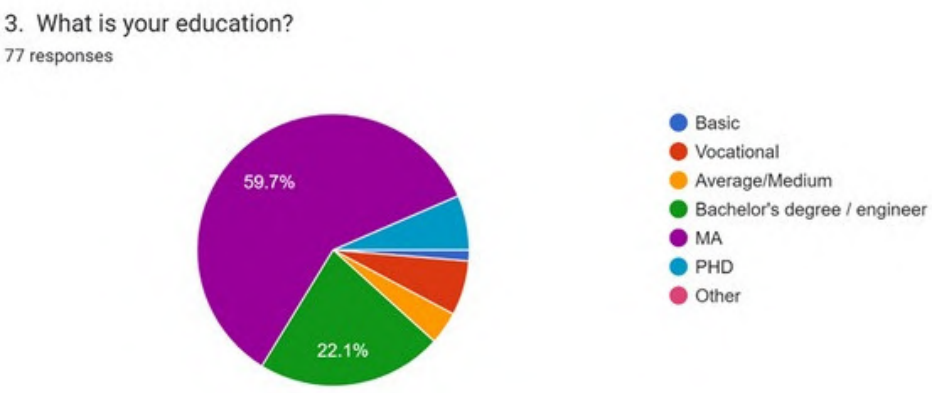
WYNIKI ANKIETY

Dzięki ankiecie udało się zebrać odpowiedzi od 77 ankietowanych, dostarczając cennych spostrzeżeń na temat różnych aspektów sektora wodorowego. Podział demograficzny ujawnia, że 57,3% respondentów to mężczyźni, podczas gdy 42,7% to kobiety. Jeśli chodzi o rozkład wieku, większość uczestników mieściła się w grupach wiekowych 35-44 lata (35,1%) i 25-34 lata (36,4%), co wskazuje na znaczną reprezentację młodszych i średniozaawansowanych profesjonalistów.

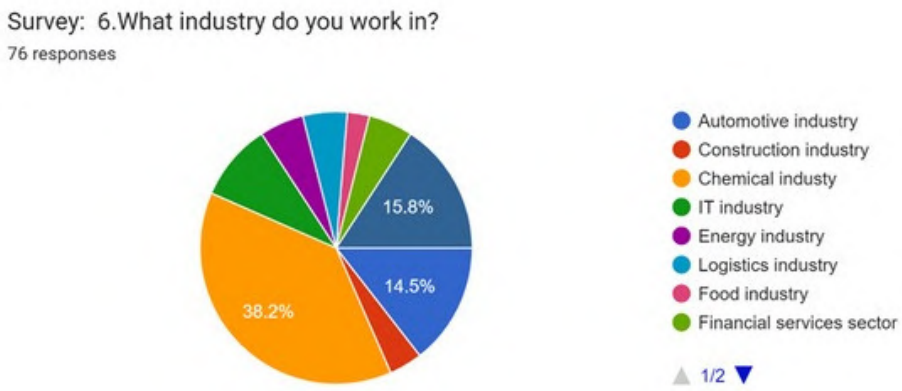
Jeśli chodzi o kwalifikacje edukacyjne, znaczna część (59,7%) respondentów posiadała wykształcenie na poziomie magistra, a następnie 22,1% licencjatu. Ankieta wykazała zróżnicowaną reprezentację geograficzną, przy czym uczestnicy pochodzili z miast o populacji powyżej 500 000 (44%), miast o populacji od 100 000 do 500 000 (37,3%) i mniejszych obszarów metropolitalnych. Co godne uwagi, zdecydowana większość (92,2%) respondentów określiła się jako osoby aktywne zawodowo.

RAPORT Z BADAŃ 2

WYNIKI ANKIETY



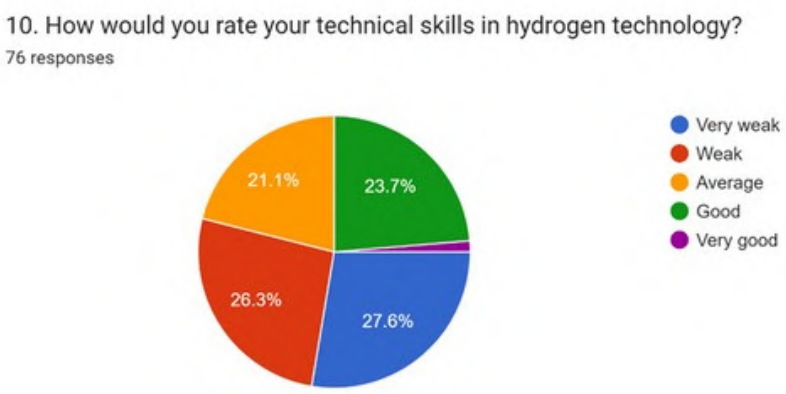
Badanie zgłębiło zawodowe zaplecze respondentów, ujawniając, że znaczna część (38,2%) miała doświadczenie zawodowe w przemyśle chemicznym, następnie w przemyśle motoryzacyjnym (14,5%) i w branży IT (9,2%). Ponadto 31,8% uczestników miało doświadczenie zawodowe w przemyśle energetycznym, a 48,1% miało doświadczenie w przemyśle chemicznym.



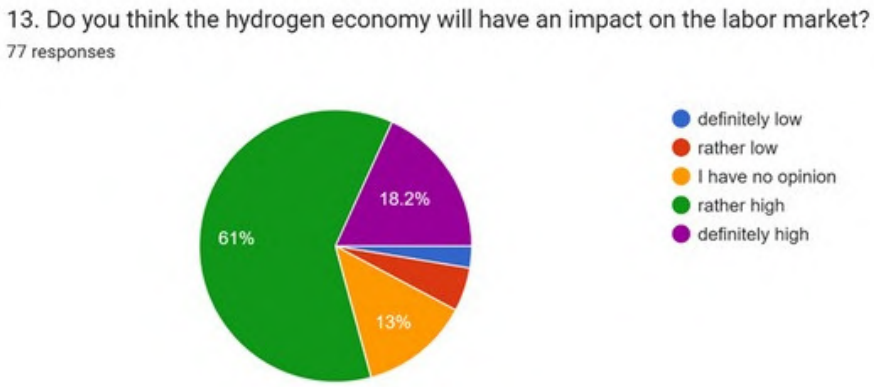
Jeśli chodzi o technologię wodorową, aż 31,2% respondentów stwierdziło, że ma doświadczenie w pracy z systemami wodorowymi. Jednak samoocena umiejętności technicznych w zakresie technologii wodorowej była zróżnicowana: 27,6% uznało swoje umiejętności za bardzo słabe, 26,3% za słabe, 21,1% za przeciętne, a 23,7% za dobre. Podobnie wiedza respondentów na temat obecnych trendów i innowacji w sektorze wodorowym wahała się od bardzo słabej (18,2%) do dobrej (28,6%), przy czym większość (33,8%) oceniła swoją wiedzę jako przeciętną.

RAPORT Z BADAŃ 2

WYNIKI ANKIETY



Wyniki ankiety wskazały na ogólny konsensus wśród uczestników co do potencjalnego wpływu gospodarki wodorowej na rynek pracy, przy czym 61% wyraziło raczej wysoki wpływ. Jednocześnie, gdy zapytano ich o wiedzę na temat przepisów i regulacji dotyczących sektora wodorowego, odpowiedzi były bardziej zróżnicowane, przy czym 18,7% oceniło swoją wiedzę jako bardzo słabą, 22,7% jako słabą, 34,7% jako średnią, a 24% jako dobrą lub bardzo dobrą.



Jeśli chodzi o umiejętność identyfikowania i rozwiązywania problemów związanych z technologią wodorową, respondenci wykazali się zróżnicowaną samoocenioną swoich zdolności, przy czym 32% oceniło swoje zdolności jako bardzo słabe, 28% jako słabe, 18,7% jako przeciętne, a 21,3% jako dobre.

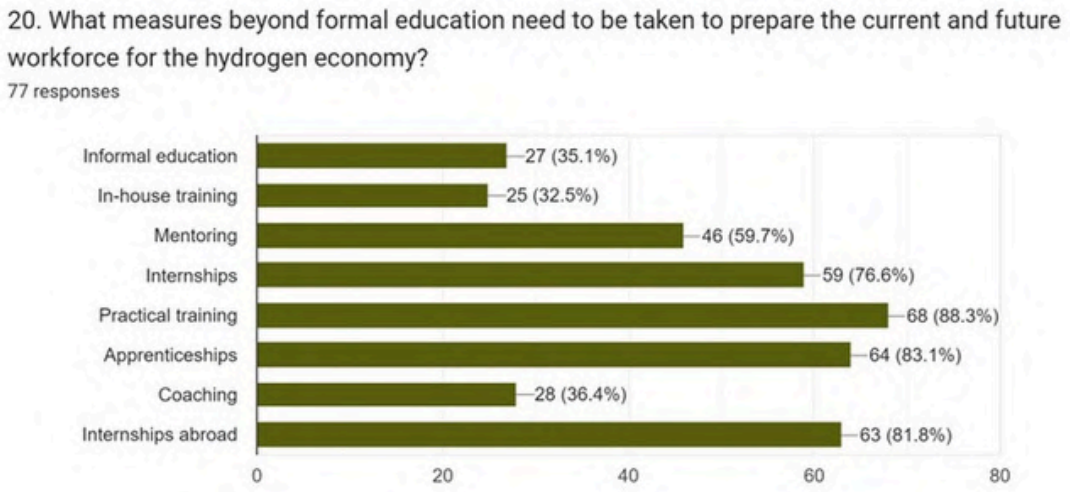
RAPORT Z BADAŃ 2

WYNIKI ANKIETY

W badaniu zbadano również perspektywy uczestników dotyczące profili zawodowych istotnych dla gospodarki wodorowej. Odpowiedzi wskazywały silny nacisk na stanowiska specjalistów w dziedzinie nauk ścisłych, a następnie inżynierów chemików, elektryków i mechaników.

Na pytanie o kluczowe obszary rozwoju gospodarki wodorowej respondenci wskazali rozwój technologii jako najważniejszy aspekt, a następnie transport, dystrybucję i magazynowanie wodoru.

Zdecydowana większość (85,7%) uczestników uznała potrzebę specjalistycznego szkolenia w kontekście gospodarki wodorowej, a 81,8% uważało, że dedykowany program szkoleniowy byłby korzystny dla obecnych i przyszłych pracowników w sektorze wodorowym. W badaniu wskazano różne środki wykraczające poza formalną edukację, które można podjąć, aby przygotować obecną i przyszłą kadrę do gospodarki wodorowej, w tym szkolenia praktyczne (88,3%), staże (83,1%), praktyki zawodowe (76,6%), mentoring (59,7%), szkolenia wewnętrzne (32,5%) i coaching (36,4%).



RAPORT Z BANAŃ 2

WYNIKI ANKIETY

Respondenci zidentyfikowali również kilka przeszkód, które mogą utrudniać dostęp do nowych umiejętności potrzebnych w sektorze wodorowym, takich jak brak osób o globalnej wizji, konserwatywne myślenie o uczeniu się przez całe życie, potrzeba podstawowej wiedzy na temat technologii wodorowej oraz problemy związane z efektem skali i świadomością możliwości.

Co ciekawe, badanie wykazało, że tylko 14,3% uczestników uczestniczyło w szkoleniach lub kursach dotyczących technologii wodorowej w ciągu ostatniego roku, a taki sam odsetek posiadał certyfikaty lub kwalifikacje związane z technologią wodorową. Jednak znaczna część (59,7%) wyraziła otwartość na rozwijanie swoich umiejętności i wiedzy w obszarze technologii wodorowej.

Podsumowując, badanie dostarczyło cennych informacji na temat obecnego stanu umiejętności i wiedzy w sektorze wodorowym, a także postrzeganych potrzeb i wyzwań związanych z rozwojem gospodarki wodorowej. Wyniki posłużą do opracowania ram kompetencji i programów szkoleniowych dostosowanych do pojawiających się wymagań siły roboczej w tej szybko rozwijającej się dziedzinie.

DOBRE PRAKTYKI I PRZYKŁADY DZIAŁAŃ W SEKTORZE WODOROWYM

01 Doliny wodorowe

02 Rozwój sektora wodorowego w Szwecji

03 Sektor wodorowy - zasady bezpieczeństwa

04 „Zawodowy certyfikat kompetencji w zakresie energii wodorowej" w Engineering Institute of Technology w Australii.

05 Zawody we francuskiej gospodarce wodorowej

06 Akademia wodorowa

07 GAZ-SYSTEM S.A.

08 Grupa Kapitałowa ZE PAK SA

09 H2idea

10 CASE STUDY I hiPower Energy

Dofinansowane przez Unię Europejską

DOBRE PRAKTYKI I PRZYKŁADY DZIAŁAŃ W SEKTORZE WODOROWYM

11 Szkolenie w zakresie przesyłu wodorowego prowadzone przez DNV, Groningen, Holandia.

12 Międzyuczelniane studia magisterskie w zakresie technologii wodorowych, Katalonia, Hiszpania

13 Wodór: kluczowy element układanki w transformacji energetycznej UGain, Flandria, Belgia

14 H2HUB w Saksonii-Anhalt, Niemcy

15 Program dot. Wodory dla kadry kierowniczej w Energy Business School, Groningen, Holandia

16 Program pilotażowy Dublin Hydrogen Whrightbus

17 Krajowe Stowarzyszenie Hydrogen Ireland

18 Gas Networks Ireland: Projekty partnerskie i badawcze

19 Gas Networks Ireland: Badanie na temat wykonalności technicznej i bezpieczeństwa

20 Hydrogen Mobility Ireland: Rozwój wykorzystania wodoru w branży transportowej

Doliny Wodorowe

Doliny wodorowe stają się coraz bardziej widocznym elementem krajobrazu europejskiego sektora energetycznego, symbolizującą przyszłość czystej, zrównoważonej energii. Norwegia i Polska, dwa kraje o różnych kontekstach geograficznych i gospodarczych, odgrywają kluczową rolę w rozwijaniu tej nowej gałęzi przemysłu. W artykule niniejszym przyjrzymy się inicjatywom w zakresie dolin wodorowych, zarówno w Norwegii, będącej pionierem w dziedzinie produkcji i zastosowań wodoru, jak i w Polsce, gdzie dynamiczne działania w tym obszarze przyczyniają się do rozwoju zrównoważonych technologii energetycznych. Poprzez analizę tych inicjatyw, będziemy mogli zrozumieć, jak wodorowa rewolucja przyczynia się do transformacji europejskiego sektora energetycznego oraz jakie korzyści może przynieść dla obu tych krajów.

Norwegia, dzięki obfitości źródeł odnawialnej energii i rozwiniętemu sektorowi energetycznemu, odgrywa kluczową rolę w postępie technologii związanych z wodorem. Aktywności w obszarze wodorowym kierowane są na przyspieszenie zmian w sektorze energetycznym oraz wspieranie zrównoważonego wzrostu gospodarczego kraju. H2 Valley w środkowej Norwegii jest przykładem kompletnego łańcucha wartości obejmującego produkcję i wykorzystanie

Dofinansowane przez Unię Europejską

wodoru w różnych sektorach, takich jak transport lądowy, morski i przemysł. Inwestycje w projekty takie jak H2 Valley są kluczowe dla transformacji energetycznej, a partnerstwo publiczno-prywatne, w tym zaangażowanie kluczowych podmiotów przemysłowych i instytucji badawczych, przyczynia się do dynamicznego rozwoju tej gałęzi przemysłu. Norwegia, dzięki swoim obfitującym w źródła odnawialnej energii oraz rozwiniętemu sektorowi energetycznemu, ma kluczowe znaczenie dla postępu w technologiach związanych z wodorem. Aktywności w obszarze wodorowym są ukierunkowane na przyspieszenie zmian w sektorze energetycznym i wspieranie zrównoważonego wzrostu gospodarczego kraju. W Norwegii również istnieją obszary, które można określić jako "doliny wodorowe" lub regiony skupiające się na rozwoju infrastruktury wodorowej. Norwegia, znana z bogatych zasobów naturalnych, szczególnie w zakresie energii odnawialnej, ma duży potencjał do wykorzystania wodoru jako nośnika energii.

Głównym deweloperem projektu H2 Valley jest Klaster ENERGII, a partnerami są m.in. SINTEF, HYDROGENi, NTE, H2 Marine, ANEO, Statkraft, Meråker Hydrogen, Greenstat, Equinor, Siemens, SalMar, Moen Marin, Moen Verft, Egil Ulvan Rederi, Thor Dal Rederi, Samskip, Salmonor, ASKO, Gexcon oraz Fremtidens Industri. Głównymi sponsorami politycznymi projektu są Okręg Trøndelag, lokalne gminy oraz ENOVA (Ministerstwo Klimatu i Środowiska).

Projekt zakłada inwestycję w wysokości 150 milionów euro, finansowaną zarówno ze środków publicznych (w tym z funduszy UE, krajowych, regionalnych i lokalnych) jak i ze źródeł prywatnych. W ramach projektu planowana jest produkcja wodoru poprzez elektrolizę wody za pomocą elektrolizerów PEM i ALK, a także jego magazynowanie w postaci sprężonego gazu. Transport wodoru będzie odbywał się poprzez rurociągi, transport ciężarowy oraz statki. H2 Valley będzie skupiał się na różnych zastosowaniach końcowych wodoru, w tym w mobilności (samochody ciężarowe, pociągi, statki) oraz w przemyśle (np. zaopatrzenie przemysłu chemicznego i stalowego). Projekt ma być zrealizowany w latach 2025-2035.

Polska również wyznacza nowe ścieżki w rozwoju technologii wodorowych. W kraju istnieją różne regiony, które stają się ośrodkami dla inwestycji i projektów związanych z wodorem. Od Centralnej Doliny Wodorowej im. Braci Łaszczyńskich po Zachodniopomorską Dolinę Wodorową, Polska skupia się na różnych aspektach wykorzystania wodoru, takich jak dekarbonizacja transportu, produkcja energii i przemysłowy zastosowania. Te inicjatywy, oparte na współpracy sektora publicznego i prywatnego oraz wsparciu dla badań i innowacji, mają na celu promowanie zrównoważonego rozwoju gospodarczego i redukcję emisji gazów cieplarnianych.

- **Centralna Dolina Wodorowa im. Braci Łaszczyńskich**, zlokalizowana wokół Kielc, obejmuje obszary województw świętokrzyskiego, łódzkiego, północnej części podkarpackiego oraz południowej części mazowieckiego, skupiając się na produkcji czystego wodoru oraz dekarbonizacji transportu i energetyki.

- **Dolnośląska Dolina Wodorowa**, zlokalizowana wokół Wrocławia, obejmuje obszary województw dolnośląskiego, opolskiego, południowej części lubuskiego oraz wielkopolskiego, specjalizując się w magazynowaniu wodoru, produkcji energii z wodoru oraz zastosowaniach w przemyśle chemicznym i hutniczym.

- **Mazowiecka Dolina Wodorowa**, skupiająca się wokół Płocka, obejmuje obszary północnej części województwa mazowieckiego oraz województwa kujawsko-pomorskiego, specjalizując się w produkcji paliw syntetycznych, przemyśle petrochemicznym oraz zastosowaniach w transporcie i przemyśle.

- **Zachodniopomorska Dolina Wodorowa**, w trakcie tworzenia, ma siedzibę w Szczecinie i skupia się na obszarze województwa zachodniopomorskiego, planując specjalizować się w produkcji zielonego amoniaku oraz wykorzystaniu wodoru w transporcie morskim.

- **Wielkopolska Dolina Wodorowa**, skupiająca się wokół Poznania, obejmuje obszary województwa wielkopolskiego, koncentrując się na zastosowaniach wodoru w mieszkalnictwie, transporcie lotniczym oraz produkcji autobusów.

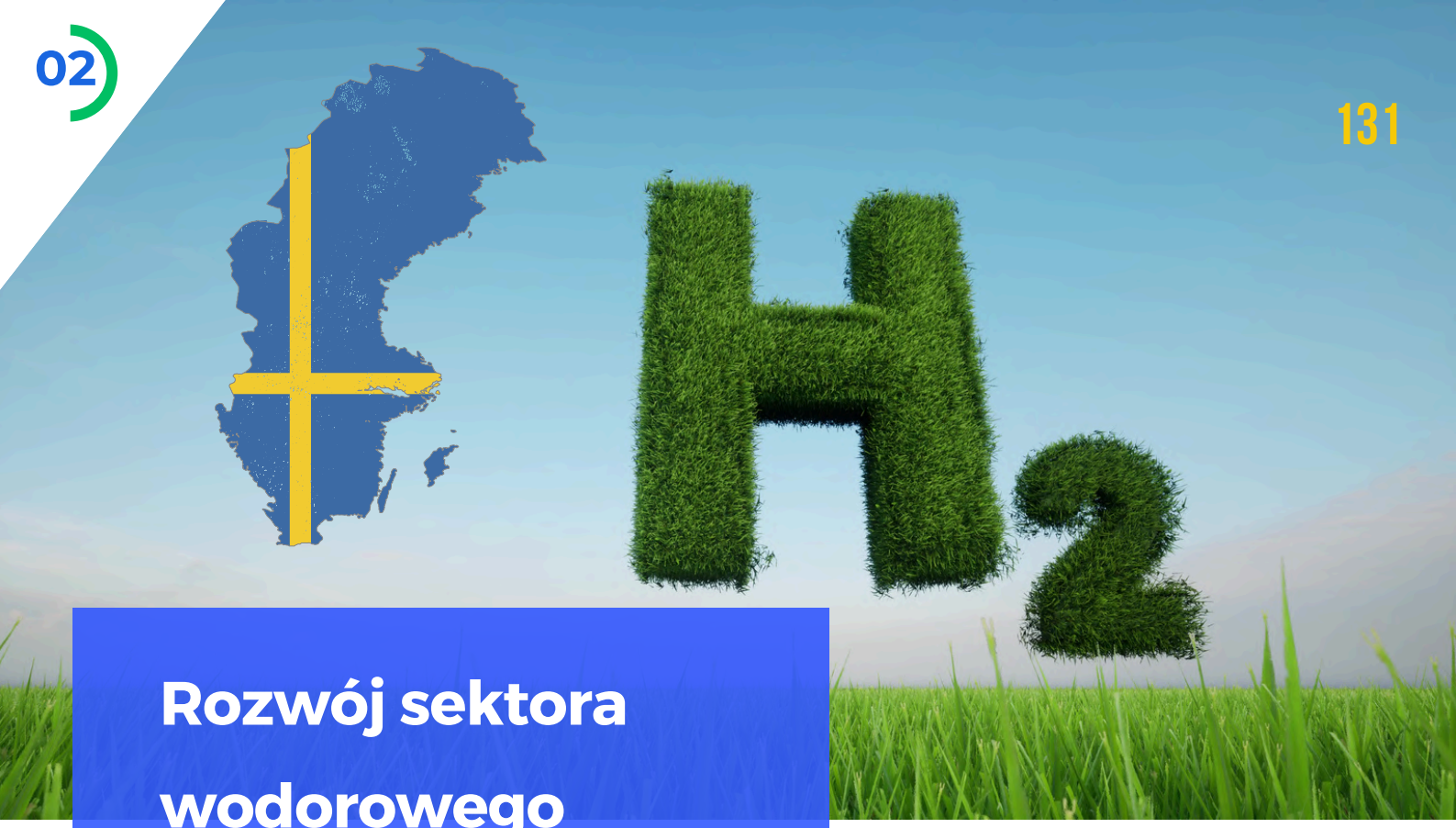
- **Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa,** zlokalizowana w Katowicach, obejmuje obszary województw śląskiego i małopolskiego, specjalizując się w produkcji niskoemisyjnego wodoru oraz zastosowaniach w przemyśle i transporcie.

- **Podkarpacka Dolina Wodorowa**, zlokalizowana w Rzeszowie, obejmuje obszar województwa podkarpackiego, skupiając się na produkcji zero-emisyjnego wodoru oraz jego wykorzystaniu w ciepłownictwie, transporcie i przemyśle.

- **Natomiast Pomorska Dolina Wodorowa**, mająca siedzibę w Gdańsku, skupia się na obszarze województwa pomorskiego, planując specjalizować się w zastosowaniach wodoru w transporcie publicznym, magazynowaniu wodoru oraz produkcji czystego wodoru.

Te obszary stanowią kluczowe środowisko dla rozwoju technologii wodorowych w Polsce, wspierając transformację energetyczną kraju oraz promując zrównoważony rozwój gospodarczy.

Podsumowując, doliny wodorowe stanowią kluczowy element przyszłości europejskiego sektora energetycznego. Poprzez inwestycje w badania, rozwój infrastruktury i współpracę międzynarodową, Norwegia i Polska oraz inne kraje kontynentu przyczyniają się do przyspieszenia transformacji energetycznej i budowy bardziej zrównoważonej przyszłości dla naszej planety. Obejmując obszary geograficzne o różnorodnych potrzebach i potencjałach, doliny te skupiają się na produkcji, magazynowaniu i wykorzystaniu wodoru jako czystego nośnika energii.



Rozwój sektora wodorowego w Szwecji

W Szwecji, jednym z wiodących liderów w zakresie innowacji ekologicznych, obserwujemy dynamiczny rozwój sektora wodorowego. Szwecja nie tylko dołącza do grona państw, które przyjmują wodór jako kluczowy element w transformacji energetycznej, ale również wyznacza nowe standardy pod względem zrównoważonego rozwoju. Zeszłoroczne otwarcie największego w kraju zakładu elektrolizera stanowi wyraźny sygnał zmiany w podejściu do produkcji energii i przemysłu.

Największy projekt elektrolizera w Szwecji został uruchomiony przez firmę Ovako, która zamierza produkować wodór do wykorzystania w procesie produkcji stali. Elektrolizer o mocy 20 MW rozpoczął działalność w zakładzie firmy w Hofors, położonym 220 km na północny zachód od Sztokholmu, co czyni go największym urządzeniem tego typu w kraju. Ovako zamierza używać zielonego wodoru nie do wydobywania żelaza z rudy, a do produkcji ciepła przemysłowego, biorąc pod uwagę, że firma koncentruje się przede wszystkim na recyklingu złomu stalowego, stanowiącego 97% jej produkcji. Firma już teraz stosuje elektryczne piece łukowe zasilane energią elektryczną o zerowej emisji węgla, co umożliwiło jej obniżenie emisji gazów cieplarnianych o 58% w stosunku do poziomu z roku 2015.

Dofinansowane przez Unię Europejską

Obecnie jednak ciepło niezbędne do przerobienia stali na gotowy produkt wciąż generowane jest przez spalanie gazu ziemnego. Ovako przewiduje, że zastosowanie zielonego wodoru w tych procesach umożliwiłoby dalsze redukcje emisji o 50% lub więcej. Ponadto, firma planuje dostarczyć nadwyżki wodoru produkowanego w elektrolizerze w Hofors do Volvo, gdzie miałby być wykorzystywany w samochodach z ogniwami paliwowymi. Całkowity koszt projektu to 180 mln SEK (ok. 16 mln USD), z czego 71 mln SEK dofinansowano ze środków Szwedzkiej Agencji Energii.

Airswift, firma wyspecjalizowana w rekrutacji personelu dla sektora energetycznego, pełni kluczową rolę w dostarczaniu wykwalifikowanych pracowników dla rozwijającej się branży energii odnawialnej. W świetle jej doświadczeń zostały wyodrębnione zawody i zestawy umiejętności, które obecnie budzą największe zainteresowanie i są szczególnie poszukiwane:

- **Inżynierowie** – to kluczowe osoby, które zajmują się projektowaniem, opracowywaniem i wdrażaniem rozwiązań związanych z produkcją, magazynowaniem i wykorzystaniem wodoru jako źródła energii. Ich praca skupia się na zapewnieniu efektywności, bezpieczeństwa oraz zrównoważonego charakteru tych technologii.

- W Szwecji ostro rośnie zapotrzebowanie na **specjalistów ds. infrastruktury wodorowej** na ekspertów projektujących, budujących i utrzymujących infrastrukturę dla produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru, włączając w to stacje tankowania, elektrolizerownie, magazyny oraz sieci transportowe.

- **Technicy** - osoby te odpowiadają za utrzymanie prawidłowego funkcjonowania systemów i instalacji związanych z wodorem, gwarantując efektywną i bezawaryjną pracę infrastruktury wodorowej.
- **Specjaliści ds. badań i rozwoju** - postęp technologii wodorowych w Szwecji wymaga naukowców i innowatorów skupionych na badaniach oraz opracowywaniu nowatorskich rozwiązań w zakresie produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru.
- Wzrost sektora wodorowego w Szwecji generuje zapotrzebowanie na **menedżerów projektów/specjalistów ds. zarządzania projektem i handlu** zdolnych do efektywnej koordynacji i nadzoru projektów wodorowych. Z kolei eksperci handlowi odgrywają kluczową rolę w budowaniu partnerstw, negocjowaniu umów oraz rozwijaniu rynków związanych z wodorem.

Te poszukiwane role odzwierciedlają dynamiczny rozwój branży wodorowej i otwierają nowe możliwości kariery dla specjalistów w tej dziedzinie.

Podsumowując, prezentowana praktyka w zakresie rozwoju przemysłu wodorowego w Szwecji stanowi inspirujący przykład innowacyjnego podejścia do transformacji energetycznej. Uruchomienie największego w kraju elektrolizera i dążenie do wykorzystania wodoru z odnawialnych źródeł energii w produkcji stali ukazuje determinację Szwecji w walce ze zmianami klimatycznymi i budowie zrównoważonej przyszłości. Poprzez adaptację zaawansowanych technologii, promowanie innowacji i rozwój infrastruktury wodorowej, Szwecja ustanawia standard dla innych państw dążących do realizacji zrównoważonego rozwoju.

Dofinansowane przez Unię Europejską

1 1.008
H
Hydrogen

Sektor wodorowy – zasady bezpieczeństwa

Czy gospodarka wodorowa stanowi przyszłość naszej energetyki? Ta kwestia zyskuje na znaczeniu w obliczu wyzwań środowiskowych i energetycznych naszych czasów. Zmagając się z wyzwaniami związanymi z produkcją wodoru, stoimy przed pilną koniecznością oceny jego roli w przyszłości energetycznej. Chociaż wodór może wydawać się mniej praktyczny i droższy w porównaniu z konwencjonalnymi paliwami kopalnymi, które od dawna dominują w naszym sektorze energetycznym i charakteryzują się łatwością użytkowania i transportu, nie można ignorować ich negatywnego wpływu na środowisko. Paliwa kopalne są szkodliwe, toksyczne i przyczyniają się do zmian klimatycznych przez emisję gazów cieplarnianych. Dlatego rośnie presja, by przejść na bardziej zrównoważone alternatywy, takie jak wodór, pomimo potencjalnych wyzwań, takich jak wyższe koszty i mniejsza wygoda użytkowania. Inwestycje w ochronę środowiska stają się niezbędne, nawet jeśli wiążą się z dodatkowymi nakładami finansowych.

Zrozumienie i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa jest kluczowe w sektorze wodorowym. Wodór, będący gazem o dużej zawartości energii, wykazuje właściwości wysoce łatwopalne i wybuchowe w specyficznych stężeniach i warunkach. Dlatego bezpieczna praca z wodorem wymaga dogłębnej

Dofinansowane przez Unię Europejską
DIALOG of Transformation
FERI
ECRN European Chemical Regions Network
zielona chemia
KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

znajomości jego charakterystyki i potencjalnych zagrożeń. Nieprawidłowa manipulacja wodorem może skutkować poważnymi incydentami, takimi jak eksplozje, pożary lub wycieki, zagrażając życiu i zdrowiu pracowników, a także bezpieczeństwu publicznemu. Ponadto, choć wodór jako gaz jest nietoksyczny, jego emisje do atmosfery w dużych ilościach mogą wpływać na lokalne warunki atmosferyczne, co podkreśla potrzebę ścisłego monitorowania i kontrolowania wycieków.

W sektorze wodorowym istnieje szereg norm i wytycznych bezpieczeństwa, których przestrzeganie jest kluczowe zarówno dla ochrony personelu i otoczenia, jak i dla uniknięcia potencjalnych konsekwencji prawnych oraz finansowych dla firm działających w tej branży. Zarówno w Polsce, jak i Unii Europejskiej, sektor wodorowy podlega regulacjom, których celem jest zapewnienie bezpieczeństwa, wydajności oraz zrównoważonego postępu technologicznego w tej dziedzinie. Chociaż regulacje dotyczące sektora wodorowego w Polsce są nadal rozwijane, obejmują one przepisy dotyczące bezpiecznego przechowywania, transportu i wykorzystania wodoru. Często są one łączone z ogólnymi przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa przemysłowego, ochrony środowiska oraz sektora energetycznego. Prawo energetyczne reguluje kwestie związane z produkcją, dystrybucją i konsumpcją energii, w tym wodór jako nośnik energii. Przepisy dotyczące substancji niebezpiecznych klasyfikują wodór jako substancja niebezpieczna, co oznacza, że stosuje się do niego przepisy dotyczące przechowywania i transportu substancji niebezpiecznych. Na szczeblu unijnym, regulacje dotyczące wodoru są bardziej rozbudowane i szczegółowe, często z naciskiem na promowanie technologii wodorowych jako elementu przejścia energetycznego, min:

- **Dyrektywa** w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych (AFID), która określa ramy dla budowy stacji tankowania wodoru w państwach członkowskich.

- **Normy** bezpieczeństwa i techniczne takie jak normy ISO i CEN dotyczące wodoru, które określają wymagania dotyczące bezpiecznego przechowywania, transportu, produkcji i dystrybucji wodoru.

- **W 2020** roku Komisja Europejska przedstawiła „Strategię Wodorową dla Europy", która ma na celu wspieranie rozwoju czystych technologii wodorowych i stworzenie zintegrowanego rynku wodoru w UE.

Dodatkowo, w całej Europie normy takie jak ISO 14687 określają specyfikacje dotyczące czystości wodoru używanego w pojazdach napędzanych ogniwami paliwowymi, a standardy ISO 22734 dotyczą generatorów wodoru wykorzystujących elektrolizę wody. W sektorze wodorowym istotne jest również przestrzeganie międzynarodowych przepisów, takich jak te zawarte w międzynarodowych kodeksach dotyczących transportu morskiego i drogowego (np. IMDG, ADR), które regulują przewóz wodoru. Regulacje te są kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa, ochrony środowiska i efektywnego rozwoju technologii wodorowych, a ich przestrzeganie jest niezbędne dla firm działających w tym sektorze. Technologie wodorowe są często złożone i wymagają specjalistycznej wiedzy do ich bezpiecznej eksploatacji. Zrozumienie procesów technologicznych, potencjalnych awarii i procedur interwencyjnych jest kluczowe dla bezpiecznej pracy.

Zrozumienie i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa jest kluczowe w sektorze wodorowym. Wodór, będący gazem o dużej zawartości energii, wykazuje właściwości wysoce łatwopalne i wybuchowe w specyficznych stężeniach i warunkach. Dlatego bezpieczna praca z wodorem wymaga dogłębnej

PROPOZYCJA PROGRAMU SZKOLENIA Z BEZPIECZEŃSTWA I ZASAD DLA OSÓB ZACZYNAJĄCYCH PRACĘ W SEKTORZE WODOROWYM

Cel szkolenia: Zapewnienie nowym pracownikom w sektorze wodorowym kompleksowej wiedzy na temat bezpieczeństwa, zasad operacyjnych i najlepszych praktyk, aby mogli bezpiecznie i efektywnie wykonywać swoje obowiązki.

Efekty kształcenia:

- Zrozumienie właściwości i zagrożeń związanych z wodorem.
- Umiejętność bezpiecznego obchodzenia się z wodorem i przestrzeganie procedur bezpieczeństwa.
- Znajomość przepisów regulujących sektor wodorowy.
- Umiejętność reagowania w sytuacjach awaryjnych związanych z wodorem.

Na co należy zwrócić uwagę w szkoleniach bezpieczeństwa w sektorze wodorowym:

- **Przechowywanie i transport wodoru:** Należy znać i stosować odpowiednie metody przechowywania i transportu wodoru, w tym odpowiednie pojemniki i zabezpieczenia.
- **Detekcja wycieków i systemy alarmowe:** Instalowanie i utrzymywanie czujników wycieku wodoru oraz systemów alarmowych, które mogą szybko ostrzec o potencjalnych zagrożeniach.
- **Procedury awaryjne i plany reagowania:** Opracowanie i szkolenie pracowników z procedur awaryjnych, takich jak ewakuacja, pierwsza pomoc oraz działania w przypadku pożaru czy wycieku wodoru.
- **Szkolenia i świadomość personelu:** Regularne szkolenia dotyczące bezpieczeństwa, nie tylko dla nowych pracowników, ale także jako część ciągłego rozwoju i utrzymywania świadomości bezpieczeństwa wśród wszystkich pracowników.
- **Zarządzanie ryzykiem:** Ocena ryzyka związanego z różnymi aspektami operacji wodorowych i wdrażanie środków mających na celu minimalizowanie tych ryzyk.

MODUŁY SZKOLENIOWE:

Wprowadzenie do wodoru

- Charakterystyka wodoru i jego zastosowanie w sektorze energetycznym.
- Przegląd sektora wodorowego i jego znaczenie dla zrównoważonego rozwoju.

Bezpieczeństwo wodoru

- Fizykochemiczne właściwości wodoru relevantne dla bezpieczeństwa (np. łatwopalność, zakresy stężeń wybuchowych).
- Typowe zagrożenia i scenariusze ryzyka w pracy z wodorem.

Regulacje i standardy

- Krajowe i międzynarodowe przepisy dotyczące bezpiecznego przechowywania, transportu i użytkowania wodoru.
- Przegląd norm branżowych (np. ISO, CEN) dotyczących wodoru.

Operacyjne praktyki bezpieczeństwa

- Bezpieczne procedury przechowywania i dystrybucji wodoru.
- Użytkowanie sprzętu i systemów bezpieczeństwa w pracy z wodorem.

Reagowanie na awarie

- Procedury postępowania w przypadku wycieku wodoru, pożaru lub innych incydentów.
- Pierwsza pomoc w przypadku wypadków związanych z wodorem.

Praktyczne szkolenie

- Ćwiczenia praktyczne na symulatorach lub w kontrolowanym środowisku laboratoryjnym.
- Scenariusze awaryjne i ćwiczenia z reagowania na incydenty.

METODY SZKOLENIOWE:

- Wykłady i prezentacje do przekazania teoretycznej wiedzy.
- Dyskusje i studia przypadków do analizy rzeczywistych incydentów i opracowania strategii reagowania.
- Ćwiczenia praktyczne i symulacje, aby umożliwić uczestnikom praktyczne doświadczenie w bezpiecznym obchodzeniu się z wodorem.

Wdrażanie skutecznych zasad bezpieczeństwa oraz odpowiednie szkolenia w sektorze wodorowym są istotnym elementem zapewnienia nie tylko ochrony pracowników i środowiska, ale także trwałego i zrównoważonego rozwoju dynamicznie rozwijającej się gałęzi przemysłu. Poprzez przestrzeganie odpowiednich procedur, identyfikację zagrożeń i stosowanie bezpiecznych praktyk pracy, możemy minimalizować ryzyko wystąpienia incydentów oraz zwiększać efektywność i wydajność operacji wodorowych.

Ostatecznie, sektor wodorowy stoi przed wyzwaniami, ale także obfituje w możliwości. Poprzez konsekwentne stosowanie zasad bezpieczeństwa, innowacyjne podejście do technologii, odpowiednich szkoleń oraz współpracę na poziomie międzynarodowym, możemy kształtować przyszłość, w której wodór odgrywa kluczową rolę w transformacji energetycznej, prowadzącą do bardziej zrównoważonego i ekologicznego społeczeństwa.

„Zawodowy certyfikat kompetencji w zakresie energii wodorowej" w Engineering Institute of Technology w Australii.

Engineering Institute of Technology (EIT), jako wiodąca instytucja edukacyjna specjalizująca się w dziedzinie inżynierii, odgrywa kluczową rolę w promowaniu zaawansowanych technologii, w tym technologii związanych z wodorem. W dzisiejszych czasach, w obliczu zmieniających się potrzeb energetycznych i presji na ograniczenie emisji, wodór zyskuje na znaczeniu jako obiecujące źródło energii odnawialnej. EIT nie tylko odgrywa istotną rolę w kształceniu specjalistów w dziedzinie inżynierii wodorowej, ale również aktywnie wspiera rozwój i wdrażanie najlepszych praktyk w tej dziedzinie.

Engineering Institute of Technology ma swoją główną siedzibę w Perth, w Australii. Instytucja ta została założona w 2008 roku przez dr Steve'a Mackaya, inżyniera i edukatora, który chciał stworzyć specjalistyczny instytut oferujący praktyczne programy inżynierskie oparte na praktycznym doświadczeniu i realnych umiejętnościach, które są potrzebne w przemyśle. Początkowo instytut koncentrował się na dostarczaniu kursów szkoleniowych dla inżynierów i techników. Z czasem oferta edukacyjna rozszerzyła się o pełne programy akademickie, w tym dyplomy, licencjaty i magisteria.

Dofinansowane przez Unię Europejską

Chociaż siedziba główna EIT znajduje się w Australii, instytucja ta oferuje programy nauczania zdalnego, co umożliwia studentom z całego świata uczestnictwo w jej kursach. EIT zdobyło akredytacje od australijskich i międzynarodowych organizacji, co potwierdza jakość i standardy nauczania. Instytut jest uznawany za innowacyjną organizację edukacyjną, która stosuje najnowsze technologie, takie jak laboratoria zdalne i symulacje, aby zapewnić praktyczne doświadczenie edukacyjne.

Engineering Institute of Technology jest zatem uznawanym na arenie międzynarodowej instytutem, który aktywnie współpracuje z przemysłem i środowiskiem akademickim, aby dostarczać aktualne i praktycznie zorientowane programy edukacyjne w dziedzinie inżynierii i technologii.

„Professional Certificate of Competency in Hydrogen Energy – Production, Delivery, Storage, and Use” („Zawodowy certyfikat kompetencji w zakresie energii wodorowej”) oferowany przez EIT to kompleksowy program szkoleniowy, który koncentruje się na kluczowych aspektach produkcji, dostawy, magazynowania i wykorzystania wodoru. Kurs ten został zaprojektowany z myślą o inżynierach, technikach, menedżerach projektów i wszystkich profesjonalistach zainteresowanych branżą wodorową, którzy chcą rozszerzyć swoją wiedzę i umiejętności w tym szybko rozwijającym się sektorze. Kurs przeprowadza uczestnika przez tajniki sektora wodorowego, pozwala na zrozumienie procesów związanych z wytwarzaniem wodoru, jego przechowywaniem, dystrybucją oraz zastosowaniami w zakresie energetyki. Dzięki tej inicjatywie, uczestnicy zyskują nie tylko teoretyczną wiedzę, ale także praktyczne umiejętności potrzebne do pracy w branży wodorowej.

Kurs zbudowany jest z 12 modułów. Początkowo uczestnicy zdobywają wiedzę na temat podstawowych zasad i koncepcji związanych z produkcją, magazynowaniem i wykorzystaniem energii wodorowej. Kurs szczegółowo omawia różne aspekty technologii wodorowej, począwszy od właściwości samego wodoru, poprzez metody produkcji, magazynowania, aż po zastoso-wania i infrastrukturę wodorową. Jednym z kluczowych elementów tego kursu jest jego praktyczny charakter, który umożliwia uczestnikom zdobycie konkretnych umiejętności i wiedzy niezbędnych do pracy w przemyśle wodorowym. Poprzez liczne studia przypadku oraz interakcję z ekspertami branżowymi, uczestnicy mają szansę zrozu-mieć zarówno wyzwania, jak i możliwości związane z wykorzystaniem energii wodorowej.

W trakcie kursu uczestniczy mają interaktywne spotkania z wykładowcami i ekspertami branżowymi, co pozwala uczestnikom na uzyskanie najnowszych informacji i praktycznych umiejętności. Kurs trwa 3 miesiące, spotkania odbywają się online, co dwa tygodnie i trwają około 90 minut. Szereg materiałów jest do samodzielnej realizacji przez uczestnika, oferując w ten sposób elastyczność uczestnictwa. Kurs umożliwia naukę online w dogodnym czasie i miejscu, co jest szczególnie ważne dla pracujących na pełny etat specjalistów.

Aby otrzymać certyfikat ukończenia kursu uczestnicy muszą być obecni minimum na co drugim seminarium online (frekwencja min. 65%). Ponadto, studenci muszą uzyskać co najmniej 60% punktów z zadawanych zadań. Dodatkowo, wymagane jest zdobycie 100% punktów z quizów, które są dostępne w trakcie trwania modułów elearningowych kursu. Jeżeli uczeń nie uzyska wymaganej liczby punktów, będzie miał możliwość ponownego przesłania zadania w celu uzyskania wymaganej liczby punktów. Otrzymanie certyfikatu końcowego potwierdza zdobytą wiedzę i umiejętności, co może stanowić cenny atut na rynku pracy.

Dofinansowane przez Unię Europejską
DIALOG of Transformation
FERI
ECRN European Chemical Regions Network
zielona chemia
KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

Podsumowując, omawiany kurs zawodowy jest świetną okazją dla inżynierów i specjalistów zainteresowanych branżą wodorową. Najważniejsze w programie to:

- **Skupienie na praktycznych umiejętnościach** – kurs jest zaprojektowany tak, aby zapewniać umiejętności, które można bezpośrednio zastosować w pracy zawodowej.

- **Elastyczność nauki** - kursy online umożliwiają uczestnikom z całego świata mieć dostęp do edukacji bez konieczności przeprowadzki czy rezygnowania z obecnych obowiązków zawodowych.

- **Doświadczona kadra** - wykładowcy to głównie praktycy z branży, którzy mogą przekazać uczestnikom aktualną wiedzę i doświadczenia z realiów rynkowych.

- **Wsparcie dla studentów** – EIT jest znane z dobrego wsparcia dla swoich uczestników, oferując dostęp do materiałów edukacyjnych, laboratoriów online i możliwości interakcji z wykładowcami i innymi uczestnikami, co pozwala na szeroką wymianę doświadczeń.

Ukończenie kursu i zdobycie certyfikatu pozwoli absolwentom potwierdzić swoją wiedzę i umiejętności, otwierając im drzwi do nowych możliwości zawodowych w rozwijającym się sektorze wodorowym.

Zawody we francuskiej gospodarce wodorowej

Sektor wodorowy we Francji odgrywa coraz istotniejszą rolę jako kluczowy element transformacji energetycznej i walki ze zmianami klimatycznymi. Zastosowania wodoru jako czystego nośnika energii mają znaczący wpływ na różnorodne sektory gospodarki, od transportu po przemysł, oraz stanowią istotny krok w kierunku osiągnięcia zrównoważonej przyszłości. Wejście Francji na drogę dekarbonizacji przemysłu i transportu wymaga rozwinięcia sektora wodorowego jako skutecznej alternatywy dla tradycyjnych, wysokoemisyjnych źródeł energii, umożliwiając redukcję emisji CO2 i poprawę efektywności energetycznej.

Rządowy plan dekarbonizacji przemysłu z zamiarem znaczącego ograniczenia emisji CO2 do 2050 roku, stawia przed sektorem nowe wyzwania i możliwości. Wdrażanie dekarbonizowanego wodoru stanowi odpowiedź na te wyzwania, jednocześnie otwierając nowe perspektywy ekonomiczne, strategiczne i technologiczne dla kraju. Wzrost inwestycji w sektor wodorowy wskazuje na potrzebę rozwijania nowych kwalifikacji i umiejętności w zakresie pracy w tej branży. Identyfikuje się zarówno nowe, powstające zawody, jak i tradycyjne, które wymagają dostosowania do nowych technologii i wyzwań związanych z dekarbonizacją. W kontekście powstających zawodów, wskazuje

Dofinansowane przez Unię Europejską
DIALOG of Transformation
FERI
ECRN European Chemical Regions Network
zielona chemia
KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

się na potrzebę wykształcenia inżynierów gazownictwa oraz techników zajmujących się projektowaniem sieci gazowych z termo elektryką. Jednakże tradycyjne zawody przemysłowe, takie jak spawacze czy mechanicy, nadal pozostają ważnymi graczami, choć wymagają uaktualnienia umiejętności zgodnie z nowymi technologiami i procedurami. Rozwój sektora wodorowego wywołuje również potrzebę wzmocnienia kompetencji techników, takich jak elektronicy, elektromechanicy i technicy utrzymania ruchu. Ich specjalizacje muszą być dostosowane do wymagań sektora wodorowego, co może obejmować mechanikę, instalacje rurociągów oraz obsługę sprzętu specjalistycznego. Ważne jest także odpowiednie przygotowanie i wsparcie dla pracowników, którzy będą uczestniczyć w procesie transformacji energetycznej. Szkolenia wewnętrzne i zewnętrzne oraz programy inkubatorów przedsiębiorczości mogą wspomóc rozwój umiejętności i kwalifikacji niezbędnych dla pracowników branży wodorowej.

Rosnąca rola sektora wodorowego we Francji jest kluczowa dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju, walki ze zmianami klimatycznymi oraz stworzenia bardziej ekologicznej i efektywnej gospodarki. Inwestycje w ten sektor są niezbędne dla zapewnienia przyszłej stabilności i konkurencyjności francuskiej gospodarki, jednocześnie przyczyniając się do globalnych wysiłków na rzecz ochrony środowiska i klimatu.

Zawody przyszłości w sektorze wodorowym

W miarę jak sektor wodorowy rozwija się i staje się coraz bardziej integralną częścią globalnej transformacji energetycznej, pojawiają się nowe, obiecujące możliwości zatrudnienia w różnych dziedzinach. Jednym z głównych wyzwań dla rynku pracy we Francji jest adaptacja tradycyjnych zawodów przemysłowych do nowych technologii związanych z sektorem wodorowym. Dotychczasowe umiejętności i doświadczenie pracowników przemysłowych mogą okazać się niewystarczające wobec zmieniających się wymagań sektora

wodorowego. Konieczne jest więc przekwalifikowanie i dostosowanie umiejętności pracowników do obsługi nowych technologii, takich jak elektrolizery wodorowe, systemy magazynowania wodoru czy stacje paliw wodorowych. Wymaga to także dostosowania standardów bezpieczeństwa i procedur pracy do specyfiki sektora wodorowego.

Z drugiej strony, rozwój sektora wodorowego we Francji stwarza również nowe możliwości zatrudnienia poprzez powstanie nowych zawodów związanych z tą branżą. Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na technologie wodorowe pojawiają się potrzeby kadrowe, które muszą być zaspokojone. Rozwój sektora wodorowego może więc przyczynić się do tworzenia nowych miejsc pracy i możliwości kariery dla pracowników we Francji. Poniżej przedstawione są różnorodne zawody, które zyskują na znaczeniu w związku z rozwojem sektora wodorowego we Francji:

- **Inżynierowie gazownictwa:** Inżynierowie gazownictwa odgrywają kluczową rolę w projektowaniu, budowie i utrzymaniu infrastruktury gazowej, która stanowi niezbędny element sektora wodorowego. Ich zadania obejmują projektowanie sieci dystrybucji wodoru, opracowywanie instalacji magazynowania i transportu oraz nadzór nad eksploatacją i konserwacją istniejących instalacji.

- **Technicy ds. elektrolizerów:** Technicy ds. elektrolizerów zajmują się obsługą, konserwacją i naprawą elektrolizerów, które są kluczowym urządzeniem do produkcji wodoru przez elektrolizę wody. Ich zadania obejmują diagnostykę usterek, przeprowadzanie napraw, monitorowanie pracy elektrolizerów oraz utrzymanie odpowiednich standardów bezpieczeństwa.

- **Specjaliści ds. magazynowania wodoru:** Specjaliści ds. magazynowania wodoru zajmują się planowaniem, projektowaniem i nadzorem nad instalacjami magazynowania wodoru, które umożliwiają przechowywanie i dystrybucję tego nośnika energii. Ich zadania obejmują identyfikację odpowiednich technologii magazynowania, ocenę wydajności i bezpieczeństwa magazynów oraz opracowywanie strategii zarządzania zapasami wodoru.

- **Operatorzy stacji paliw wodorowych:** Operatorzy stacji paliw wodorowych są odpowiedzialni za codzienną eksploatację i obsługę stacji ładowania, gdzie klienci mogą tankować pojazdy zasilane wodorem. Ich zadania obejmują monitorowanie pracy stacji,

zapewnienie bezpieczeństwa operacji tankowania, obsługę klientów oraz konserwację i utrzymanie urządzeń.

Zawody przyszłości w sektorze wodorowym we Francji obejmują różnorodne specjalizacje, od inżynierów i techników po operatorów stacji paliw. Rozwój tych zawodów jest kluczowy dla pomyślnego wdrożenia technologii wodorowej i osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju. Odpowiednie szkolenia i kwalifikacje są niezbędne, aby pracownicy mogli skutecznie przyczynić się do rozwoju sektora wodorowego we Francji.

Perspektywy kariery w sektorze wodorowym są szerokie i zróżnicowane. Osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje mogą znaleźć zatrudnienie w różnych obszarach, takich jak inżynieria, badania i rozwój, projektowanie, produkcja, instalacja i obsługa infrastruktury wodorowej. Ponadto, rosnące zapotrzebowanie na ekspertów w dziedzinach związanych z elektrolizą, magazynowaniem wodoru, technologiami paliwowymi oraz ochroną środowiska otwiera przed specjalistami szerokie spektrum możliwości rozwoju kariery. Wraz z rozwojem sektora wodorowego we Francji można spodziewać się również wzrostu wynagrodzeń dla pracowników związanych z tą branżą. Wysokie zapotrzebowanie na specjalistów w dziedzinach technologii wodorowych oraz rosnąca konkurencja na rynku pracy przyczyniają się do podniesienia atrakcyjności oferowanych wynagrodzeń oraz pakietów benefitów dla pracowników. W kontekście globalnej transformacji energetycznej zapotrzebowanie na specjalistów z zakresu technologii wodorowych będzie nadal rosło. Sektor wodorowy stanowi kluczowy element strategii dekarbonizacji i walki ze zmianami klimatycznymi, dlatego też specjaliści w tej dziedzinie będą odgrywać coraz istotniejszą rolę we wspieraniu przejścia na bardziej ekologiczne i zrównoważone źródła energii.

Podsumowując, sektor wodorowy we Francji oferuje obiecujące perspektywy rozwoju zawodowego dla osób poszukujących kariery w dynamicznie rozwijającej się branży energetycznej. Wzrost inwestycji, rosnące zapotrzebowanie na specjalistów oraz perspektywy dalszego rozwoju sektora sprawiają, że praca w branży wodorowej może być atrakcyjną opcją dla osób posiadających odpowiednie kwalifikacje i zainteresowania.

Dofinansowane przez Unię Europejską

06

147

AKADEMIA WODOROWA

SZCZECIN, 2024

Dofinansowane przez Unię Europejską

DIALOG of Transformation

FERI

ECRN European Chemical Regions Network

zielona chemia

KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

AKADEMIA WODOROWA

Akademia Wodorowa to inicjatywa organizowana przez Grupę Azoty Zakłady Chemiczne „Police" S.A., Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie oraz Zachodniopomorską Dolinę Wodorową, mająca na celu szkolenie i rozwój wysoko wyspecjalizowanych kadr w zakresie technologii wodorowych.

Misją Akademii Wodorowej jest przekazywanie wiedzy o zaletach i wyzwaniach związanych z wykorzystaniem wodoru, a także promowanie innowacyjnych rozwiązań opartych na tej dynamicznie rozwijającej się technologii.

Inicjatywa skierowana jest do osób które w dniu rozpoczęcia naboru nie ukończyły 30 roku życia, – jest studentem kształcącym się na studiach S1 lub S2, na kierunkach technicznych lub rolniczych, który z ostatniego semestru kształcenia osiągnął średnią ocen 4,0 lub wyższą, lub też jest absolwentem kierunku technicznego lub rolniczego S1 lub S2, który osiągnął średnią ocen 4,0 lub wyższą, lub jest doktorantem Szkoły Doktorskiej, który jest autorem lub współautorem co najmniej jednej publikacji w czasopiśmie indeksowanym na liście Journal Ciatation Raport.
Kluczowym etapem kwalifikującym kandydatów do zakwalifikowania do udziału w Akademii wodorowej było wykonanie opisu rozwiązania związanego z innowacjami i technologiami wodorowymi.

Opis powinien wpisywać się w strategię Grupy Azoty obejmujący przykładowo następujące aspekty:

a. rozwój rynku wodorowego,
b. realizacja strategii wodorowej Unii Europejskiej z uwzględnieniem potencjału Grupy Azoty,
c. dywersyfikacja surowcowa w „zielonym kierunku",
d. implementacja rozwiązań technicznych związanych z technologiami wodorowymi,
e. zastosowania technologii wodorowych w dekarbonizacji i zmniejszenia emisyjności szkodliwej dla środowiska naturalnego,
f. rozwój rynku „zielonego wodoru",
g. wytwarzanie i wykorzystanie „zielonego wodoru",
h. transport wodoru.

W ramach programu Akademii Wodorowej autorzy programu przewidzieli szereg bezpłatnych szkoleń, warsztatów, wykładów i spotkań z ekspertami i naukowcami których działalność zawodowa i badawcza związana jest z technologiami wodorowymi.

AKADEMIA WODOROWA

Akademia Wodorowa składała się z dwóch etapów:

Etap I – Realizacja Akademii Wodorowej
Bezpłatne szkolenia, warsztaty, wykłady i spotkania z ekspertami i naukowcami, których działalność zawodowa i badawcza związana jest z technologiami wodorowymi. Uczestnicy Akademii Wodorowej będą realizowali samodzielne projekty. Tematy projektów zostaną podane na pierwszej sesji wykładowej. Opracowane projekty były podstawą do wyłonienia Kandydatów na staże w przedsiębiorstwach uczestniczących w Akademii Wodorowej.

Etap II – Staże
Wybrani uczestnicy Akademii Wodorowej mieli możliwość realizacji płatnych staży w przedsiębiorstwach – partnerach Zachodniopomorskiej Doliny Wodorowej. Wyboru dokonano w oparciu o ocenę projektów które uczestnicy Akademii Wodorowej byli zobowiązani przygotować w trakcie jej trwania.

Merytorycznym podsumowaniem działalności Akademii Wodorowej była Konferencja pod nazwą „KRYZYS ENERGETYCZNY A WZROST ZNACZENIA WODORU", która odbyła się w Szczecinie w dniach 26 do 27.09.2023 r. w Hotelu Radisson.

Jej kluczowym przesłaniem było wykazanie helizy i zaangażowanie wszystkich liczących się partnerów w ramach bardzo dynamicznie rozwijającej się nowej gałęzi przemysłu związanej z Wodorem.

W konferencji wzięli udział przedstawiciele reprezentowani przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Wojewodę Zachodniopomorskiego, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Rektor Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Przedstawiciele Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, przedstawiciele Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz przedstawiciele Grupy Azoty oraz innych firm zaangażowanych w rozwój Technologii Wodorowych. Kluczowymi uczestnikami konferencji byli alumni Akademii Wodorowej którzy przez dwa dni prezentowali swoje projekty przygotowane i opracowane w trakcie trwania Akademii Wodorowej. W sumie 21 alumnów zaprezentowało swoje opracowania.

AKADEMIA WODOROWA

AKADEMIA WODOROWA

Akademia Wodorowa to bardzo dobry przykład połączenia współpracy biznesu i świata nauki w kontekście rozwiązywania nowych problemów. Formalny system edukacji zawodowej niestety nie jest na tyle elastyczny aby nadążać za dużą dynamiką zmian na rynku pracy, a zwłaszcza w sytuacji gdy na naszych oczach tworzy się i powstaje nowa branża gospodarki. Tego typu inicjatywy wymagają dużego uznania społecznego i są godne polecania i naśladowania w imię rozwoju przyszłości oraz zabezpieczenia odpowiednich kadr zawodowych o wysokim poziomie kwalifikacji i kompetencji.

GAZ-SYSTEM S.A.

SZCZECIN, 2024

Dofinansowane przez Unię Europejską

GAZ-SYSTEM S.A.

Gaz-System S.A. to operator gazociągów przesyłowych. Firma jest spółką strategiczną dla polskiej gospodarki. Odpowiada za przesył gazu ziemnego, zarządza najważniejszymi gazociągami w Polsce i podmorskim gazociągiem Baltic Pipe oraz jest właścicielem Terminalu LNG im. Prezydenta Lecha Kaczyńskiego w Świnoujściu.

W ramach programu inwestycyjnego 2015-2025 firma realizuje ponad 2000 km nowych gazociągów w zachodniej, południowej i wschodniej części Polski. Zakończono budowę połączeń międzysystemowych z Litwą i Słowacją oraz projektowanie gazociągów lądowych, które połączą planowany terminal pływający FSRU w Zatoce Gdańskiej z krajowym systemem przesyłowym. Prowadzona jest również rozbudowa Terminalu LNG w Świnoujściu, w wyniku której o ponad połowę zwiększą się zdolności regazyfikacyjne tego obiektu.

Gaz System uwzględniając swój potencjał oraz wzorem dobrych praktyk z Holandii zamierza się włączyć w proces transformacji energetycznej zmierzający do dekarbonizacji gospodarki. Firma rozpoczęła badania mające na celu opracowanie Wodorowej Mapy Polski. Pozwoli ona określić lokalizacje popytu i podaży na wodór oraz potencjalny przebieg wodorociągów na terenie kraju. Firma wspólnie z Finlandią, krajami bałtyckimi i Niemcami pracuje nad koncepcją Nordycko-Bałtyckiego Korytarza Wodorowego, obecnie w opracowaniu jest wstępne studium wykonalności. Powyższe dane pozwolą określić harmonogram dalszych działań, a w efekcie wstępny termin powstania pierwszej infrastruktury wodorowej. Te prace są prowadzone równolegle do analiz potencjału produkcji wodoru z OZE.

Nordycko-Bałtycki Korytarz Wodorowy
Państwa członkowskie UE są obecniena etapie dynamicznych zmian związanych z transformacją energetyczną i dekarbonizacją europejskiej gospodarki. Oczekuje się, że wodór będzie jednym z kluczowych paliw w transformacji energetycznej UE.

14 grudnia 2022 r. europejscy operatorzy systemów przesyłowych gazu z sześciu krajów UE - Gasgrid Finland (Finlandia), Elering (Estonia), Conexus Baltic Grid (Łotwa), Amber Grid (Litwa), GAZ-SYSTEM (Polska) i ONTRAS (Niemcy) - podpisali umowę o współpracy w zakresie rozwoju transgranicznej infrastruktury wodorowej od Finlandii przez Estonię, Łotwę, Litwę i Polskę do Niemiec, by spełnić cele REPowerUE 2030.

Operatorzy zainicjowali projekt o nazwie Nordycko-Bałtycki Korytarz Wodorowy, który wzmocni bezpieczeństwo energetyczne regionu, zmniejszy zależność od importowanej energii z paliw kopalnych oraz będzie odgrywał istotną rolę w dekarbonizacji społeczeństw i energochłonnych gałęzi przemysłu zlokalizowanych wzdłuż korytarza.

GAZ-SYSTEM S.A.

Projekt ma również znaczny potencjał, aby przyczynić się do osiągnięcia unijnego celu redukcji emisji gazów cieplarnianych poprzez zastąpienie obecnej produkcji opartej na paliwach kopalnych i stosowaniu paliw kopalnych w przemyśle, sektorze transportowym, elektroenergetyce i ciepłownictwie.Nordycko-Bałtycki Korytarz Wodorowy wpisuje się także w strategię dywersyfikacji dostaw energii oraz wpływa na przyspieszenie rozwoju energii odnawialnej, co pozwala w szczególności na osiągnięcie unijnego celu, jakim jest krajowa produkcja 10 mln ton wodoru ze źródeł odnawialnych do 2030 roku. Korytarz umożliwia transport ekologicznego wodoru produkowanego w obszarze Morza Bałtyckiego do odbiorców przemysłowych zlokalizowanych wzdłuż całego korytarza, w tym przede wszystkim w Europie Środkowej.

Projekt wpisuje się również w Unijną strategię wodorową oraz Plan REPowerEU. Co więcej, Nordycko-Bałtycki Korytarz Wodorowy będzie wspierał wybrane regionalne i unijne cele klimatyczne, takie jak Zielony Ład oraz pakiet Fit for 55.

Projekt został ponadto uznany jako inwestycja przyczyniająca się do powstawania zintegrowanej europejskiej infrastruktury wodorowej na podstawie Rozporządzenia TEN-E (Rozporządzenie (UE) 2022/869).

28 listopada 2023 r. Komisja Europejska opublikowała listę inwestycji, które uzyskały status projektów będących przedmiotem wspólnego zainteresowania w sektorze energetycznym na pierwszej liście PCI (ang. Projects of Common Interest - PCI) w zakresie przesyłu i magazynowania wodoru, a także regazyfikacji wodoru lub jego pochodnych.

Projekt Nordycko-Bałtyckiego Korytarza Wodorowego został wpisany na listę PCI w ramach „Planu działań w zakresie połączeń międzysystemowych na rynku energii państw bałtyckich dla wodoru” (ang. Baltic Energy Market Interconnection Plan in hydrogen - BEMIP Hydrogen) i otrzymał status priorytetowego projektu inwestycyjnego w Unii Europejskiej.

Biorąc pod uwagę złożoność projektu, partnerzy projektu podejmują proaktywne działania w kierunku realizacji projektu.

W grudniu 2022 roku partnerzy projektu podpisali umowę o współpracy w zakresie wspólnej realizacji projektu. Po przeprowadzonym w trakcie 2023 roku postępowaniu przetargowym, w 2024 roku GAZ-SYSTEM, wspólnie z partnerami, podpisał umowę ze spółką AFRY Management Consulting na wykonanie wstępnego studium wykonalności dla tego korytarza. Celem wstępnego studium wykonalności jest zbadanie możliwości

GAZ-SYSTEM S.A.

utworzenia Nordycko-Bałtyckiego Korytarza Wodorowego i określenie parametrów projektu (takich jak trasa, zakres i przepustowość korytarza), przygotowanie analizy finansowej, opracowanie mapy drogowej realizacji projektu oraz zdefiniowanie głównych czynników ryzyka. Studium zostanie przygotowane do połowy 2024 roku.

Na podstawie rekomendacji wstępnego studium wykonalności podjęta zostanie decyzja o dalszych działaniach prowadzących do realizacji projektu.

GRUPA KAPITAŁOWA ZE PAK SA

SZCZECIN, 2024

Dofinansowane przez Unię Europejską

GRUPA KAPITAŁOWA ZE PAK S.A.

Obecnie działalność ZE PAK SA koncentruje się głównie w segmencie konwencjonalnego wytwarzania energii elektrycznej w procesie spalania węgla brunatnego, jednak Spółka jest świadoma wyzwań jakie czekają branżę energetyczną w nieodległej przyszłości. Zmieniające się uwarunkowania prawne i środowiskowe, rosnące ceny uprawnień do emisji CO2, zaostrzające się normy dotyczące emisyjności innych substancji, to wszystko wymogi jakim muszą sprostać konwencjonalni wytwórcy i jest to proces nieunikniony również dla ZE PAK.

Grupa Kapitałowa ZE PAK SA z zadowoleniem i satysfakcją odbiera inicjatywę swojego dominującego akcjonariusza Zygmunta Solorza w postaci powołania stowarzyszenia „Program Czysta Polska" zakładającego ewolucyjne zmiany dotychczasowych modeli biznesowych.

Spółka już znacząco zmniejszyła swój udział węgla w miksie energetycznym PAK-u. W 2019 roku emisja CO2 w stosunku do roku wcześniejszego spadła o ponad 30%. Jednym z powodów było zakończenie działalności przez elektrownię Adamów, ale nawet w wartościach bezwzględnych, tzn. w przeliczeniu na jednostkę produkcji energii elektrycznej, emisyjność Grupy w odniesieniu do CO2 spadła o blisko 8%.

Zgodnie z deklaracjami 30 czerwca 2020 roku odstawieniu uległy dwa bloki węglowe w elektrowni Pątnów o mocy 200 MW każdy. Bloki 3 i 6 oddane zostały do eksploatacji w latach 1968/69 i przepracowały łącznie 631 117,1 godzin. Zmniejszeniu o 93 MW uległa również moc elektrowni Konin w wyniku odstawienia wyeksploatowanych instalacji węglowych.

Wycofanie z eksploatacji bloków węglowych w ZE PAK SA nie jest pierwszym tego typu przypadkiem. Na przestrzeni ostatnich 30 miesięcy wycofaniu z eksploatacji w ZE PAK SA uległo łącznie 1293 MW mocy węglowych, składa się na to 600 MW w elektrowni Adamów, łącznie 600 MW w elektrowni Pątnów oraz 93 MW w elektrowni Konin. Zmniejszenie potencjału wytwórczego przełożyło się na przestrzeni ostatnich lat na zmniejszenie zarówno produkcji energii z węgla brunatnego jak i zmniejszenie emisji CO2, SO2, Nox oraz pyłu.

Wycofane 30 czerwca 2020 z eksploatacji 493 MW mocy węglowych odpowiadały za 1 442 000 ton emisji, CO2 w 2019 roku, co oznacza, że o tę wielkość powinna spaść emisja Grupy ZE PAK SA w kolejnych latach. Zmniejszanie zarówno śladu węglowego jak i emisji innych substancji jest zbieżne z deklaracjami, które padły jako odpowiedź Spółki na inicjatywę głównego akcjonariusza ZE PAK SA Pana Zygmunta Solorza pod nazwą „Program Czysta Polska".

GRUPA KAPITAŁOWA ZE PAK S.A.

Elektrownia Konin, w której od 2012 roku eksploatowany jest blok biomasowy o mocy 50 MW, zostanie wkrótce powiększona o kolejną jednostkę biomasową o podobnej mocy. Tym samym elektrownia w Koninie stanie się pierwszą w kraju elektrownią węglową przekształconą na biomasową. Należy wspomnieć, że już obecnie miasto Konin ma zapewnione dostawy ciepła pochodzące w 100% z odnawialnych źródeł energii, ze wspomnianego bloku biomasowego.

W minionym roku Grupa informowała również o projekcie fotowoltaicznym, który ma być zlokalizowany na terenach wykorzystywanych wcześniej w działalności górniczej. Opracowanych zostało szereg innychpomysłów z zakresu wytwarzania energii z odnawialnych źródeł, magazynowania energii czy np. produkcji i wykorzystania wodoru.

Część z tych projektów jest już zgłoszona do specjalnego programu w ramach wsparcia środkami z UE regionów silnie uzależnionych od eksploatacji węgla (tzw. „Platforma węglowa"). Spółka przystąpiła również do „Porozumienia na rzecz sprawiedliwej transformacji energetycznej Wschodniej Wielkopolski", którego sygnatariusze tj.: przedstawiciele władz lokalnych, organizacji pozarządowych oraz przedsiębiorcy, wyrazili chęć współdziałania w celu maksymalnego wykorzystania wspólnego potencjału w procesie transformacji regionu.

Realizacja tych inwestycji obarczona jest dużym ryzykiem, a horyzont inwestycyjny w tego typu projektach jest mocno rozciągnięty w czasie. Akcjonariusze ZE PAK SA muszą być zatem przygotowani na okres, gdy z jednej strony Spółkę czekają wyzwania związane z segmentem węglowym, a z drugiej okres kapitałochłonnych, rozciągniętych w czasie inwestycji. Ich efektywność w dużej mierze będzie zależała od kształtu przyszłych uwarunkowań regulacyjnych i adaptacji nowych rozwiązań technologicznych.

Produkcja wodoru w ZE PAK Spółka Akcyjna to nowe źródło paliwa dla pojazdów osobowych i autobusów.

9 kwietnia 2020 r. ZE PAK Spółka Akcyjna (ZE PAK S.A.) podpisał kontrakt z firmą Hydrogenics Europe N. V. dotyczący zakupu elektrolizera HyLYZER 1000-30 do produkcji wodoru wraz z niezbędnym oprzyrządowaniem tj. stacją sprężarek 350 bar (2x750 m3) oraz stacją do napełniania magazynów mobilnych oraz usługą uruchomienia i serwisem. Wodór będzie produkowany dzięki energii produkowanej z biomasy (OZE) z wody.

Hydrogenics Europe N. V. z Belgii jest światowym liderem w projektowaniu i wytwarzaniu rozwiązań służących do przemysłowej i komercyjnej produkcji wodoru. Wodór wytwarzany będzie metodą elektrolizy wody z zastosowaniem technologii PEM (membran protonowymiennych).

GRUPA KAPITAŁOWA ZE PAK S.A.

Realizowany projekt będzie wykorzystywał technologię PEM (Proton Exchange Membrane), co oznacza, że produkowany wodór powstawał będzie bez szkodliwych produktów ubocznych.

Wytwarzanie wodoru za pomocą tej technologii polega na tym, że czysta demineralizowana woda rozkładana jest za pomocą prądu elektrycznego na wodór i tlen, co odbywa się na powierzchni specjalnych membran umożliwiających katalityczny proces rozkładu wody. Wodór wytworzony w PEM o ciśnieniu ok. 30 bar jest sprężany do ciśnienia ok. 350 bar (w stacji sprężania) i pompowany do magazynów mobilnych (poprzez stację napełniania).

Magazyny mobilne będą umożliwiać dostarczanie wodoru do stacji tankowania pojazdów osobowych i autobusów rozlokowanych w wielu miejscach w kraju. Do procesu elektrolizy wykorzystywana będzie energia elektryczna wytworzona w jednostkach wytwórczych Elektrowni Konin pracujących w oparciu o biomasę – jednostkach OZE, w tym z nowego bloku biomasowego powstałego w wyniku konwersji kotła węglowego na kocioł zasilany biomasą.

W pierwszym etapie budowy wytwórni wodoru zapotrzebowanie na energię elektryczną wyniesie 2,5 MW, a po wyposażeniu modułu w drugi elektrolizer 5 MW co pozwoli na produkcję 2 ton wodoru na dobę. Jeden elektrolizer pozwoli na eksploatację ok. 50 autobusów na dobę, z których każdy przejeżdża dziennie ok. 250 km.

Mając na uwadze podpisany kontrakt ZE PAK SA dołączy do grona pionierów w produkcji wodoru metodą elektrolizy, w którym znajdują się już zakłady austriackie, niemieckie, japońskie czy australijskie.

Opisany powyżej przykład działalności Grupy Kapitałowej ZE PAK SA pokazuje modelową transformację przedsiębiorstwa które pierwotnie funkcjonowało w oparciu o wykorzystanie paliw kopalnych a dzięki przyjętej strategii transformowało do modelu uwzględniającego wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i paliw neutralnych dla klimatu.

H2IDEA

SZCZECIN, 2024

Dofinansowane przez Unię Europejską

DIALOG of Transformation

FERI

ECRN European Chemical Regions Network

zielona chemia

KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

H2IDEA

H2idea to ogólnopolski konkurs skierowany do uczniów szkół ponadpodstawowych (licea, technika, szkoły zawodowe), w którym uczniowie w 2-5-osobowych grupach pod opieką nauczyciela/opiekuna przygotują projekt (techniczny, informatyczny lub procesowy), którego rezultat będzie częścią gospodarki wodorowej lub będzie miał bezpośredni wpływ na rozwój tego sektora gospodarki. H2idea to inicjatywa społeczna, która ma na celu propagowanie energetyki wodorowej wśród młodzieży.

Organizatorem głównym konkursu jest TÜV SÜD Polska Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie oraz partnerzy Samorząd Województwa Wielkopolskiego, Instytut Energetyki, Klaster Technologii Wodorowych oraz Fundacja Empiria i Wiedza i firma Polowiec i Wspólnicy Sp. J.

Głównym celem konkursu jest:

a. rozwój wiary we własne możliwości, nieodzownej w dorosłym życiu
b. rozwój wyobraźni, spostrzegawczości
c. wyczulenie na potrzeby rynku (nowe produkty, usługi)
d. zdobywanie umiejętności pracy w zespole
e. rozbudzanie wyobraźni technicznej, rozwijanie pomysłowości oraz krzewienie twórczego myślenia
f. poszukiwanie innowacji i świeżych pomysłów, inspiracja zielonymi technologiami.

W trakcie pracy nad Projektem zespoły powinny wykazać swoje umiejętności w szczególności w:

a. poszukiwaniu pomysłów - co można zmienić, udoskonalić, wymyślić w całym łańcuchu dostaw i wartości gospodarki wodorowej,
b. zbieraniu informacji - jak można to zrobić, z jakiego materiału, jakimi narzędziami, w jakiej kolejności,
c. pracy analitycznej – na podstawie zebranych informacji przeprowadzenie analizy rynku, konkurencji, technologii, analizy SWOT,
d. pracy koncepcyjnej – zaprojektowanie rozwiązania technicznego, informatycznego lub procesowego z definicji innowacyjnego,
e. przygotowywaniu prezentacji i w przypadku zaproszenia przedstawieniu swojej pracy przed komisją składającą się z ekspertów,
f. kształcenie umiejętności wykorzystywania posiadanej wiedzy w praktyce, rozwój pomysłowości i zaradności.

H2IDEA

Elementami Projektu powinny być:

a. wprowadzenie przedstawiające zagadnienie projektowe z uzasadnieniem,
b. podstawowe analizy rynku (klientów, konkurencji), dostępnych rozwiązań technicznych,
c. przedstawienie projektu (technicznego, informatycznego lub procesowego) z uzasadnieniem innowacyjności rozwiązania, jego wpływu na sektor gospodarki na otoczenie, na środowisko.
d. jakie zmiany i dlaczego zostały wprowadzone lub dlaczego został wymyślona przedstawiana koncepcja. Porównanie z istniejącymi produktami o pokrewnym zastosowaniu.
e. przedstawienie projektu powinno być maksymalnie szczegółowe a sam projekt powinien być ambitny i realizowalny w proponowanej przez zespół formule. Powinien być innowacyjny, wpływać pozytywnie na środowisko i przynosić wymierne rezultaty po jego implementacji.
f. krótki opis przebiegu pracy (podział zadań, bariery i sposoby ich mitygacji).

Inicjatywa TÜV SÜD Polska, daje młodym ludziom okazję do aktywnego uczestnictwa w transformacji energetycznej kraju.

Multidyscyplinarny charakter, obejmujący zagadnienia z fizyki, chemii, matematyki i informatyki jest kluczem do wypracowania innowacyjnych rozwiązań w zakresie OZE. To doskonała okazja dla uczniów do rozwijania swoich umiejętności i kompetencji w tych dziedzinach, a także do zrozumienia i zastosowania w praktyce idei związanych z gospodarką wodorową. Konkurs stanowi doskonałą platformę do kreatywnego myślenia, rozwiązywania problemów i współpracy w zespole.

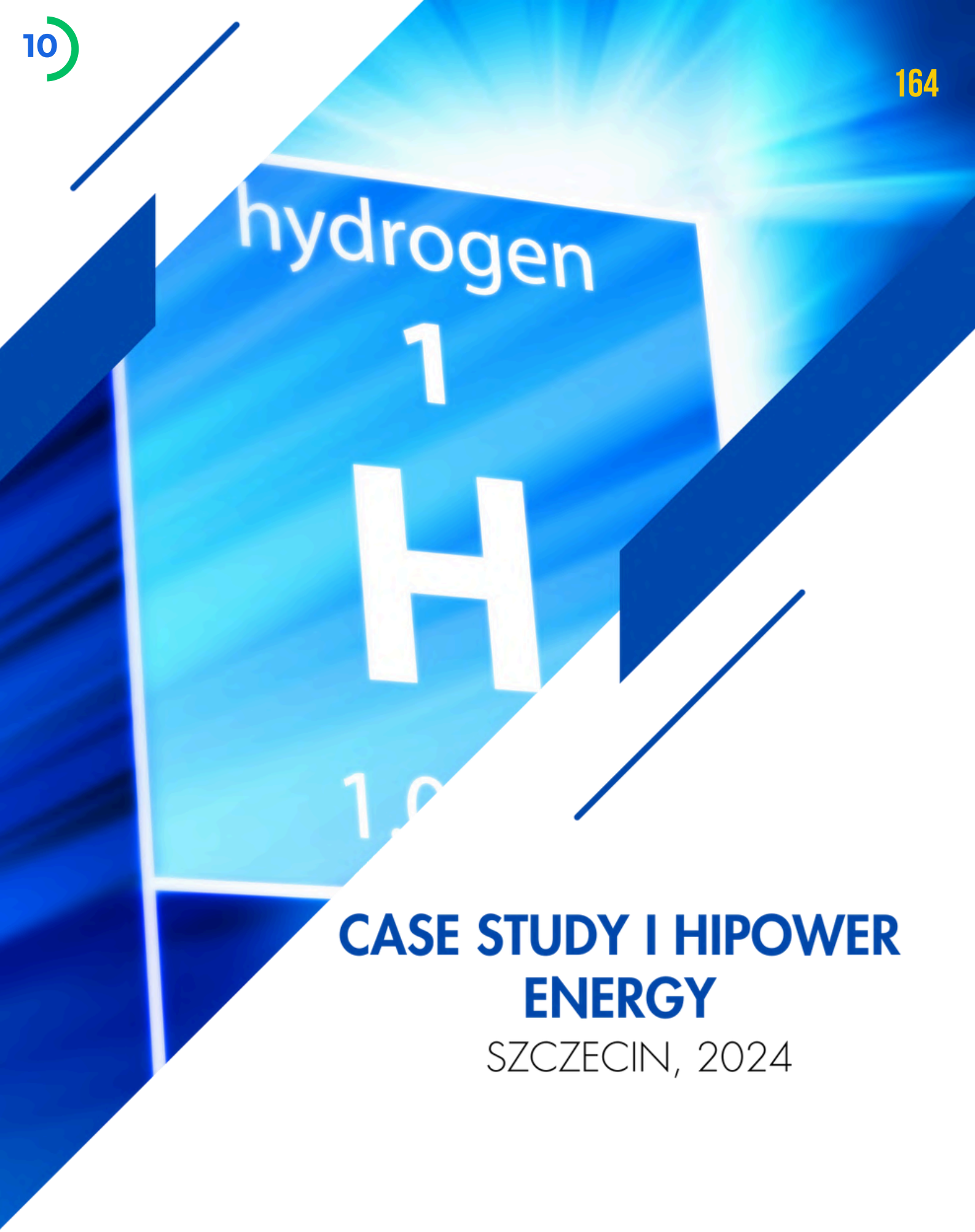
Jest to również szansa dla młodych ludzi na zdobycie wiedzy, umiejętności i doświadczenia w zakresie zielonego wodoru. Poprzez udział w tym konkursie, uczestnicy mają możliwość aktywnego włączenia się w tworzenie przyszłości i wpływu na kształtowanie zrównoważonego rozwoju energetyki. Budowa kompetencji w gospodarce wodorowej jest kluczowa dla osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju, a H2idea stwarza platformę, na której młodzi ludzie mogą rozwijać swoje umiejętności i przyczyniać się do tego ważnego procesu dla przyszłych pokoleń.

Inicjatywa H2idea to niezwykle istotne dla naszej przyszłości i dla budowy świadomego społeczeństwa działanie, które będzie zdolne do podejmowania innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie energetyki, a dalej klimatu i ograniczenia galopujących zmian klimatycznych. Dzięki zaangażowaniu młodych umysłów i ich zdolności do krytycznego myślenia, jesteśmy w stanie przyspieszyć rozwój gospodarki wodorowej i osiągnąć zrównoważony i zeroemisyjny przyszły system energetyczny.

H2IDEA

H2idea to nie tylko konkurs, ale również platforma edukacyjna, która promuje i rozwija wiedzę na temat gospodarki wodorowej. Daje uczniom możliwość zapoznania się z tym dynamicznym sektorem, a także inspirowania się i współpracy z innymi uczestnikami. To inwestycja w przyszłość, w której młodzi ludzie odgrywają kluczową rolę jako innowatorzy i liderzy zmiany.

Budowa kompetencji w gospodarce wodorowej jest niezbędna, aby stawić czoła wyzwaniom związanym z transformacją energetyczną i zapewnić zrównoważony rozwój. H2idea to inicjatywa, która zachęca młodych ludzi do zaangażowania się w budowanie przyszłości opartej na wodorze. Poprzez rozwijanie umiejętności i kreatywności, uczestnicy konkursu stają się kluczowymi graczami w kształtowaniu gospodarki wodorowej i przyczyniają się do budowy lepszej przyszłości dla nas wszystkich.



CASE STUDY I HIPOWER ENERGY

SZCZECIN, 2024

Dofinansowane przez Unię Europejską

DIALOG of Transformation

FERI

ECRN European Chemical Regions Network

zielona chemia

KRAJOWY KLASTER KLUCZOWY

CASE STUDY I HIPOWER ENERGY

Polscy naukowcy opracowali technologię, która ma rozwiązać problem ubytków wodoru podczas jego magazynowania, transportowania oraz przesyłania. Wdraża ją również polska firma - hiPower Energy - która szacuje wartość rynku zbiorników wodoru na 1,5 mld dol.

Polscy naukowcy z Politechniki Wrocławskiej opracowali technologię, która ma rozwiązać problem strat przy przechowywaniu i transporcie wodoru.

Komercyjnym jej wdrożeniem zajęła się również polska firma hiPower Energy, której spółka hiPower Institute of Materials, opracowała technologię zabezpieczającą przenikanie cząstek wodoru przez zbiorniki i rury, w których przechowywany i transportowany jest wodór.

Skuteczność polskiej technologii została potwierdzona w certyfikowanym laboratorium testującym zbiorniki na wodór w Niemczech. Wynik potwierdził blisko 100-proc. skuteczność zatrzymania gazowego wodoru w zbiorniku.

Wodór ma być paliwem przyszłości, zwłaszcza dla przemysłu, dla którego może to być najskuteczniejszy sposób na dekarbonizację. Wciąż jednak jesteśmy na początku drogi rozwoju gospodarki wodorowej. Inwestycji wymagają zwłaszcza źródła wytwórcze zielonego, czyli tego najbardziej pożądanego, bez emisyjnego wodoru, który dziś stanowi jedynie 1 proc. globalnej produkcji. Aż 70-80 proc. tego gazu jest wytwarzane wciąż na świecie metodą reformingu paliw ropopochodnych, głównie metanu.

Magazynowanie i transport wodoru wciąż pozostaje wyzwaniem. Ze względu na swoją charakterystykę, cząstki tego gazu przenikają praktycznie każdą barierę, dlatego straty wodoru w wyniku jego przenikania mierzy się obecnie w dziesiątkach miliardów dolarów. Roczny ubytek wodoru dla pojedynczej platformy transportowej, składającej się z kilku zbiorników, może wynosić nawet 1000 kilogramów tego cennego gazu.

Z rozwiązaniem tego problemu przychodzą polscy naukowcy, współpracujący z polskim biznesem w ramach hiPower Institute of Materials. W 2024 r. do grupy hiPower Energy dołączyła spółka hiPower Institute of Materials, która specjalizuje się w opracowywaniu i komercjalizacji funkcjonalnych warstw powierzchniowych uzyskanych na bazie technologii zol-żel. Innowacyjne materiały o skuteczności potwierdzonej badaniami laboratoryjnymi zwiększają szczelność zbiorników do przechowywania i transportowania wodoru oraz innych problematycznych substancji. Zalety materiałów powłokowych nowej generacji umożliwiają ich szerokie zastosowanie także w medycynie, przemyśle i branży budowlanej.

CASE STUDY I HIPOWER ENERGY

To spółka notowanej na rynku NewConnect grupy hiPower Energy (dawniej Areny.pl SA), która opracowała technologię zabezpieczającą przenikanie cząstek wodoru przez zbiorniki i rury, w których przechowywany i transportowany jest wodór.

Technologia polskich naukowców wdrażana przez polską firmę może zrewolucjonizować branżę wodorową na całym świecie.

Opracowana przez współpracujących z hiPower Institute of Materials (IoM) naukowców z Politechniki Wrocławskiej innowacyjna powłoka barierowa wraz z kompleksowym systemem nanoszenia i walidacji na dowolne, w tym skomplikowane geometrycznie oraz wielkoformatowe powierzchnie, ma zrewolucjonizować branżę wodorową.

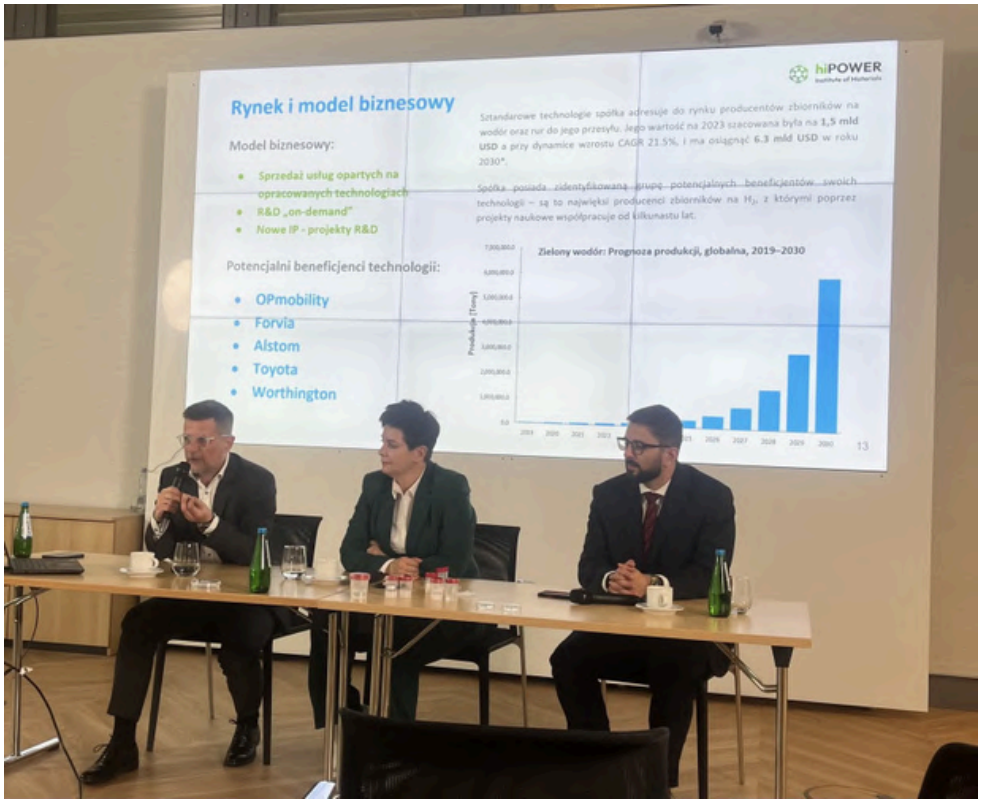
Technologia ta – zgodnie z zapewnieniami jej autorów – ze względu na nieosiągalną dotąd szczelność powłoki zol-żelowej, opracowanej przez spółkę hiPower IoM, rozwiązuje problem ubytków wodoru podczas jego magazynowania, transportowania oraz przesyłania.

Spółka dysponuje wyłącznym prawem do zastrzeżeń know-how, które są podstawą do tworzenia technologii innowacyjnych warstw barierowych minimalizujących straty wodoru. Jest także właścicielem wielowarstwowego systemu nakładania powłok „FineCoat4PressureVessel", którego zastosowanie gwarantuje zachowanie unikalnych właściwości warstw funkcjonalnych.

Skuteczność polskiej technologii została potwierdzona w certyfikowanym laboratorium testującym zbiorniki na wodór w Niemczech. Wynik potwierdził blisko 100-proc. skuteczność zatrzymania gazowego wodoru w zbiorniku.

Dzięki pracy zespołu badawczego udało się otrzymać warstwę, która praktycznie w pełni zabezpiecza wodór przez przenikaniem przez używane obecnie do przechowywania wodoru zbiorniki IV generacji.

CASE STUDY I HIPOWER ENERGY



Technologia powłok zol-żelowych może mieć również o wiele szersze zastosowanie niż tylko branża wodorowa.

Innowacyjna powłoka barierowa powstała w oparciu o metodę zol-żel, która pozwala na otrzymywanie wieloskładnikowych materiałów bezpośrednio, a więc bez konieczności wytwarzania półproduktów lub zastosowania kosztownych technologii przetwarzania. Technologia zol-żel daje szerokie możliwości w obszarze tworzenia powłok uszlachetniających powierzchnie różnorodnych materiałów. Dzięki jej wykorzystaniu nasz zespół naukowców opracował już m.in. maty izolacyjne na bazie aerożeli i PET z recyklingu, szereg powłok antykorozyjnych, adhezyjnych i samoregenerujących się, oraz nanometryczne i submikronowe proszki, które znajdą zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu.

Powłoki te mogą być zastosowane do pokrycia metali, polimerów, szkła, praktycznie każdej powierzchni, dzięki czemu polska technologia może mieć naprawdę szerokie zastosowanie. Przykładem może być pokrycie powłoką masztu wiatraka, co uodporni konstrukcję na szkodliwe działanie chociażby warunków pogodowych. W branży medycznej powłoki o aktywności biologicznej pozwolą poprzez pokrywanie warstwami różnego rodzaju implantów medycznych np. na kontrolowane uwalnianie leku do organizmu.

CASE STUDY I HIPOWER ENERGY

Opracowana technologia stanowi fundament technologiczny, na którym można budować konkretne funkcjonalne rozwiązania dla różnych branż, począwszy od branży gospodarki wodorowej, przez branżę budowlaną, tekstylną, medyczną, metalurgiczną.

Swoje technologie spółka hiPower IoM kieruje głównie do producentów zbiorników na wodór oraz rur do jego przesyłu. Firma szacuje, że wartość tego rynku to 1,5 mld dol., a do 2030 r. może to być już nawet 6,3 mld dol.

Docelowo firma chce oferować swojego rodzaju R&D on demand, co oznacza, że swoje technologie będzie dostosowywać do potrzeb klientów.

SZKOLENIE DNV NA TEMAT PRZESYŁU WODOROWEGO

DNV jest międzynarodowym akredytowanym towarzystwem rejestrującym i klasyfikacyjnym z siedzibą w Norwegii. Świadczy usługi dla kilku branż, w tym morskiej, naftowej i gazowej, energii odnawialnej, elektryfikacji i opieki zdrowotnej. Organizuje "Szkolenie w zakresie transmisji wodoru" w Centrum Technologicznym DNV w Groningen.

Zakres

Szkolenie zapewnia kompleksowy przegląd przesyłu wodoru i mieszania go z gazem ziemnym w kontekście usług związanych z gazem ziemnym. Uczestnicy zagłębią się w takie tematy, jak produkcja, przesył i wykorzystanie wodoru, a także kluczowe kwestie związane z modernizacją lub zmianą przeznaczenia istniejącej infrastruktury na potrzeby wykorzystania wodoru. Uwzględniono również wyzwania związane z bezpieczeństwem i eksploatacją w przyszłych operacjach. Ponadto trzydniowy program obejmuje zwiedzanie Centrum Technologicznego DNV w Groningen, podczas którego zademonstrowane zostaną różne zastosowania wodoru, aby uzyskać praktyczny wgląd w koncepcje szkoleniowe.

W kwietniu 2023 roku DNV odsłoniło swoje nowe Centrum Technologiczne w kampusie Zernike w Groningen, dynamicznym centrum przedsięwzięć edukacyjnych, handlowych i badawczych. Ten najnowocześniejszy obiekt, zaprojektowany z myślą o zrównoważonym rozwoju, jest wyposażony w najnowocześniejszą aparaturę testową, która wspomaga badania prowadzone przez DNV w zakresie dekarbonizacji infrastruktury energetycznej.

Kompetencje

Po ukończeniu kursu uczestnicy zdobędą wszechstronne kompetencje w kilku kluczowych obszarach:

- Techniczna wiedza na temat modernizacji infrastruktury gazu ziemnego do transportu wodoru.
- Znajomość ram regulacyjnych i zasad regulujących konwersję rurociągów.
- Ocena ekonomicznej wykonalności projektów przebudowy rurociągów.
- Biegłość w zagadnieniach bezpieczeństwa związanych z konwersją rurociągów wodorowych.
- Wiedza na temat właściwości wodoru i jego wpływu na infrastrukturę i urządzenia końcowe.
- Doświadczenie w mieszaniu wodoru z gazem ziemnym i przechodzeniu na czysty wodór w różnych sektorach, takich jak środowisko budowlane, przemysł i transport.
- Zrozumienie wpływu zarządzania siecią i zdolności energetycznych związanych z przejściem na wodór.

Grupa docelowa:

Szkolenie jest przeznaczone dla zróżnicowanej grupy odbiorców, w tym:

- Operatorzy rurociągów dążący do przekształcenia systemów energetycznych w celu pozyskania wodoru.
- Decydenci rządowi i organy regulacyjne zaangażowane w politykę transformacji energetycznej.
- Inżynierowie i zarządzający aktywami odpowiedzialni za ocenę i wdrażanie inicjatyw związanych ze zmianą przeznaczenia.
- Specjaliści z branż zależnych od gazu ziemnego, dążący do zrozumienia konsekwencji przejścia na wodór.
- Interesariusze zaangażowani w sektory przemysłowe i transport, przygotowujący się do włączenia wodoru do swojej działalności.

Dofinansowane przez Unię Europejską

MIĘDZYUCZELNIANE STUDIA MAGISTERSKIE W ZAKRESIE TECHNOLOGII WODOROWYCH

Międzyuczelniane studia magisterskie w zakresie technologii wodorowych są organizowane przez kilka ośrodków szkoleniowych i uniwersytetów w Katalonii. Petronor-Repsol promuje ten tytuł magistra, zaprojektowany i zatwierdzony przez 5 uniwersytetów: Mondragon Unibertsitatea, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat Rovira i Virgili, University of the Basque Country/ Euskal Herriko Unibertsitatea i Uniwersytet w Saragossie, wraz z 6 innymi ośrodkami szkoleniowymi i badawczymi: Centrum Zintegrowanego Szkolenia Zawodowego Somorrostro, Centrum Szkolenia Zawodowego Comte de Rius, Institut Escola del Treball, Zintegrowane Publiczne Centrum Kształcenia Zawodowego w Pirámide, Fundacja Wodorowa w Aragonii oraz Szkoła Organizacji Przemysłowej.

Zakres

Celem studiów jest wyposażenie profesjonalistów w wiedzę specjalistyczną związaną z całym łańcuchem wykorzystania wodoru, obejmującym wytwarzanie, magazynowanie, transport, dystrybucję, transformację i zastosowania. Metodyka szkolenia obejmuje zajęcia teoretyczne obejmujące różne procesy i przemiany zachodzące na każdym etapie łańcucha wartości. Praktyczne zastosowanie rozwiązań zapewnione jest poprzez sesje laboratoryjne, symulacje z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania oraz wizyty techniczne w firmach wykorzystujących wodór w procesach produkcyjnych.

Kompetencje:

Studia zapewniają wszechstronne umiejętności w zakresie technologii wodorowych. Studia magisterskie obejmują produkcję wodoru, systemy spalania, ogniwa paliwowe oraz ich eksploatację i konserwację z tym związane. Obejmuje również wpływ tych technologii na gospodarkę i środowisko. Kurs dotyczy systemów magazynowania, transportu i dystrybucji wodoru oraz przygotowuje osoby do zastosowania tych technologii na poziomie przemysłowym, mobilności oraz użytku miejskiego/mieszkaniowego. Wreszcie, obejmuje zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem zgodnie z obowiązującymi przepisami. Ogólnie rzecz biorąc, przygotowuje osoby do różnych ról w tej rozwijającej się dziedzinie.

Grupa docelowa:

Studia magisterskie skierowane są do profesjonalistów zainteresowanych szkoleniem w zakresie technologii wodorowych i ich zastosowań, specjalitów zajmujących się europejskimi strategiami dekarbonizacji i promocją przemysłowego sektora wodorowego:

- Kierownicy projektów i technicy z firm, które wprowadzają lub planują w przyszłości wprowadzić technologie wodorowe do swoich produktów lub usług.
- Profesjonaliści z sektora przemysłowego lub technologicznego zainteresowani potencjałem tej nowej technologii w zakresie otwierania nowych możliwości zawodowych.
- Firmy dystrybucyjne z sektora energetycznego, które w przyszłości zamierzają oferować swoje produkty i usługi sektorowi wodorowemu i które muszą zacząć przygotowywać swoich techników.

WODÓR: KLUCZOWY ELEMENT UKŁADANKI W TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ ‘UGAIN’

UGent Academy for Engineers, organizuje intensywne szkolenia, które odzwierciedlają aktualny stan techniki i nauki, wypełnia lukę w wiedzy wśród młodych absolwentami i oferuje pracownikom z wieloletnim doświadczeniem możliwość ukierunkowania swojej kariery w nowym kierunku. Szkolenie "Wodór: kluczowy element układanki w transformacji energetycznej" przyczynia się do stworzenia profesjonalnej oferty szkoleniowej w zakresie wodoru, dostosowanej do potrzeb przedsiębiorstw.

Zakres

Ten podyplomowy program szkoleniowy koncentruje się na wodorze, podkreślając jego kluczową rolę w transformacji energetycznej w kierunku zrównoważonego i odpornego na zmianę klimatu społeczeństwa i gospodarki.
Obejmuje różne aspekty technologii wodorowej, w tym produkcję, konwersję, magazynowanie, transport, użytkowanie, bezpieczeństwo i wykorzystanie biznesowe. Program ma na celu wyposażenie uczestników w niezbędne kompetencje do poruszania się po całym łańcuchu wartości wodoru.

Źródło: https://www.ugain.ugent.be

Kompetencje

Uczestnicy będą rozwijać kompetencje w całym łańcuchu wartości wodoru, w tym między innymi w zakresie produkcji, konwersji, magazynowania, transportu i wykorzystania w różnych sektorach. Program kładzie nacisk na wiedzę teoretyczną połączoną z praktycznymi spostrzeżeniami zdobytymi podczas wizyt branżowych. Poruszono również kwestie bezpieczeństwa i certyfikacji procesów i zastosowań związanych z wodorem.

Grupa docelowa:

Program ten jest skierowany przede wszystkim do osób pracujących w firmach dążących do przejścia na wodór, takich jak firmy z sektora stalowego lub chemicznego, lub osób zaangażowanych w opracowywanie, projektowanie lub wdrażanie technologii wodorowej do określonych zastosowań, takich jak transport lub przemysł. Jest on specjalnie dostosowany do potrzeb specjalistów technicznych, którzy chcą poszerzyć swoją wiedzę w zakresie technologii wodorowej. Minimalnym warunkiem uczestnictwa jest co najmniej techniczny poziom wiedzy licencjackiej.

H2HUB W SAKSONII-ANHALT

Od lutego 2023 r. trwają wspólne działania Uniwersytetu Nauk Stosowanych w Merseburgu, Uniwersytetu Otto von Guericke w Magdeburgu oraz Uniwersytetu Nauk Stosowanych w Saxoni-Anhalt w celu utworzenia centralnego centrum H2HUB do szkolenia i dalszego kształcenia.

Zakres

Celem jest nakreślenie punktów przecięcia między wymaganiami firmy a zalecanym programem szkoleń i dokształcania, przy jednoczesnym wskazaniu synergii i wykorzystaniu ich potencjału. Przyszli specjaliści będą potrzebowali zarówno specjalistycznej wiedzy, jak i kompleksowego zrozumienia gospodarki wodorowej.

Wcześniej prowadzone oddzielne formaty szkoleń i dalszego kształcenia partnerów sieciowych zostaną teraz skonsolidowane i wzbogacone o opcje uzupełniające. Koordynacja zadań i kompetencji w zakresie opracowywania formatów transferu wiedzy zostanie zsynchronizowana między partnerami sieciowymi i przekształcona w wspólne oferty projektowe.

Cele programu edukacyjnego jest:

- dostarczenie wiedzy, jak skonfigurować system wodorowy i zrozumieć, jak działają poszczególne komponenty;
- Wizualizacja kompetencji, jakie powinni posiadać specjaliści w sektorze wodorowym i jakie są ich zadania;
- Poszerzenie zawartościć systemu szkoleń poprzez dodanie modułów, "zadania" i scenariusze;
- Wizualizacja i wirtualne zastosowanie aktualnych prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie wodoru.

Innowacyne rozwiązania edykacyjne:

- Profesjonalna gra VR dla studentów;
- Modelowanie parametrów transferów energii pomiędzy różnymi zastosowaniami;
- Opracowanie ogólnego prototypu w celu symulacji ekonomicznej;
- Modelowanie parametrów z uwzględnieniem zasobów stałych i nieciągłych oraz różnych wartości zużycia.

Opracowanie programu dokształcania w zakresie wybranych zagadnień łańcucha wartości wodoru dla szerokiego grona grup docelowych, np. dla producentów i operatorów instalacji, planistów i wykonawców projektów, decydentów w przedsiębiorstwach lub gminach itp.

Grupa docelowa:

Studenci, specjaliści i kadra kierownicza zostaną przeszkoleni w zakresie obszarów wiedzy z zakresu gospodarki wodorowej zgodnie ze swoimi potrzebami (studia licencjackie lub magisterskie, dalsze kształcenie w niepełnym wymiarze godzin).

Dofinansowane przez Unię Europejską

PROGRAM DLA KADRY KIEROWNICZEJ DOT. WODORU W NEW ENERGY BUSINESS SCHOOL

New Energy Business School, założona w 2002 roku przez Gasunie, Gazprom i Uniwersytet w Groningen, do której później dołączyły Shell i Enagás, ewoluowała z czasem. W 2017 roku połączyła się z Energy Valley i Energy Academy Europe, tworząc Koalicję Nowej Energii.

Koalicja ta ma na celu zgromadzenie naukowców, przedsiębiorców i decydentów w celu pobudzenia innowacji, osiągnięcia przełomu w technologii i wiedzy oraz wprowadzenia zmian w sposobie myślenia i zachowaniach dotyczących transformacji energetycznej. Szkoła biznesu jest odpowiedzialna za organizację kursu "Executive Programme Hydrogen".

Zakres

Szkolny "Program wykonawczy Wodór" koncentruje się na kluczowych tematach napędzających rewolucję wodorową, w tym na względach geopolitycznych, modelach finansowania, rozwoju infrastruktury i protokołach bezpieczeństwa. Program ten wyposaża uczestników w prognozę strategiczną, wiedzę techniczną i ocenę technik zarządzania potrzebnych do wprowadzenia znaczących zmian w sektorze wodorowym.

Kompetencje

Program składa się z trzech modułów. Początkowy moduł, trwający dwa dni, odbywa się w Rotterdam School of Management w Holandii. Segment ten koncentruje się na łańcuchach wartości wodoru, rozwoju rynku i jego wiodącej pozycji.
Następnie, drugi moduł, również trwający dwa dni, odbywa się na Uniwersytecie Biznesowym Nyenrode w Breukelen w Holandii. Ten moduł bada rolę portów, strategie importu wodoru i obejmuje warsztaty na temat myślenia projektowego. Metodologia ta pomaga we wdrażaniu innowacji i sprzyja wczesnemu zaangażowaniu się zainteresowanych stron.
Trzeci moduł, zlokalizowany w Norwegii, skupia się na produkcji i wdrażaniu wodoru. W okresie przejściowym uczestnicy będą mieli za zadanie stworzyć esej o nowej energii, który zostanie zaprezentowany podczas drugiego modułu.

Grupa docelowa:

Zajęcia są przeznaczone dla wkadry kierowniczej z sektora wodorowego, które są zmotywowane do kształtowania przyszłości branży energetycznej. Jest przeznaczony dla liderów, innowatorów i wizjonerów zaangażowanych w napędzanie zmian transformacyjnych poprzez strategiczną integrację i rozwój technologii wodorowych. Jest to program przeznaczony dla osób posiadających wiedzę i doświadczenie w sektorze energetycznym.

Dofinansowane przez Unię Europejską

PROGRAM PILOTAŻOWY ‘DUBLIN HYDROGEN WHRIGHTBUS‘

Pierwsze autobusy wodorowe zakupiono latem 2021 r.; pierwsze na świecie piętrowe autobusy wodorowe znalazły się w stolicy Irlandii, w Dublinie. W ramach projektu współpracowała firma Bus Éireann wraz z Krajowym Urzędem Transportu, a także firmą Wrightbus, która stworzyła autobusy. Autobusy te były pierwszymi autobusami napędzanymi wodorowymi ogniwami paliwowymi zastosowanymi w irlandzkim transporcie publicznym, co stanowiło znaczący postęp w kierunku floty pojazdów o zerowej emisji, przy całkowitych inwestycjach o wartości ponad 2 mln euro (około 2,4 mln euro) obejmujących zakup trzech pojazdów o zerowej emisji pojazdy emitujące spaliny. Wykorzystane modele autobusów to „Wrightbus Streetdeck H2 FCEV” wyprodukowane przez firmę Bamford Bus Company i zmontowane w Galgorm w Irlandii Północnej.

W ramach programu pilotażowego dotyczącego technologii paliw alternatywnych NTA i Bus Éireann oceniły autobusy w trakcie ich eksploatacji. Początkowo firma BOC Gases Ireland dostarczała wodór do autobusów, który był tankowany w zakładzie Bluebell w Dublinie.

Hydrogen Whrightbus we współpracy z Krajowym Urzędem Transportu (TFI)

Źródło: https://council.ie/new-hydrogen-buses-for-initial-use-on-commuter-route-105x/

Minister transportu w momencie odsłonięcia, Eamon Ryan TD, wyjaśnił, że „Ograniczenie emisji dwutlenku węgla z transportu ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia naszych celów klimatycznych, a także poprawi jakość powietrza w przypadku wszystkich... inne technologie, takie jak akumulatory elektryczne, bardzo dobrze się do tego nadają do usług autobusowych na obszarach miejskich, ale na dłuższych trasach dojazdowych i międzymiastowych, technologia wodorowych ogniw paliwowych to innowacyjna, zeroemisyjna alternatywa dla oleju napędowego... Szczególnie cieszę się, że Wrightbus Streetdeck, który jest pierwszym takim autobusem na świecie , jest montowany w Irlandii Północnej i że Bus Eireann pilotuje te autobusy na trasie podmiejskiej między Dublinem a Ratoath".

Trzy z wyżej wymienionych autobusów zeroemisyjnych weszły do użytku na trasie Bus Éireann Route 105x pomiędzy Dublinem a Ratoath w County Meath w lipcu 2022 r. Po uruchomieniu tej trasy, tuż po roku, autobusy przejechały bezemisyjnie ponad 60 000 km, oszczędzając ponad 50 ton CO2 z rur wydechowych i 20 000 litrów paliwa. Można to porównać do podróży z Dublina do Sydney 3.5 razy.

Autobusy wodorowe działają podobnie do autobusów akumulatorowo-elektrycznych, ponieważ dzięki energii elektrycznej wytwarzanej przez ogniwa paliwowe i zbiorniki wodoru na pokładzie pojazd może podróżować dalej niż konwencjonalne pojazdy elektryczne. Autobusy te emitują jedynie parę wodną uwalnianą z rury wydechowej znajdującej się z tyłu pojazdu. Ma to ogromne korzyści dla środowiska, ponieważ zmniejsza zanieczyszczenie miasta. Tradycyjne autobusy z silnikiem diesla wydalają zanieczyszczające gazy, których stężenie zwiększa się wraz z korkami na drogach. Para wodna, choć jest gazem cieplarnianym, w porównaniu z dwutlenkiem węgla czy metanem pozostaje w atmosferze tylko przez kilka dni i jest mniej szkodliwa dla zdrowia publicznego.

Źródło: https://www.irishexaminer.com/news/arid-40336385.html

Oprócz tego, że pojazdy są przyjazne dla środowiska, konsumenci Dublin Bus Éireann przyjęli je z wielkim entuzjazmem. Jeden autobus może przewieźć do 79 pasażerów, i pojazdy są w pełni dostępne dla osób z niepełnosprawnością ruchową. Co więcej, brak konwencjonalnego silnika spalinowego w modelach z silnikiem diesla skutkuje znacznie niższym poziomem hałasu zarówno w obszarach miejskich, jak i podmiejskich.

KRAJOWE STOWARZYSZENIE HYDROGEN IRLANDIA

Krajowe stowarzyszenie znane jako HydrogenIreland (H2IRL) stanowi platformę dla irlandzkiej społeczności zajmującej się wodorem, zarówno w Republice Irlandii, jak i Irlandii Północnej. Celem H2IRL jest zwiększanie świadomości na temat wodoru i wpływanie na zmiany polityki pod ogólnym nadzorem Europejskiego Stowarzyszenia Wodorowego i Hydrogen Europe, pomagając w zapewnianiu zrównoważonej energii odnawialnej zarówno na północy, jak i na południu wyspy Irlandii.

Firmy, instytucje akademickie, ośrodki badawcze i decydenci tworzą razem H2IRL, które służy jako forum i głos dla społeczności wodorowej. H2IRL stanowi centrum wiedzy o wodorze na wyspie Irlandii, zachęca do produkcji i sprzedaży wodoru oraz powiązanych technologii, a także sprawia, że wodór stanie się w przyszłości zrównoważonym źródłem energii. Zwiększanie powszechnego wykorzystania czystej energii i odnawialnych źródeł energii poprzez łączenie organizacji jest kluczowym aspektem H2IRL.

Stowarzyszenie działa w imieniu swoich członków, dostarczając pomoc i wiedzę, aby wodór i ogniwa paliwowe stały się kluczowym elementem gospodarki niskoemisyjnej na całej wyspie; dlatego wiedza specjalistyczna w zakresie komunikacji i organizacji jest kluczowa.

Hydrogen Ireland

H2IRL istnieje, aby zapewniać wartość swoim członkom poprzez:

- **Zdecydowane popieranie pozytywnego otoczenia społecznego, politycznego i gospodarczego:** rozwój odnawialnej energii wodorowej i ogniw paliwowych na wyspie Irlandii, która rozwija gospodarkę o zerowej i niskoemisyjnej gospodarce.
- **Reprezentowanie wspólnych interesów swoich członków:** zbiorowe podejście mające na celu maksymalizację wpływu i skuteczności.
- **Zapewnienie wspólnego głosu:** rozwiewanie obaw związanych z energią wodorową i ogniwami paliwowymi.
- **Udostępnianie informacji niewrażliwych komercyjnie:** ułatwianie transferu wiedzy.

- **Promowanie rozwoju najlepszych praktyk:** opracowywanie wytycznych i standardów bezpieczeństwa w zakresie wdrażania ogniw paliwowych i wodoru.
- **Wpływanie na politykę rządu i firm w Irlandii:** wspieranie rozwoju, demonstracji i zamówień w zakresie energii wodorowej i ogniw paliwowych.
- **Wpływanie na politykę organizacji sektora publicznego i prywatnego:** wspieranie wdrażania energii wodorowej i ogniw paliwowych na wyspie Irlandii.
- **Reprezentowanie interesów członków:** w organizacjach europejskich i międzynarodowych.

Hydrogen Ireland: Podsumowanie projektu GENCOMM

Projekt GENCOMM realizowany w latach 2017–2023 miał na celu sprostanie wyzwaniom w zakresie zrównoważonego rozwoju energetycznego Europy północno-zachodniej poprzez wdrożenie inteligentnych matryc energetycznych opartych na wodorze. Celem projektu było wdrożenie trzech instalacji pilotażowych, które połączą trzy główne źródła odnawialne w północno-zachodniej Europie (energia słoneczna, energia wiatrowa i bioenergia) z formami zapotrzebowania na energię (ogrzewanie, energia elektryczna i paliwa transportowe). Belfast Metropolitan College, jako organizacja wiodąca, współpracowała z National University of Ireland w Galway, a także innymi organizacjami z Wielkiej Brytanii, Irlandii, Danii, Luksemburga, Francji i Belgii, wykorzystując 7,07 mln euro dofinansowania UE w ramach całkowitego budżetu w wysokości 11,79 mln EUR dla trzech instalacji pilotażowych.

W oparciu o powyższe instalacje pilotażowe w ramach projektu GENCOMM opracowano techniczne i finansowe modele symulacyjne. Modele te pomogły w stworzeniu narzędzia wspomagania decyzji (DST), które zapewnia społecznościom plan działania w zakresie przejścia na matryce energii odnawialnej opartej na wodorze. DST zapewnia większą przyszłą rentowność rynku.

Interreg North-West Europe GenComm
EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund

Cele szczegółowe projektu GENCOMM:

1. **Wzmocnienie pozycji społeczności** we wdrażaniu matryc energetycznych opartych na wodorze, aby w sposób zrównoważony zaspokoić zapotrzebowania energetyczne.
2. **Stymulacja wykorzystania** odnawialnych technologii opartych na wodorze poprzez pomyślne uruchomienie trzech obiektów pilotażowych.
3. **Utworzenie silnej grupy interesariuszy** zajmujących się energią, których zadaniem będzie „zrównoważenie" matrycy energetycznej regionu Europy Północno-Zachodniej poprzez wykorzystanie wodoru.

Dwa lata po zakończeniu projektu, w latach 2023–2025, zaplanowano dalsze badania w celu oceny potencjalnej roli, jaką zintegrowane parki energetyczne mogą odgrywać w irlandzkim systemie energetycznym, a także wszelkich potencjalnych wad i przeszkód. Dodatkowo w ramach planu utworzony zostanie fundusz wczesnych innowacji wodorowych, który będzie współfinansował inicjatywy demonstracyjne w całym łańcuchu wartości wodoru.

PARTNERZY I PROJEKTY BADAWCZE GAS NETWORKS IRLANDIA

Zielony wodór jest wytwarzany przy użyciu energii odnawialnej w celu rozbicia wody na wodór i tlen za pomocą elektrolizy, co oznacza, że jego produkcja nie wiąże się z uwalnianiem dwutlenku węgla. Jest to zatem gaz czysty i odnawialny. Gas Networks Ireland postrzega siebie jako centralny punkt w umacnianiu przyszłości czystej energii Irlandii poprzez pracę nad projektami z różnymi zainteresowanymi stronami w celu przeprowadzenia dokładnych badań. Celem tego rodzaju badań jest zapewnienie możliwości wykorzystania zielonego wodoru do bezpiecznej eksploatacji urządzeń i sieci gazowych w celu zaspokojenia potrzeb konsumentów. Zwiększenie wykorzystania zielonego wodoru będzie wymagało łączenia odbiorców, magazynowania i wytwarzania wodoru w ramach klastrów wodorowych.

Gas Networks Ireland utrzymuje silne powiązania z rządem i kluczowymi graczami w branży energetycznej zarówno w Irlandii, jak i w całej Europie, o czym świadczy ścisła współpraca z Instytutem Energetyki (UCDEI) Uniwersytetu College w Dublinie i innymi powiązanymi instytucjami. Aby spełnić wymagania i zalecenia zawarte w krajowej strategii wodorowej oraz planie działań na rzecz klimatu irlandzkiego rządu, zainteresowane strony w całej Irlandii muszą współpracować, aby zdekarbonizować swoją sieć gazową i osiągnąć zerową emisję netto do 2050 r.

Gas Networks Ireland

Krajowa strategia w zakresie wodoru i plan działań na rzecz klimatu irlandzkiego rządu wyraźnie podążają za 17 celami zrównoważonego rozwoju; jest to zobowiązanie wszystkich krajów ONZ.

Mając to na uwadze, spółka Gas Networks Ireland utworzyła Centrum Innowacji Sieciowych w Dublinie. Eksperci i zespół ds. innowacji centrum pracowali nad projektami z zewnętrznymi partnerami badawczymi z Europy, aby w pełni wykorzystać potencjał wodoru i zapewnić, że irlandzka sieć gazowa będzie mogła bezpiecznie transportować i przechowywać wodór do domów i podmiotów publicznych.

Celem Gas Networks Ireland jest dostarczanie interesariuszą danych niezbędnych do zrozumienia wpływu zielonego wodoru na sieć gazową i zapewnienia płynnego przejścia na tę technologię. biorąc pod uwagę wszelkie koszty i potencjalne zakłócenia w irlandzkim systemie energetycznym i w społeczeństwie. W ramach jednego z pierwszych projektów centrum współpracowało z UCDEI przy „Testowaniu mieszanek wodoru i gazu ziemnego" (HyTest). Badanie wykazało, że gospodarstwa domowe korzystające z gazu ziemnego z domieszką do 20% wodoru nie będą musiały wprowadzać żadnych zmian w swoich istniejących urządzeniach gospodarstwa domowego ani też nie zauważą żadnej różnicy. Znaczną redukcję emisji uzyskano także poprzez zmieszanie wodoru z gazem ziemnym. Wyniki te są ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa sieci i użytkownika końcowego, pod względem ciśnienia gazu i identyfikacji wycieków, a także wspierają plany całkowitej konwersji sieci na gaz odnawialny.

Podsumowanie wyników:

- Testowane domowych urządzeń gazowych działało bezpiecznie i skutecznie przy różnych testowanych mieszankach wodoru o zawartości wodoru od 2% do 20% objętościowo.
- W wyniku zmieszania wodoru z gazem ziemnym uzyskano znaczną redukcję emisji.
- Stwierdzona średnia redukcja emisji to 12% redukcja CO2, 37% redukcja CO, 43% redukcja stosunku CO:CO2 i 40% redukcja emisji NOx.
- Nie zaobserwowano zmian minimalnego ciśnienia roboczego urządzeń podczas spalania mieszanek wodorowych.
- Podczas testów wstępnych nie wykryto żadnych wycieków ze wszystkich rurociągów, połączeń, złączek i zaworów pod ciśnieniem roboczym.
- Domowy przepływomierz gazu był niezmiennie dokładny, gdy był używany do pomiaru przepływów objętościowych gazu zawierającego do 20% wodoru w porównaniu z gazem ziemnym.
- Ruch płomienia i kolor mieszanin wodorowych pozostały podobne do gazu ziemnego.

BADANIE WYKONALNOŚCI TECHNICZNEJ I DOTYCZĄCEJ BEZPIECZEŃSTWA GAS NETWORKS IRELAND

Gas Networks Ireland buduje, rozwija i obsługuje irlandzką infrastrukturę gazu ziemnego, utrzymując ponad 14 664 km gazociągów i dwa podmorskie połączenia wzajemne. Sieć przesyłowa Gas Networks Ireland obejmuje rurociągi lądowe, wszelkie połączenia wzajemne, a także rurociągi i aktywa na morzu i na lądzie w Szkocji; podkreślając znaczenie współpracy między krajami w celu utrzymania bezpieczeństwa energetycznego. Firma Gas Networks Ireland rozpoczęła działalność od początkowej długości 31 km rurociągów przesyłowych w 1978 r. Obecnie rozrasta się do sieci obejmującej 2476 km stalowych rurociągów przesyłowych wysokiego ciśnienia i 12 188 km niskociśnieniowych rurociągów dystrybucyjnych z polietylenu. Ponadto Gas Networks Ireland jest właścicielem różnych instalacji naziemnych (AGI), lokalnych instalacji regulacyjnych (DRI) i tłoczni.

Aby utrzymać bezpieczeństwo oraz wysoki standard pracy i wykorzystania technologii, firma Gas Networks Ireland utworzyła wewnętrzną, wielofunkcyjną grupę roboczą ds. technicznych i bezpieczeństwa, wspomaganą przez globalną firmę doradczą ds. energii DNV. W roku 2022 DNV przeprowadziło wiele ocen technicznych aktywów, polityk, praktyk i instalacji Gas Networks Ireland, a także przegląd światowych badań i eksperymentów, tworząc raport przedstawiający wnioski i sugestie wynikające z powyższych badań. Raport opiera się na „Studium wykonalności technicznej i bezpieczeństwa": ocenie wysokiego szczebla gotowości technologii i aktywów Gas Networks Ireland do transportu mieszanek wodoru i gazu ziemnego.

Praca ta obejmowała następujące cele:

1. Ocena potencjalnego wpływu mieszanek wodoru i gazu ziemnego na irlandzką sieć dystrybucyjną i przesyłową (w Irlandii podmorskie połączenia wzajemne i aktywa Gas Networks Ireland w Irlandii Północnej, Szkocji i na Wyspie Man).

2. Ocena wpływu mieszanek wodorowych na bieżącą pracę sieci i integralność sieci gazowych.

3. Określenie wpływu mieszanek wodorowych na urządzenia dalszych użytkowników końcowych.

Dofinansowane przez Unię Europejską

Wyniki były bardzo pozytywne i wskazują, że wykorzystanie istniejącej sieci gazowej do transportu mieszanego wodoru będzie zarówno bezpieczne, jak i wykonalne. W raporcie wskazano jednak, że przed rozpoczęciem komercjalizacji wodoru w sieci **konieczne będą dalsze szczegółowe badania**, na przykład w odniesieniu do sieci przesyłowej wysokiego ciśnienia oraz dużych odbiorców przemysłowych, handlowych i energetycznych. W raporcie przedstawiono kolejne kroki, w tym ocenę wpływu na użytkowników końcowych. **Zalecono, aby opracowywanie strategii oceny bezpieczeństwa mieszanek wodoru i gazu ziemnego rozpoczęło się bezpośrednio przed rozpoczęciem jakichkolwiek pilotażowych badań/programów demonstracyjnych dotyczących mieszania wodoru.**

Wyniki badania wykonalności technicznej i bezpieczeństwa przeprowadzonego przez Gas Networks Ireland dotyczącego „Wtryskiwania ekologicznych mieszanek wodoru do irlandzkiej sieci gazowej" były bardzo pozytywne i wykazały, że irlandzka sieć dystrybucji gazu jest kompatybilna z mieszankami wodoru zawierającymi do 20%, a nawet 100% wodoru wymagane są jedynie pewne modyfikacje.

W ramach kolejnych etapów wykorzystania wodoru w sieci Gas Networks Ireland przeprowadzi program testów materiałowych dla około 50% rurociągów przesyłowych w celu utrzymania obecnego ciśnienia roboczego podczas pracy z mieszankami wodorowymi powyżej 10%.

Gas Networks Ireland przeprowadzi również ukierunkowane badania nad niektórymi urządzeniami znajdującymi się w instalacjach przesyłu gazu i tłoczniach, aby wesprzeć adaptację dużych przemysłowych i komercyjnych systemów wytwarzania energii. Studium wykonalności technicznej i bezpieczeństwa przedstawia proponowany plan działania w zakresie bezpieczeństwa i technicznego dla Gas Networks Ireland i jego interesariuszy, który ma być stosowany w przyszłych projektach pilotażowych związanych z wodorem.

W podsumowaniu oceny ryzyka i demonstracji bezpieczeństwa stwierdza się, że wtrysk wodoru wymaga dokładnego rozważenia przepływów, ciśnień, jakości wodoru, kontroli procesu mieszania oraz dokładnych pomiarów i monitorowania mieszanki i jej zawartości energetycznej.

Badanie zakończyło się zaleceniem, że rozpoczęcie pilotażowego projektu mieszania wodoru w irlandzkiej sieci gazowej pomoże w wykazaniu bezpiecznego funkcjonowania sieci, a także bezpieczeństwa wszelkich urządzeń używanych przez użytkowników końcowych, na przykład w domach lub elektrowniach. Badania pilotażowe i dalsze wdrażanie dodawania wodoru do sieci będą wymagały współpracy wszystkich zainteresowanych stron związanych z Gas Networks Ireland oraz wsparcia ze strony odpowiednich organów regulacyjnych.

MOBILNOŚĆ WODORU W IRLANDII: ROZWÓJ WYKORZYSTANIA WODORU W TRANSPORCIE

„Hydrogen Mobility Ireland" (HMI) to międzysektorowe partnerstwo skupiające wiodące firmy, instytucje badawcze i agencje rządowe, które współpracują nad rozwojem infrastruktury związanej z technologiami mobilności wodorowej i promują technologie wodorowe w kraju. Należą do nich organizacje takie jak ESB (irlandzki dostawca energii elektrycznej), Gas Networks Ireland (operator sieci gazowej), dystrybutorzy silników i samochodów, tacy jak Toyota Ireland, Hyundai Ireland i Honda Ireland, a także University College Dublin. Te i inne podmioty współpracują nad rozwojem i promowaniem technologii węglowodorowych w Irlandii.

Główne cele partnerstwa to:

1. **Wprowadzenie i rozwój infrastruktury do produkcji, dystrybucji i dostaw wodoru:** utworzenie sieci stacji tankowania wodoru, która umożliwi użytkownikom samochodów wodorowych łatwy dostęp do paliwa.

2. **Zachęcanie do zwiększonego wykorzystania pojazdów wodorowych:** promowanie korzyści płynących z pojazdów wodorowych, takich jak zerowa emisja i niższe koszty operacyjne.

3. **Wspieranie badań i rozwoju technologicznego w obszarze wodoru:** współpraca z uczelniami i instytutami badawczymi w celu promowania innowacyjności i rozwoju technologicznego związanego z wodorem.

4. **Budowanie partnerstw międzynarodowych i współpraca z innymi podmiotami: działającymi w sektorze wodorowym:** nawiązywanie współpracy z podobnymi inicjatywami i organizacjami na całym świecie w celu wymiany wiedzy i doświadczeń oraz promowania światowego rozwoju technologii wodorowych.

Działając na rzecz tych celów, Hydrogen Mobility Ireland ma nadzieję przyspieszyć przejście w Irlandii w kierunku bardziej przyjaznego dla środowiska i zrównoważonego systemu transportu oraz zachęcić do rozwoju technologii związanych z wodą w różnych dziedzinach, takich jak budowa infrastruktury do produkcji wodoru, dystrybucji, i zaopatrzenia oraz utworzenie sieci stacji tankowania wodoru ułatwiających łatwy dostęp do paliwa kierowcom pojazdów napędzanych wodorem, takich jak autobusy.

Ponadto partnerstwo aktywnie promuje postęp techniczny i badania, ułatwiając wymianę wiedzy specjalistycznej i wiedzy pomiędzy partnerami i organizacjami uczestniczącymi. Planowanie konferencji, seminariów i warsztatów, podczas których profesjonaliści w dziedzinie wodoru będą mogli podzielić się swoją wiedzą i doświadczeniem, ułatwia dzielenie się najlepszymi praktykami, pomaga identyfikować problemy w branży wodorowej i tworzy centrum kreatywnych rozwiązań.

W raporcie Hydrogen Mobility Ireland opublikowanym w maju 2023 r. wyjaśniono rolę e-paliw na bazie wodoru w lotnictwie i transporcie morskim, a także możliwości Irlandii w zakresie formułowania zaleceń dotyczących tego, w jaki sposób rozwój krajowego ekosystemu wodorowego może ułatwić produkcję zrównoważonych e-paliw do stosowania w transporcie lotniczym i morskim. W badaniu zbadano e-paliwa, które powstają, gdy CO2 i wodór elektrolityczny łączą się, tworząc płynne węglowodory lub utlenione (metanol lub etanol) w drodze syntezy chemicznej lub biologicznej. Ustalono, że ilość wodoru, jaka będzie potrzebna do pokrycia prognozowanego zapotrzebowania przy uwzględnieniu proponowanych polityk UE, waha się od 0,25-0,35 kt w 2025 r., do 7-11 kt w 2030 r., by ostatecznie osiągnąć 230-330 kt w 2050 r.

E-paliwa produkowane z wodoru i wychwyconego CO2 mogą wytwarzać paliwa typu drop-in pod względem chemicznym identyczne z paliwami kopalnymi. Na dzień pisania tego tekstu produkcja e-metanolu odbywa się na skalę komercyjną, natomiast produkcja e-nafty na skalę pilotażową.

W raporcie stwierdza się dalej, że dalszy rozwój irlandzkiej gospodarki wodorowej i ekspansja na e-paliwa może skutkować:

- **Wartość dodana brutto na poziomie 11 mln euro rocznie w 2030 r.**
- **Wartość dodana brutto do 300 mln euro rocznie w 2050 r.**
- **10 500 powiązanych stanowisk pracy do 2050 r.**

Aby dekarbonizować branżę transportową w Irlandii i całej Europie, potrzebna będzie szeroka gama rodzajów paliw i technologii. Branża będzie w dalszym ciągu w dużym stopniu opierać się na ciekłych paliwach węglowych ze względu na wyjątkowe potrzeby operacyjne i różnice w długości przewozów (na przykład transport krajowy w porównaniu z transportem międzynarodowym). Ponadto koszt produkcji e-paliw jest obecnie wyższy niż paliw kopalnych, co utrudnia producentom komercjalizację tych technologii. Skalowanie tych technologii wymaga zatem natychmiastowego wsparcia finansowego, a także jasnej i precyzyjnej polityki krajowej i unijnej.

PODSUMOWANIE

Polska jest jednym z liderów produkcji wodoru w Europie i na świecie (3. miejsce w Europie i 5. na świecie). Niestety jest to produkcja wodoru szarego, realizowana głównie na potrzeby własne przedsiębiorstw. Wraz z przyspieszeniem budowy zielonej gospodarki w UE również Polska stanęła przed potrzebą rozwoju gospodarki wodorowej w najbliższych latach. Technologie wodorowe w zakresie całego łańcucha wartości gospodarki wodorowej niewątpliwie obecnie stanowią jeden z głównych priorytetów, zapisanych w unijnych i krajowych dokumentach strategicznych. Są też przedmiotem badań i analiz przedstawicieli środowiska naukowego, biznesowego oraz rządów wielu państw.

Nadal jednak to obszar o wciąż stosunkowo niskim stopniu rozwoju, którym stoi przed wieloma barierami. Jest to szczególnie widoczne w Polsce. Wśród najważniejszych barier i wyzwań rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce diagnozowanych w ramach badania ankietowego przeprowadzonego w 2023 r. w grupie 34 podmiotów należących do różnych sektorów związanych z jej łańcuchem wartości, ekspertów, przedstawicieli dolin wodorowych wymieniono (Tchorek i in., 2023):

- w Polsce brak systemowego wsparcia dedykowanego dla wodoru odnawialnego i pochodnych (pokrycie luki finansowej, długoterminowy off-take),
- utrudnienia związane z brakiem odpowiednio rozwiniętego i uregulowanego systemu elektroenergetycznego w Polsce (m.in. brak przepisów dla linii bezpośredniej, ubogi rynek PPA, wysoce emisyjny miks energetyczny, problemy sieciowe i przyłączeniowe OZE),
- brak infrastruktury przesyłowej, dystrybucyjnej, magazynowej i terminalowej, co utrudnia stworzenie płynnego rynku hurtowego i łączenie strony popytowej z podażową,
- brak odpowiednich regulacji w Polsce dedykowanych dla wodoru odnawialnego i pochodnych (trudność w realizacji inwestycji, w szczególności na poziomie administracyjnym i środowiskowym),

PODSUMOWANIE

- brak jasno określonej wizji strategicznej w zakresie rozwoju gospodarki wodorowej (aktualizacja PSW, PEP2040, KPEiK pod kątem wodoru).

Choć badani nie wskazali jako bariery rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce luki kompetencyjnej, to należy stwierdzić, że obecnie polskie społeczeństwo i potencjalne kadry tej gospodarki nie są jeszcze przygotowani do uczestniczenia w tak ogromnej zielonej transformacji. Jak wskazują eksperci PARP „Konieczne jest uwzględnienie potrzeb polskiej gospodarki w obszarze technologii wodorowych w wytycznych Polskiej Ramy Kwalifikacji. Budowa gospodarki wodorowej wymaga silnie wyspecjalizowanej i interdyscyplinarnej wiedzy. Problemem polskiego rynku technologii wodorowych jest brak systemu kształcenia na wszystkich poziomach Polskiej Ramy Kwalifikacji. Znacząco osłabia to potencjał kraju do realizacji przełomowych projektów B+R, bowiem specjaliści w dużej mierze muszą uczyć się „na żywym organizmie", tj. podczas samej realizacji prac projektowych." (PARP, 2022, s. 194).

Projekt jest współfinansowany ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

Projekt jest współfinansowany przez Unię Europejską. Wszystkie rezultaty wypracowane w ramach projektu "Proffesionals and their skills in hydrogen" udostępniane są na zasadzie otwartych licencji (CC BY-SA 4.0 DEED). Można z nich korzystać bezpłatnie i bez ograniczeń. Kopiowanie lub przetwarzanie tych materiałów w całości lub w części bez zgody autora jest zabronione. W przypadku wykorzystania rezultatów niezbędne jest podanie źródła finansowania oraz jego autorów.

BIBLIOGRAFIA

- Antas Ł., Bocian M., Bajek M., Giers M., Bijoś K. (2021). Wodór w Europie Środkowo-Wschodniej. Perspektywy rozwoju w krajach Grupy Wyszehradzkiej i na Ukrainie, Esperis, Warszawa.
- ARP. S.A. (2024). Doliny wodorowe, https://arp.pl/pl/jak-dzialamy/transformacja-energetyczna-/doliny-wodorowe/
- Brodacki D., Gajowiecki J., Hajduk R., Kocejko P., Kowalski S., Mataczyńska E., Miętkiewicz R., Nowakowski R., Plaskiewicz N., Ruszel M., Sienkiweicz M., Skwierz S., Turowski P., Witkowska A. (2021). Zielony wodór z OZE w Polsce. Wykorzystanie energetyki wiatrowej i PV do produkcji zielonego wodoru jako szansa na realizację założeń Polityki Klimatyczno-Energetycznej UE w Polsce, Dolnośląski Instytut Studiów Energetycznych, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, Wrocław 2021.
- de Jongh P.E., Adelhelm Ph. (2010). Nanosizing and Nanoconfinement: New Strategies
- EC. (2018). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0773
- EC. (2019). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. The European Green Deal, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640.
- EC. (2020). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301.
- EC. (2021). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS EMPTY. 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, Brussels, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN-PL/TXT/?from=EN&uri=CELEX%3A52021DC0550.
- EC. (2022). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS. REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy, COM(2022) 108 final, Brussels, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0108
- Elżbieciak T. (2023). Jakie elektrolizery wyprodukują zielony wodór w Polsce?, Wysokie Napięcie.pl, https://wysokienapiecie.pl/82287-elektrolizery-wyprodukuja-wodor-w-polsce/
- EY. (2023). Zielony wodór- rewolucja czy przejściowa moda? Szanse i wyzwania dla polskiej gospodarki, Warszawa.
- Folentarska A., Kulawik D., Ciesielski W., Pavlyuk V. (2016). Nowoczesne materiały do przechowywania wodoru jako paliwa przyszłości, Chemistry. Environment. Biotechnology, nr 19, s. 125–130.

BIBLIOGRAFIA

- Global Hydrogen Council (2017). Hydrogen Scaling Up: A Sustainable Pathway for the Global Energy Transition, https://www.h2knowledgecentre.com/content/policypaper1201
- IEA. (2023). Energy Technology Perspectives, https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023
- Komorowska A., Mokrzycki E., Gawlik L. (2023). Hydrogen production in Poland – the current state and directions of development, Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal, 26(4), pp. 81-98, https://doi.org/10.33223/epj/170913
- Kozikowski S., Szymlek K. (2022). Wodór – zielone złoto. Bezpieczne magazynowanie, Elektroinstalator, nr 9, s. 14-21.
- Kryczka D. (red.). (2021). Rozwój gospodarki wodorowej w UE i państwach członkowskich – środowisko regulacyjne i finansowe, ESPERIS, UN Global Compact, Warszawa.
- Łącka I. (2023). The Role of Green Energy in the Economic Growth of the World, in: Bąk I., Cheba K., Green Energy. Meta-analysis of the Research Results, Springer, Cham, pp. 41-57.
- Łącka I., Wojdyła P. (2022). Transformacja energetyczna w cieniu wojny. Finansowanie ze środków unijnych szansą na rozwój technologii wodorowych w Polsce, Chemia Przemysłowa, Zeszyt 2, s. 80-88.
- Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce. (2023). CIRE.pl, https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/lancuch-wartosci-gospodarki-wodorowej-w-polsce.
- Mierwiński R. (2022). Zielone strony biznesu. Wodór na ratunek energetyki, https://mycompanypolska.pl/artykul/zielone-strony-biznesu-wodor-na-ratunek-energetyki/8304 (dostęp: 12.03.2024).
- Mohan M., Sharma V.K., Kumar E.A., Gayathri V. (2018). Hydrogen storage in carbon materials—A review, Energy Storage, 1:e35, DOI: 10.1002/est2.35.
- Monitor Polski z dnia 7 grudnia 2021 r., poz. 1138. (2021). Polska strategia wodorowa do roku 20230 z perspektywą do 2040 r. Załącznik do uchwały Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2021 (poz. 1138).
- PARP. (2022). Mapa rozwoju rynku i technologii dla obszaru technologii wodorowych, Warszawa.
- Pilszyk, M., Juszczak, A., Gonera, Ł. (2023), Wyścig po wodór. Państwa i ich strategie wodorowe, Policy Paper, nr 5, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.
- Siekierski M., Majewska K., Mroczkowska-Szerszeń M. (2023). Metody efektywnego i bezpiecznego magazynowania wodoru jako warunek powszechnego jego wykorzystania w transporcie i energetyce, Nafta-Gaz, nr 2, s. 114-130.
- Smoleń M., Żelisko W. (2023). International Dimension of the Polish Hydrogen Strategy: Conditions and Potential for Future Development, RIFS Discussion Paper, June 2023, https://doi.org/10.48481/rifs.2023.019
- Sobolewski M. (2022). Gospodarka wodorowa. Infos, nr 6(298).
- Tchorek G. (2022). Rewolucja wodorowa - jak skorzystać?, Webinarium PARP, Warszawa 18.10.2022 r., https://www.parp.gov.pl/attachments/article/83293/webinarium_18102022_wodor.pdf

BIBLIOGRAFIA

- Tchorek G., Targowski F., Mikusek P., Grzybowski M., Kupecki J., Hercog J., Skrzypkiewicz M., Niemczyk A., Błesznowski M., Wierzbicki M. (2023a). Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce. Raport, Uniwersytet Warszawski, Instytut Energetyki, Warszawa.
- Tchorek G., Targowski F., Mikusek P., Grzybowski M., Kupecki J., Hercog J., Skrzypkiewicz M., Niemczyk A., Błesznowski M., Wierzbicki M. (2023b). Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Polsce. Skrót raportu, Uniwersytet Warszawski, Instytut Energetyki, Warszawa.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. (2023). REGULATION (EU) 2023/1804 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 September 2023 on the deployment of alternative fuels infrastructure, and repealing Directive 2014/94/EU, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804
- Towards Meeting Hydrogen Storage Goals, ChemSusChem, No. 3, pp. 1332–1348.
- UN. 2015. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, Geneva, https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981
- VIII posiedzenie Rady Koordynacyjnej ds. Gospodarki Wodorowej. (2024), https://www.gov.pl/web/klimat/viii-posiedzenie-rady-koordynacyjnej-ds-gospodarki-wodorowej.
- Wyszkowski K., Piwowarek Z., Nowakowska M., Pałejko Z., Kryczka D. (2022). Prawo wodorowe – środowisko regulacyjne wspierające rozwój gospodarki wodorowej, UN Global Compact, Warszawa.
- https://www.gov.ie/en/publication/624ab-national-hydrogen-strategy/
- https://hydrogenireland.org/wp-content/uploads/2019/10/HMI_report_final_Oct3rd2019-2.pdf
- https://h2mi.ie/wp-content/uploads/2022/08/HMI-White-Paper-Policy-to-Enable-Green-Hydrogen.pdf
- https://windenergyireland.com/images/files/final-hydrogen-and-wind-energy-report.pdf
- https://www.researchgate.net/publication/371700718_Hydrogen_in_the_Irish_Energy_Transition_Opportunities_and_Challenges
- https://www.gasnetworks.ie/docs/renewable/Hydrogen-and-Irelands-National-Gas-Network.pdf
- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123023001573
- https://hydrogenireland.org/wp-content/uploads/2024/02/H2IRL-CEO-Job-description-.pdf
- https://www.dcu.ie/sites/default/files/inline-files/rf1575-research-fellow-in-hydrogen-storage-and-gas-grid-analytics-job-description.pdf
- https://www.climatexchange.org.uk/wp-content/uploads/2023/09/cxc-mapping-the-current-and-forecasted-hydrogen-skills-landscape-jun-2023.pdf
- https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=893b6c94-2b70-4ef1-883e-45fde9e89971
- https://www.skillnetireland.ie/newsroom/green-hydrogen-talent-development-for-the-jobs-of-tomorrow
- https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0817d60d-332f-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en
- https://hyskills.org/wp-content/uploads/2022/10/HySkills-IO1T1-3-Report.pdf
- https://www.skillnetireland.ie/wp-content/uploads/2022/01/WindEnergy-Hydrogen-Offshore-Report-Green-Tech-Skillnet.pdf

BIBLIOGRAFIA

- https://www.4coffshore.com/windfarms/ireland/
- https://windenergyireland.com/about-wind/the-basics/facts-stats
- https://www.clean-hydrogen.europa.eu/media/news/interested-hydrogen-safety-2023-06-07_en
- https://www.clean-hydrogen.europa.eu/system/files/2023-05/2022_Safety_Planning_Implementation_v2_1-Final%20%281%29.pdf
- https://seshydrogen.com/9-kolorow-wodoru-poznaj-ich-znaczenie-zastosowanie-i-potencjal-wykorzystania/
- https://arp.pl/pl/jak-dzialamy/transformacja-energetyczna-/doliny-wodorowe/
- https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/polskie-plany-wodorowe/
- https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/179840-jak-napedzimy-gospodarke-wodorem-wszystko,-co-musisz-wiedziec-o-polskiej-strategii-wodorowej
- https://zielonagospodarka.pl/h2idea-tv-sd-polska-i-partnerzy-buduja-kompetencje-i-innowacje-w-gospodarce-wodorowej-12798
- https://www.fgreenlab.org/publikacje/strategie-rozwoju-gospodarki-wodorowej
- https://www.forum-ekonomiczne.pl/doliny-wodorowe-trampolina-do-ogolnoeuropejskiej-gospodarki-wodorowej/
- https://www.gov.pl/web/klimat/polska-strategia-wodorowa-do-roku-2030
- „Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040", załącznik do uchwały nr 149 Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2021 r. (poz. 1138), Warszawa, październik 2021 r.
- https://www.eit.edu.au/courses/professional-certificate-of-competency-in-hydrogen-energy-production-delivery-storage-and-use/
- https://www.eit.edu.au/why-eit/
- https://www.dnv.com/news/dnv-grows-energy-testing-capability-in-groningen-with-new-technology-centre-to-accelerate-energy-transition-242452/
- https://www.dnv.com/training/hydrogen-transmission-training-course-244912/#:~:text=The%20three%2Dday%20training%20will,concepts%20covered%20during%20the%20training
- https://www.mondragon.edu/cursos/es/master-interuniversitario-tecnologias-hidrogeno?utm_source=5498_NdP_Ind_TOT_22-23&utm_medium=POST&utm_campaign=22205900_MITH
- https://council.ie/new-hydrogen-buses-for-initial-use-on-commuter-route-105x/

Sfinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Europejskiej Agencji Wykonawczej ds. Edukacji i Kultury (EACEA). Unia Europejska ani EACEA nie ponoszą za nie odpowiedzialności.

Wszystkie rezultaty wypracowane w ramach projektu "Proffesionals and their skills in hydrogen" udostępniane są na zasadzie otwartych licencji (CC BY-SA 4.0 DEED). Można z nich korzystać bezpłatnie i bez ograniczeń. Kopiowanie lub przetwarzanie tych materiałów w całości lub w części bez zgody autora jest zabronione. W przypadku wykorzystania rezultatów niezbędne jest podanie źródła finansowania oraz jego autorów.