



# ANALIZA POTENCJAŁU RYNKU FRANCUSKIEGO W OBSZARZE GOSPODARKI OPARTEJ NA WODORZE – STRESZCZENIE

*Przygotowano dla:*



**URZĄD MARSZAŁKOWSKI  
WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO**

Autor opracowania:



## 1. Wprowadzenie do wodoru

Wodór nie jest źródłem energii, ale chemicznym nośnikiem energii, zwanym również wektorem energii. Jako nośnik wykorzystywany jest do konwersji, magazynowania, a następnie uwalniania energii. Można go produkować między innymi przy użyciu wody i energii elektrycznej lub gazu ziemnego. Jedną z kluczowych zalet wodoru jako nośnika energii jest jego neutralny wpływ na środowisko. Wodór nie wytwarza gazów cieplarnianych, cząstek stałych, SO<sub>x</sub> ani ozonu w warstwie przyziemnej. Jeżeli świat chce poradzić sobie z kryzysem klimatycznym, konieczna będzie stopniowa dekarbonizacja gospodarki, w której bardzo istotną rolę może odegrać rynek wodoru o niskiej lub zerowej emisyjności dwutlenku węgla.

## 2. Potencjał rynku wodoru

Istotne przemiany w funkcjonowaniu światowych gospodarek oraz wynikające z nich działania regulacyjne związane z kurczącymi się zasobami paliw kopalnych oraz wymogiem ograniczania szkodliwych emisji powodują konieczność poszukiwania alternatywnych źródeł i nośników energii. W otoczeniu krajów europejskich przemiany te są napędzane przede wszystkim restrykcjami ze strony Unii Europejskiej, która wyznacza kierunki w zakresie sprawiedliwej transformacji systemów energetycznych na całym kontynencie, prowadzącej do osiągnięcia celu w postaci zeroemisyjnej gospodarki. Kierunki działań w tym zakresie ujęte zostały m.in. w *Długoterminowej Strategii do roku 2050*. Zmiany, które mają pozwolić na osiągnięcie długoterminowych celów określonych w porozumieniu paryskim przewidują wykorzystanie wodoru jako jednego z filarów transformacji energetycznej.

## 3. Potencjał rozwojowy wielkopolskich przedsiębiorstw na rynku wodoru

Rozwój gospodarki opartej na wodorze stworzy bardzo duże szanse do wzrostu i rozszerzenia zakresu działalności wielu przedsiębiorstw, które prowadzą działalność w segmentach związanych z łańcuchem wartości<sup>1</sup> rynku wodoru, który ulegnie znacznej rozbudowie i rozwojowi w perspektywie najbliższych 10-20 lat.

Stworzy to możliwości do rozwoju dla przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego, które posiada wszelkie niezbędne kompetencje do oparcia długoterminowego wzrostu działalności funkcjonujących na jego obszarze małych i średnich przedsiębiorstw na produktach i usługach związanych z gospodarką wodorową. Uprzemysłowione oraz posiadające wysoki potencjał naukowo-badawczy województwo wielkopolskie jest w doskonałej pozycji do tego, aby w przyszłości konkurować z podmiotami z krajów zachodniej Europy. Kluczowymi mocnymi stronami

---

<sup>1</sup> Łańcuch wartości rozumiany jest jako ciąg działań zmierzających do dostarczenia użytkownikowi finalnemu produktu, którego oczekuje oraz towarzyszących im działań zarządczych i doradczych (na potrzeby niniejszego opracowania obejmuje on łańcuch dostaw wodoru oraz różnego typu działania powiązane np. usługi doradcze, dostawy komponentów, usługi remontowe itp.).

Wielkopolski i pochodzących z niej przedsiębiorstw, pozwalającymi rozważać ekspansję międzynarodową na zagraniczne rynki wodoru są przede wszystkim aspekty takie, jak doświadczenie w obszarach działalności pokrewnych do tych, które będą rozwijały się wraz z rozwojem rynku wodoru (mowa tutaj przede wszystkim o branży nowoczesnych technologii, produkcji przemysłowej, produkcji maszyn i urządzeń, produkcji komponentów dla motoryzacji, produkcji przyczep i nacze, a także branży budowlanej i monterskiej). Dodatkową przewagą konkurencyjną polskich przedsiębiorców jest konkurencyjność cenowa, wynikająca z niższych kosztów działalności na rodzimym rynku, w porównaniu do przedsiębiorstw działających na rynkach zachodniej Europy.

Istotnym wsparciem dla przedsiębiorców, którzy zdecydują się na rozwój działalności opartej na wodorze mogą być instytucje badawczo-naukowe, które są niewątpliwie silną stroną województwa wielkopolskiego. Do tego typu instytucji zaliczyć można np. Wielkopolskie Centrum Zaawansowanych Technologii lub Poznański Park Naukowo-Technologiczny.

Podkreślenia wymaga również fakt, że potencjalna luka w finansowaniu rozwoju działalności wodorowej może być pokryta środkami pochodzącymi z funduszy unijnych. Istotnym mechanizmem finansowania rozwoju zeroemisyjnych technologii, takich jak technologia wodorowa mają być środki przeznaczone na finansowanie zielonej transformacji: plan inwestycyjny na rzecz Europejskiego Zielonego Ładu i mechanizm sprawiedliwej transformacji. Łączny oczekiwany efekt inwestycyjny ma wynieść co najmniej 1 bln euro<sup>2</sup>.

W zakresie budowy relacji biznesowych na rynku wodoru zwrócić należy uwagę na działalność organizacji wspierających współpracę pomiędzy podmiotami gospodarczymi związanymi z tym rynkiem zarówno w wymiarze krajowym, jak i europejskim. Kluczowymi tego typu podmiotami są np. European Hydrogen Association i Hydrogen Europe z siedzibą w Brukseli lub polskie stowarzyszenia, takie jak: Polski Wodór, Hydrogen Poland, Polskie Stowarzyszenie Wodoru i Ogniw Paliwowych, Polska Platforma Technologiczna Wodoru i Ogniw Paliwowych.

---

<sup>2</sup> Informacje ze strony internetowej Komisji Europejskiej, [online, dostęp: 05.10.2020], <[https://ec.europa.eu/regional\\_policy/pl/newsroom/news/2020/01/14-01-2020-financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-just-transition-mechanism](https://ec.europa.eu/regional_policy/pl/newsroom/news/2020/01/14-01-2020-financing-the-green-transition-the-european-green-deal-investment-plan-and-just-transition-mechanism)>

#### 4. Produkty i usługi perspektywiczne na francuskim rynku wodoru

Biorąc pod uwagę przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Francji, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami, wynikające z analizy dostępnych publicznie informacji, danych oraz kompleksowych opracowań zawierających prognozy rozwoju brytyjskiego rynku wodoru można wytypować kluczowe obszary działalności, co do których już dziś wiadomo, że wygenerują bardzo duże szanse do rozwoju polskich przedsiębiorstw na rynku francuskim. Obejmują one segmenty, takie jak:

Budowa,	produkcja i dostawy przetwornic,	produkcja i dystrybucja komponentów do ogniw paliwowych,
remonty i modernizacje gazociągów,	konwerterów lub kondensatorów (superkondensatorów),	produkcja i dystrybucja komponentów do stacji tankowania wodoru (pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki),
budownictwo infrastrukturalne,	produkcja i dostawy zbiorników do magazynowania wodoru,	produkcja i dystrybucja komponentów do systemów UPS (prostowniki, falowniki, baterie, przewody, akumulatory),
informatyka (mobilne systemy wykrywania wodoru),	produkcja i dystrybucja dyfuzorów,	produkcja i dystrybucja komponentów w zakresie bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe),
informatyzacja procesów wytwarzania energii,	membran i elektrod,	produkcja i dystrybucja komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory),
inżynieria kontraktów, inżynieria oraz projektowanie i budowa maszyn,	produkcja i dystrybucja elektrolizerów alkalicznych, membranowych z wymianą protonów i elektrolizerów na tlenek stały oraz komponentów i części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki),	
logistyka,	produkcja i dystrybucja komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne),	
modernizacje i remonty instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych, obsługa i prowadzenie ruchu w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych,		
produkcja i dostawy komponentów dla motoryzacji (napędy, regulatory ciśnienia, czujniki),		

produkcja i dystrybucja  
ogniw paliwowych,

---

produkcja i dystrybucja  
systemów testowania ogniw  
paliwowych,

---

produkcja i dystrybucja  
urządzeń do oczyszczania  
wodoru,

---

produkcja i dystrybucja  
urządzeń pomiarowych,  
kontrolnych i  
nawigacyjnych (liczniki,  
urządzenia pomiaru  
jakości),

---

produkcja i dystrybucja  
wózków widłowych,

---

produkcja komponentów i  
półproduktów metalowych,

---

produkcja komponentów i  
półproduktów metalowych,

---

produkcja naczip i  
zbiorników do transportu  
paliw,

produkcja rur (w  
szczególności wykonanych  
z tworzyw sztucznych),

---

produkcja tworzyw  
sztucznych (dostawy  
materiałów do modernizacji  
infrastruktury gazowej),

---

produkcja urządzeń i  
komponentów  
przemysłowych (pompy,  
zawory, monozłącza,  
kształtki, rury, zasuw),

---

produkcja zbiorników  
ciśnieniowych,

---

programowanie  
(oprogramowanie dla  
operatorów infrastruktury  
krytycznej na styku z  
systemami UPS, aplikacje  
do monitorowania pracy  
systemów UPS),

---

projektowanie i budowa  
instalacji  
przeciwpożarowych,

projektowanie instalacji  
fotowoltaicznych i  
wiatrowych,

---

projektowanie instalacji  
przemysłowych,

---

prowadzenie procesów  
energetycznych, przewóz  
towarów i materiałów  
(transport wyspecjalizowany –  
transport gazu, transport  
materiałów  
niebezpiecznych, transport  
wielkogabarytowy),

---

remonty i modernizacje dla  
sektora energetycznego,

---

remonty i modernizacje  
infrastruktury technicznej,

---

szkolenia dla kierowców,  
szkolenia w zakresie  
bezpieczeństwa,

---

utrzymanie ruchu i remonty  
sieci energetycznych.

## 5. Analiza podaży i popytu na wodór we Francji

Wodór jako jeden z kluczowych motorów napędowych procesów dekarbonizacji dostrzeżony został przez jedną z wiodących europejskich gospodarek, od lat stawiających na transformację energetyczną w kierunku zielonej energii, którą jest Francja. Po kilku latach badań i rozwoju oraz działań wdrożeniowych i pilotażowych realizowanych i nadzorowanych głównie przez duże francuskie firmy z aspiracjami do rozwoju w sektorze wodoru, francuski rząd w 2020 roku opublikował plan wdrożenia gospodarki opartej na wodorze, który wyznacza kierunki i ramy dla rozwoju tej gałęzi we Francji.

Dla rynku gospodarki opartej na wodorze we Francji **siłami napędzającymi rynek są przede wszystkim:**

- świadomość społeczna konieczności transformacji energetycznej kraju w kierunku gospodarki zeroemisyjnej,
- innowacje w zakresie wytwarzania oraz wykorzystania wodoru w różnych gałęziach gospodarki,
- bardzo dobrze rozwinięty segment wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych,
- wsparcie polityczne dla transformacji energetycznej (plan wdrożenia gospodarki opartej na wodorze),
- wsparcie finansowe w zakresie transferów bezpośrednich (dotacje i subsydia) ukierunkowanych na rozwój rynku wodorowego,
- obecność czołowych europejskich firm z branży energetycznej i gazowniczej,
- wzrost wydatków przedsiębiorstw na nowoczesne technologie energetyczne,
- funkcjonowanie w kraju silnych ośrodków naukowych,
- członkostwo kraju i pochodzących z niego firm w międzynarodowych organizacjach zajmujących się rozwojem gospodarki opartej na wodorze,
- sprzyjające środowisko biznesowe do rozwoju przedsiębiorczości.

Francja należy do czołówki (miejsce w pierwszej piątce) największych na świecie producentów i dystrybutorów wodoru. Aktualnie największym odbiorcą wodoru są podmioty z sektora przemysłowego, w tym w szczególności rafinerie, zakłady chemiczne, producenci nawozów oraz spółki metalurgiczne.

Niewątpliwie Francja chce odgrywać wiodącą rolę w procesie dekarbonizacji Europy i świata, co potwierdzają istniejące i planowane rygorystyczne regulacje dotyczące zanieczyszczeń w różnych sektorach gospodarki (np. zakaz sprzedaży samochodów z silnikami diesla lub benzynowymi od 2040 r. lub opracowana strategia czystej mobilności). Francuskie miasta są również liderem w inicjatywach na rzecz ograniczenia lokalnych emisji (np. ambicje Paryża, aby zakazać poruszania się samochodami z silnikiem diesla już od 2023 r., a samochodami benzynowymi od 2030 r.). Osiągnięcie tych dalekosiężnych celów wymaga zastosowania szeregu czystych technologii, w tym wodoru jako jednego z kluczowych elementów.



W związku z powyższym oczekuje się, że rozwój popytu na wodór w gospodarce francuskiej może wykazywać następujące tendencje:

- Umiarkowany wzrost popytu ze strony sektora transportowego do 2030 (ok. 3-5 TWh w 2030) roku i przyspieszenie tempa wzrostu popytu na wodór w tym sektorze po 2030 roku – popyt na poziomie 20-30 TWh w 2040 oraz 70-80 TWh w 2050.
- Stopniowy wzrost znaczenia zielonego wodoru w sektorze przemysłowym – popyt na poziomie ok 3-4 TWh w 2040 oraz na poziomie ok. 20-25 TWh w roku 2050.
- Przyspieszenie tempa wzrostu zapotrzebowania na wodór w sektorze mieszkalnictwa (z przeznaczeniem na ogrzewanie i zasilanie budynków) w latach 2040-2050 (wzrost z popytu z poziomu ok. 15 TWh do poziomu ok. 70-80 TWh).

Według dostępnych prognoz rozwoju zapotrzebowania na wodór we francuskiej gospodarce, łączny popyt na ten nośnik energii może wynieść ok. 75 TWh w perspektywie 2030 roku, 110 TWh w perspektywie 2040 roku oraz nawet 220 TWh w 2050 roku.

Przybliżony poziom produkcji wodoru we Francji to ok. 40 TWh rocznie. Zdecydowana większość produkcji wiąże się z wykorzystaniem paliw kopalnych. Około 5-7% wodoru wytwarzanego we Francji to tzw. zielony wodór (2-3 TWh), który wytwarzany jest w procesach wykorzystujących odnawialne źródła energii. W zdecydowanej większości jest to wodór powstający w procesach elektrolizy.

Zdecydowana większość aktualnej podaży wodoru (ok. 70-75%) we Francji to tzw. wodór szary wytwarzany głównie z gazu ziemnego. Prowadzone są jednak działania w kierunku możliwie szerokiej transformacji tego strumienia wodoru na wodór wytwarzany w technologiach neutralnych dla środowiska (niebieski wodór).

W zakresie podaży wodoru na rynku francuskim należy oczekiwać, że nowy popyt na wodór będzie zaspakajany przede wszystkim dzięki wykorzystaniu technologii produkcji niebieskiego i zielonego wodoru. Ze względu na strukturę miksu energetycznego Francji (bardzo duży udział energii jądrowej w produkcji) rozwijane są również projekty związane z wytwarzaniem tzw. żółtego wodoru.

Rozwój produkcji wodoru z wykorzystaniem źródeł odnawialnych może doprowadzić nawet do nadprodukcji zielonego wodoru w gospodarce francuskiej. Dodatkowy wolumen wyprodukowanego wodoru będzie mógł zostać poddany magazynowaniu lub zostanie wyeksportowany. W pierwszym rozwiązaniu (magazynowanie) prawdopodobnie wyprze on z rynku wodór wytwarzany z innych źródeł (przede wszystkim szary). Druga możliwość związana jest z potencjalnym rozwojem transnarodowej infrastruktury w zakresie przesyłu i transportu wodoru, a także popularyzacją technologii opartych na wodorze głównie w państwach ościennych Francji.

Zgodnie z dostępnymi prognozami, oczekuje się, że całkowita podaż wodoru wzrośnie do poziomu ok. 60-70 TWh w roku 2030 – wzrost na poziomie 4-5% rocznie (4-5% CAGR 2020-2030). Prognozuje się, że w 2050 roku podaż wodoru na rynku francuskim może osiągnąć poziom 220-250 TWh. Poprzedzone będzie to wzrostem rynku produkcji wodoru równym ok. 5% rocznie w latach 2030-2040 (5% CAGR 2030-2050) oraz nawet 8-10% rocznie w latach 2040-2050 (8-10% CAGR 2030-2050).

Analiza popytu i podaży na francuskim rynku wodoru jednoznacznie wskazuje, że potencjał rozwojowy tego rynku jest bardzo duży, zarówno od strony zapotrzebowania na wodór, jak i od strony dostaw wodoru. Dla małych i średnich przedsiębiorców z województwa wielkopolskiego oznacza to szansę na ekspansję międzynarodową i skierowanie oferty swoich produktów lub usług zarówno do francuskich podmiotów, które odpowiadały będą za wzrost popytu na wodór, jak i do podmiotów, które ten popyt będą zaspakajały. W kolejnym rozdziale wskazany został łańcuch dostaw na analizowanym rynku oraz opisano kluczowe jego ogniwa. Z każdym z nich związane są potencjalne szanse biznesowe dotyczące wykorzystania już istniejących oraz rozwijanych kompetencji przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego, które działają w branżach takich, jak m.in.: motoryzacyjna, przemysłowa, budowlana, transportowa, informatyczna, metalurgiczna, energetyczna, czy chemiczna.



## 6. Analiza łańcucha dostaw i wartości na rynku wodoru we Francji

Na łańcuch dostaw i wartości na rynku wodoru składają się cztery kluczowe obszary działania podmiotów związanych z przedmiotowym rynkiem:

- Produkcja,
- Magazynowanie,
- Transport oraz
- Dystrybucja.

W aktualnym stanie rozwoju gospodarki opartej na wodorze, w zasadzie, każdy z wyżej wymienionych obszarów stanowi wyzwanie pod względem technologicznym, a co za tym idzie, również pod względem zachowania konkurencyjności kosztowej. Już teraz jednak prowadzone są zaawansowane prace badawczo rozwojowe oraz projekty pilotażowe, które zmierzają do tego, aby istotnie poprawić konkurencyjność technologii wykorzystujących wodór jako nośnik energii – dają one bardzo obiecujące wyniki, które pozwalają przypuszczać, że w ciągu najbliższych 5-10 lat wodór będzie stanowił jedną z wiodących alternatyw dla paliw kopalnych, a tym samym odegra kluczową rolę w transformacji energetycznej gospodarek.

### System wytwarzania wodoru

Wodór może być produkowany w różnego typu procesach, obejmujących m.in. takie źródła jak: gaz ziemny, energia odnawialna (przede wszystkim fotowoltaika i energia wiatrowa), energia nuklearna.

Na dzień dzisiejszy większość wodoru produkowanego we Francji wytwarzana jest jednak z gazu ziemnego. Co interesujące, mocno spopularyzowane są już technologie wytwarzania tego nośnika energii pozwalające na bardzo duże ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko.



który będzie szansą rozwojową dla małych i średnich przedsiębiorstw z województwa wielkopolskiego.

Odgrywając istotną rolę na francuskim rynku technologią jest wytwarzanie tego nośnika energii za pomocą elektrolizy wodnej. Najpopularniejsze technologie elektrolizy, których możliwości wykorzystania analizowane są na rynku francuskim to: elektrolizery alkaliczne (AEL), elektrolizery membranowe z wymianą protonów (PEMEL) lub elektrolizery na tlenek stały (SOEC). Produkcja lub dostawy elektrolizerów we wskazanych powyżej technologiach oraz produkcja lub dostawy komponentów do nich stanowiąc będą bardzo silnie rozwijający się rynek,

We Francji badane są również możliwości produkcji wodoru procesie elektrolizy wykorzystującej energię nuklearną. Spowodowane jest to tym, że ok. 75% energii elektrycznej w tym kraju wytwarzane jest z wykorzystaniem energetyki jądrowej. Celem francuskiego rządu jest obniżenie udziału elektrowni jądrowych w strukturze produkcji energii do ok. 50% w roku 2035. Stąd biorą się poszukiwania możliwości alternatywnych zastosowań dla elektrowni atomowych.

Rozwój rynku wytwarzania wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw oferujących produkty i usługi z obszaru: produkcji elektrolizerów alkalicznych, membranowych z wymianą protonów i elektrolizerów na tlenek stały oraz komponentów i części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki), automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne), bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe), urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości), produkcji komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych (gondole, korpusy, tarcze hamulcowe, sprzęgła, ogniwa słoneczne, inwertery, akumulatory), projektowania instalacji fotowoltaicznych i wiatrowych, modernizacji i remontów instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych, obsługi i prowadzenia ruchu w farmach fotowoltaicznych i elektrowniach wiatrowych, projektowania i budowy instalacji przeciwpożarowych, inżynierii oraz projektowania i budowy maszyn, remontów i modernizacji dla sektora energetycznego, programowania (mobilne systemy wykrywania wodoru), szkoleń w zakresie bezpieczeństwa.

### **System magazynowania wodoru**

Wytworzony wodór, niezależnie od źródła jego pochodzenia, można przechowywać i transportować w czystej postaci, mieszać z gazem ziemnym lub wiązać w większych cząsteczkach, takich jak amoniak lub ciekłe nośniki wodoru organicznego (LOHC).

Aktualne kierunki rozwoju francuskiej gospodarki opartej na wodorze nie wskazują jednoznacznie optymalnych i rekomendowanych metod magazynowania wodoru. Biorąc jednak pod uwagę aktualny stan badań w tym zakresie, jak i opłacalność ekonomiczną poszczególnych dostępnych rozwiązań oczekiwać można, że kluczowe magazyny analizowanego nośnika energii będą opierały się na składowaniu wodoru w postaci gazowej. Nie istnieje we Francji rozwinięta sieć magazynowania wodoru, można jednak spodziewać się, że główne magazyny tego nośnika energii powstawały będą w pobliżu miejsc jego produkcji, czyli w okolicach farm paneli fotowoltaicznych lub farm wiatrowych, a także przy zakładach przemysłowych, które produkowały będą niebieski wodór. Możliwe jest również, że magazyny wodoru będą powstawały w pobliżu istotnych węzłów sieci gazowniczej (przy założeniu wykorzystania tej infrastruktury do transportu wodoru) i wykorzystywane będą do dodatkowego bilansowania okresowych wahań zapotrzebowania na ten nośnik energii. Być może uda się zaadaptować na ten cel istniejące magazyny gazu ziemnego.

Rozwój rynku magazynowania wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw oferujących produkty i usługi z obszaru: produkcji zbiorników ciśnieniowych, produkcji komponentów i półproduktów metalowych, automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne), bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe), urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości), projektowania i budowy instalacji przeciwpożarowych, inżynierii oraz projektowania i budowy maszyn, szkoleń w zakresie bezpieczeństwa.

### System transportu i dystrybucji wodoru

Koszty transportu i magazynowania będą odgrywać znaczącą rolę w konkurencyjności wodoru. Francuska strategia rozwoju gospodarki wodorowej wskazuje na konieczność dostosowania i rozwoju infrastruktury transportowo-dystrybucyjnej. Podobnie, jak w przypadku innych krajów w Europie wiodącym kierunkiem rozwoju infrastruktury transportowej jest poszukiwanie możliwości wykorzystania **istniejącej sieci przesyłu gazu ziemnego**. Oczekuje się ponadto, że istotne znaczenie w rozwoju systemu transportu wodoru będzie miał również **transport drogowy**.

Rozwój rynku transportu i dystrybucji wodoru generuje możliwości rozwojowe m.in. dla przedsiębiorstw oferujących produkty i usługi z obszaru: budowy, remontów i modernizacji gazociągów, produkcji tworzyw sztucznych (dostawy materiałów do modernizacji infrastruktury gazowej), produkcji rur (w szczególności wykonanych z tworzyw sztucznych), produkcji urządzeń i komponentów przemysłowych (pompy, zawory, monozłącza, kształtki, rury, zasuwki), produkcji zbiorników ciśnieniowych, produkcji komponentów i półproduktów metalowych, automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne), bezpieczeństwa maszyn (sterowniki bezpieczeństwa, przekaźniki, włączniki, skanery laserowe), urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości), projektowania i budowy instalacji przeciwpożarowych, szkoleń dla kierowców, szkoleń w zakresie bezpieczeństwa.

**Łańcuch dostaw na francuskim rynku wodoru dopiero nabiera swojego ostatecznego kształtu. Szacuje się, że do osiągnięcia optymalnego stopnia rozwoju każdego z jego kluczowych ogniw (wytwarzanie, magazynowanie oraz transport i dystrybucja) wymagane jest jeszcze ok. 10 lat. Wydaje się to być odległą perspektywą, jednakże wynikają z tego przynajmniej dwie duże korzyści ułatwiające podjęcie decyzji dotyczącej partycypacji w tym rosnącym rynku. Po pierwsze, sam jego rozwój i związana z nim rozbudowa i modernizacja infrastruktury stwarzają bardzo duże szanse na lokowanie produktów i usług wielkopolskich MŚP na francuskim rynku. W szczególności dotyczy to rozwoju generacji i magazynowania energii ze źródeł odnawialnych. Po drugie, wejście na rosnący rynek na wczesnym etapie jego rozwoju umożliwi wypracowanie istotnych przewag konkurencyjnych, a przede wszystkim skorzystanie z tzw. przewagi pierwszeństwa pozwalającej na przejściowe korzystanie z bardzo dobrych warunków współpracy, co wynika z ograniczoności podaży usług i produktów w ryzykownych segmentach rozwijającego się rynku.**

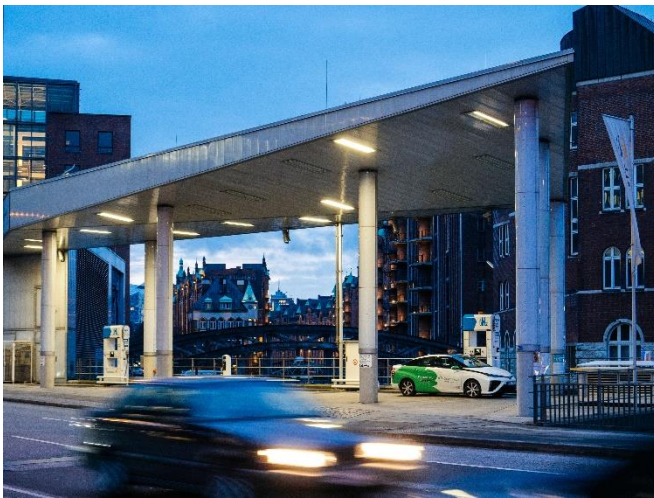
## 7. Kluczowe czynniki rozwoju francuskiego rynku wodoru

### Wiodące produkty lub usługi we francuskiej gospodarce opartej na wodorze

W perspektywie najbliższych 20 lat struktura francuskiego rynku wodoru ulegnie istotnemu przekształceniu. Wszystkie jego segmenty związane z wykorzystaniem wodoru w rozumieniu konwencjonalnym (wodór szary, brązowy) będą w fazie stagnacji. Jednakże, obszary zastosowania wodoru, które wiążą się z możliwościami wykorzystania zdekarbonizowanego wodoru (zielony, niebieski) będą w fazie dynamicznego wzrostu, który stworzy doskonale warunki do rozwoju działalności na analizowanym rynku zagranicznym. Branże które doświadczą największego wzrostu w związku z propagacją technologii wodorowych to: transport, magazynowanie energii, wytwarzanie energii, przemysł, ogrzewanie budynków.

### Transport

Jak wskazują strategiczne kierunki rozwoju mobilności opartej na wodorze we Francji, pojazdy napędzane wodorowymi ogniwami paliwowymi nie wyprą, a będą wdrażane obok pojazdów elektrycznych oraz pojazdów hybrydowych w celu dekarbonizacji wszystkich segmentów sektora transportowego jednocześnie. Ma to umożliwić osiągnięcie rządowego celu dotyczącego zerowej liczby nowych samochodów z silnikami benzynowymi lub diesla do 2040 r.



2050 roku udział w rynku nieprzekraczający 20%.

Zgodnie z dostępnymi analizami, szacuje się, że pojazdy napędzane ogniwami wodorowymi mogą stanowić ok. 30% i więcej floty lekkich samochodów dostawczych, autobusów miejskich oraz taksówek w perspektywie 2050 roku. W przypadku ciężarówek, perspektywiczny udział w rynku pojazdów napędzanych wodorem może wynieść ok. 20% do 2050 r. W zakresie samochodów wykorzystywanych do użytku prywatnego oczekuje się, że pojazdy wykorzystujące ogniwa wodorowe osiągną w perspektywie

Przyjęte przez francuski rząd kierunki wsparcia transportu opartego na wodorze obejmują:

- wsparcie rozwoju ciężkich pojazdów drogowych,
- wsparcie innych rodzajów transportu (łódzie, pociągi, samoloty),
- wsparcie rozwoju terytorialnych klastrów wodorowych agregujących różne zastosowania wodoru (np. zastosowania w przemyśle i w transporcie).

**Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Francji, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów do stacji tankowania wodoru (pompy, zawory, czujniki wodoru, kurki).**

### **Magazynowanie energii**

Francuski rząd ma ambitne cele w zakresie produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Oczekiwane jest osiągnięcie 40% udziału energii odnawialnej w miksie energetycznym do 2030 r. przy jednoczesnym dynamicznym wzroście wykorzystania energii odnawialnej pochodzącej z tzw. źródeł zmiennych (udział na poziomie 70% całości wytworzonej energii odnawialnej).

Przewiduje się, że na francuskim rynku wystąpi konieczność zmagazynowania ok. 8% całkowitej produkcji energii, co oznacza konwersję na wodór ok. 35 TWh energii.

Generowanie energii na bazie wodorowych ogniw paliwowych jest stosowane również jako systemy bezprzerwowego zasilania (UPS). Można je uznać za dojrzałą technologię i są dostępne w szerokim zakresie wydajności. Ich główną funkcją jest zapewnienie zasilania rezerwowego dla krytycznej infrastruktury takiej jak wielkie centra danych, szpitale, infrastruktura komunikacyjna i podobne w przypadku awarii zasilania. Ich zalety to niezawodność, trwałość i niskie koszty utrzymania.

**Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Francji, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie urządzeń pomiarowych, kontrolnych i nawigacyjnych (liczniki, urządzenia pomiaru jakości).**

### **Wytwarzanie energii**

Wodór może być paliwem konkurencyjnym dla gazu ziemnego i biogazu. Wskazuje się, że stanowi on bardziej elastyczne źródło wytwarzania energii elektrycznej, oferujące możliwości nisko kosztowego równoważenia okresowych niedoborów energii. Zgodnie z dostępnymi prognozami, do 2050 r. znaczna część elektrowni gazowych we Francji mogłaby być zasilana wodorem, pochodzącym z magazynów energii lub z dedykowanych rurociągów.

Analizowane rozwiązanie jest atrakcyjne dla lokalnych władz ponieważ pozwala na wydłużenie okresu żywotności posiadanej infrastruktury wytwórczej energii, zapewnienie stabilnego źródła dostaw energii oraz utrzymanie miejsc pracy na danym obszarze. Biorąc pod uwagę wskazane czynniki można spodziewać się dynamicznego rozwoju sektora wytwarzania energii elektrycznej w oparciu o wodór.

Łańcuch wartości w sektorze wytwarzania energii elektrycznej z wodoru w znacznej części jest tożsamy ze znanym łańcuchem wytwarzania energii w źródłach opalanych gazem ziemnym. Generuje to istotne szanse dla przedsiębiorstw działających obecnie w obszarach działalności związanych z rynkiem wytwarzania energii z gazu ziemnego. Prognozuje się, że rynek ten będzie stopniowo ulegał skurczeniu, na co wpływ mają coraz bardziej restrykcyjne ograniczenia w zakresie



wytwarzanie energii z paliw kopalnych. Szansą dla przedsiębiorstw działających na kurczącym się rynku gazu jest rozwinięcie kompetencji niezbędnych do zaistnienia na rozwijającym się rynku wodoru, który posiada zbliżoną charakterystykę.

**Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Francji, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów i części do elektrolizerów (elektrody, węże wlotowe i wylotowe, zaciski, uszczelki, wsporniki).**

## Przemysł

Aktualne kierunki strategiczne rozwoju gospodarki Francji zakładają stopniową konwersję wodoru szarego wykorzystywanego w przemyśle na wodór pochodzący ze źródeł neutralnych klimatycznie (wodór zielony lub wodór niebieski).

Ze względu na restrykcyjne regulacje środowiskowe i częściowy brak możliwości elektryfikacji sektora przemysłowego ma on szansę stać się (obok sektora transportowego) jednym z kluczowych rynków przyspieszających rozpropagowanie i rozwój technologii wodorowych.

**Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Francji, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów automatyki przemysłowej (switche przemysłowe, osprzęt tablicowy, sterowniki, systemy komunikacyjne).**



## Ogrzewanie budynków

Aktualnie rynek zastosowania wodoru do celów komunalnych, w tym do ogrzewania budynków we Francji w zasadzie nie istnieje. Stanowią go jedynie niewielkie instalacje testowe. Wskazuje się, że przełomowym momentem dla tego rynku będzie umożliwienie transportu wodoru z wykorzystaniem sieci gazu ziemnego.

Potrzeba wykorzystania wodoru w sektorze mieszkaniowym dostrzeżona została również przez stronę rządową, która wyznaczyła konkretne cele w tym zakresie. Do 2030 roku wodór powinien stanowić ok. 10% mieszanki gazowej wykorzystywanej do ogrzewania budynków. Do 2050 roku udział ten powinien wzrosnąć do 30-35%, a wodór powinien zaspakajać ok. 12% zapotrzebowania budynków na energię. Prognozy niektórych zakładów użyteczności publicznej są bardziej

optymistyczne i przewidują udział wodoru w mieszance gazowej wykorzystywanej do ogrzewania budynków na poziomie 30% i 100% kolejno w 2030 i 2050 roku.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej przewidywane działania w otoczeniu politycznym i biznesowym Francji, prognozy wzrostu rynku, a także fakty związane z prowadzonymi aktualnie badaniami oraz pilotażami można oczekiwać, że największy popyt na analizowanym rynku dotyczył będzie komponentów wykorzystywanych w farmach fotowoltaicznych (słoneczne, inwertery, akumulatory).

**Potencjalne zagrożenia związane z rozwojem na każdym ze zidentyfikowanych rynków perspektywicznych stanowią raczej standardowe ryzyka związane z internacjonalizacją, które nieodłącznie towarzyszą każdej decyzji o podjęciu współpracy zagranicznej – ryzyka walutowe, czy też bariery formalnoprawne postrzegać należy raczej w kategorii wyzwań niż zagrożeń, które mogą zadecydować o porażce internacjonalizacji. Ekspansja na rynek znajdujący się we wczesnej fazie rozwoju zawsze jest strategicznym wyzwaniem dla działalności przedsiębiorcy. Odpowiednie jej zaplanowanie, poprzedzone strategicznymi analizami powinno zdecydowanie ułatwić ten proces i umożliwić minimalizację związanych z nim ryzyk.**

## **8. Analiza konkurencji na francuskim rynku wodoru**

Z perspektywy czynników zewnętrznych, gospodarka francuska jest wysoce konkurencyjna i atrakcyjna biznesowo dla firm z zagranicy. Zarówno sprzyjające środowisko makroekonomiczne, wysoki poziom innowacyjności, jak i niski poziom biurokratyzacji sprzyjają rozwojowi działalności gospodarczej w tym kraju.

W ujęciu ogólnym konkurencją dla wielkopolskich MŚP (odpowiednio do obszaru ich działalności) na francuskim rynku wodoru będą w zasadzie wszyscy przedsiębiorcy działający na tym rynku w obszarach wskazanych jako rozwojowe, czy to na etapie analizy łańcucha dostaw, czy w analizie wiodących produktów i usług.

Strategie stosowane przez podmioty konkurencyjne obejmują przede wszystkim 4 główne typy podejść: **strategia selektywna, strategia produktowa, strategia rynkowa, strategia masowa.**

**W zakresie samej struktury rynku i panującej na nim presji konkurencyjnej należy podkreślić, że na obecnym etapie panująca na nim konkurencja nie jest jeszcze znaczna. Oczywiście należy spodziewać się zainteresowania ze strony coraz większej liczby przedsiębiorców, którzy będą dostrzegali znaczny potencjał analizowanego rynku. Jednakże, można oczekiwać, że odważne decyzje w zakresie internacjonalizacji połączone z dokładną analizą oraz precyzyjną strategią wejścia na rynek wodoru we Francji mogą wygenerować duże korzyści biznesowe dla polskich przedsiębiorców.**

## 9. Kierunki rozwoju francuskiego rynku gospodarki opartej na wodorze

Kierunki badań i rozwoju nad wdrożeniami technologii wodorowych we Francji nadawane są przede wszystkim przez duże przedsiębiorstwa działające w tym kraju, takie jak Air Liquide, Engie, czy EDF. Strona rządowa koncentruje się bardziej nad tworzeniem sprzyjających ram regulacyjnych i ewentualnym stymulowaniem rozwoju poprzez subsydia (od 2012 r. przeznaczono już około 100 mln EUR na instalację demonstracyjne). Niemniej jednak aktualna strategia wodorowa Francji wyznacza pewne obszary zastosowań technologii wodorowych, które będą wiodące w rozwoju krajowego rynku dla tego nośnika energii. Obejmują one przede wszystkim: sektor transportowy (z naciskiem zarówno na transport drogowy, lotniczy, jak i morski), mieszkalnictwo oraz sektor przemysłowy. Kierunki prowadzonych badań obejmują m.in. prace nad rozwojem technologii, takich jak: elektroliza, produkcja wodoru z energii jądrowej, metody wychwytu i magazynowania CO<sub>2</sub> (wodór niebieski), produkcja wodoru z biogazu.

Technologiczne programy badawcze nad wodorem prowadzone od ponad 10 lat w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego miały znaczący wpływ na pojawienie się nowych graczy w tym sektorze. Jednak szereg technologii i zastosowań wodoru nie osiągnęło jeszcze pożądanego poziomu rozwoju technologicznego i nie zostało wdrożonych. Zdecydowana większość z nich znajduje się w fazie demonstracyjnej z perspektywą wdrożenia w ciągu najbliższych 5 – 10 lat.

Segmenty francuskiej gospodarki, w których dojdzie do najszybszego zaadaptowania technologii wodorowych związane są z komercyjnym wykorzystaniem środków transportu i obejmują m.in.:

- wózki widłowe (w tym segmencie technologia wodorowa jest już wykorzystywana w ograniczonym zakresie),
- autobusy wykorzystywane w transporcie publicznym,
- średnie i duże samochody, a także vany i autokary, które wykorzystywane są w komercyjnym transporcie pasażerskim,
- ciężarówki wykorzystywane w transporcie towarów,
- pociągi.

Technologie wodorowe mają również szansę na relatywnie szybkie zastosowanie w ogrzewaniu budynków, jako komplementarny nośnik ciepła wykorzystywany równolegle z innym nośnikiem – np. gazem ziemnym.