

# MAPA ROZWOJU TECHNOLOGII WODOROWYCH - BTR



# Spis treści

<b>Wykaz skrótów</b>	<b>3</b>
<b>Motywacja oraz znaczenie dokumentu mapy drogowej dla technologii wodorowych w Województwie Małopolskim</b>	<b>4</b>
<b>Metodologia</b>	<b>5</b>
Opis procesu	5
Przedmiot i zakres	6
<b>Podsumowanie prac</b>	<b>9</b>
Podsumowanie ankiety przeprowadzonej po I smart labie	9
Uczestnicy ankiety	9
Miejsce w łańcuchu wartości	9
Metody produkcji	10
Magazynowanie i przesył wodoru	11
Kadry, potencjał, wsparcie	12
Najważniejsze wyzwania	13
Finansowanie	13
Mocne i słabe strony zidentyfikowane podczas I smart labu	13
Praca warsztatowa – podsumowanie	13
Mocne strony	14
Słabe strony	16
Szanse	18
Zagrożenia	20
<b>Mapy drogowe technologii wodorowych (BTR)</b>	<b>22</b>
Produkcja wodoru	22
Magazynowanie wodoru	24
Przesył i dystrybucja wodoru	26
Zastosowania aplikacyjne	28
<b>Rekomendacje</b>	<b>30</b>
<b>Lista uczestników smart labów</b>	<b>32</b>
<b>Aneks – analiza strategiczna</b>	<b>33</b>
Rozwój rynku wodoru - europejski i krajowy kontekst legislacyjny	34
Potencjał Małopolski	37
Potrzeba zmian	40



## Wykaz skrótów

**BTR** – Mapa Drogowa Technologii (ang. business technology roadmap)

**UE** – Unia Europejska

**UMWM** – Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego

**KPT** – Krakowski Park Technologiczny

**PKTK** – Polski Klaster Technologii Kompozytowych

**RPO** – Regionalny Program Operacyjny

**MCH2** – Małopolskie Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru

**PSW** – Polska Strategia Wodorowa

**RSI** – Regionalna Strategia Innowacji

**IOB** – Instytucja Otoczenia Biznesu

**AGH** – Akademia Górniczo – Hutnicza

**PK** – Politechnika Krakowska

**UJ** – Uniwersytet Jagielloński

**PAN** – Polska Akademia Nauk

**TRL** – Poziom gotowości technologicznej (ang. technology readiness level)

**OZE** – odnawialne źródła energii

**B+R** – badania i rozwój

**FENG** – Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki

**IPCEI** – Important Project of Common European Interest

**EBW** – Europejski Bank Wodoru



## Motywacja oraz znaczenie dokumentu mapy drogowej dla technologii wodorowych w Województwie Małopolskim

Zgodnie z wynikami analizy strategicznej przedmiotowego dokumentu oraz rekomendacjami interesariuszy związanych z technologiami wodorowymi, uzasadnione jest stworzenie mapy drogowej dla technologii wodorowych (business technology roadmap, skrót BTR) w Województwie Małopolskim.

Niniejszy materiał stanowi kolejny krok w decentralizacji dokumentów strategicznych, po strategiach europejskich i krajowych. Szczególnie istotny w tym obszarze, oraz spójny z przyjętymi założeniami tworzenia dokumentów o charakterze business technology roadmap jest szeroko rozumiany aspekt biznesowy i możliwości skutecznego wykorzystania i zwiększenia przewag konkurencyjnych zidentyfikowanych w regionie. Aspekt ten jest także zgodny z założeniami otwartego konkursu ofert na realizację zadań publicznych Województwa Małopolskiego w obszarze „Działalność wspomagająca rozwój techniki, wynalazczości i innowacyjności oraz rozpowszechnianie i wdrażanie nowych rozwiązań technicznych w praktyce

gospodarczej” pn. „Międzynarodowa współpraca przemysłu w obszarach Inteligentnych Specjalizacji”<sup>15</sup>. Taka też jest rola publicznych instrumentów finansowych, które powinny odpowiadać na możliwości otoczenia społeczno – gospodarczego.

Niniejszy dokument, a w szczególności wynikające z niego rekomendacje oraz załączniki powinny pełnić rolę przewodnika w procesie tworzenia nowych, regionalnych instrumentów finansowych, w tym Regionalnego Programu Operacyjnego (RPO) na lata 2021-2027. Dzięki współpracy przedstawicieli krakowskich uczelni oraz firm kluczowych z punktu widzenia produkcji, przechowywania i magazynowania wodoru, został opracowany dokument który powstał w ramach cyklicznych spotkań i smart labów. Aby zainicjowane działania były skuteczne, niezbędne jest kontynuowanie współpracy między wszystkimi stronami procesu tworzenia mapy drogowej dla technologii wodorowych w Małopolsce oraz lobbing na rzecz odpowiednich rozwiązań na poziomie krajowym i europejskim.

# Metodologia

Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego wskazał smart lab jako optymalną formę do przeprowadzenia serii warsztatów z interesariuszami związanymi z technologiami wodorowymi<sup>16</sup>. Skuteczność tego narzędzia, jako wypracowanej i przetestowanej metodyki, potwierdza również dokument ekspertów Banku Światowego pn. „W kierunku innowacyjnej Polski: Proces przedsiębiorczego odkrywania i analiza potrzeb przedsiębiorstw”. Wskazuje on

## Opis procesu

Polski Klaster Technologii Kompozytowych (PKTK) jako realizator zadania z otwartego konkursu ofert odpowiedzialny był za rekrutację uczestników, kontakt z nimi oraz proces gromadzenia odpowiedzi. Krakowski Park Technologiczny (KPT) odpowiadał za opracowanie metodologii pracy, dobór facylitatorów procesu, raporty częściowe oraz raport końcowy z realizacji przedmiotowej usługi.

Terminy spotkań w formule smart lab oraz miejsca ich organizacji zostały wspólnie wypracowane przez ww. strony. Do udziału w smart labach zostali zaproszeni przedstawiciele wszystkich istotnych interesariuszy szeroko rozumianej gospodarki wodorowej w Województwie Małopolskim tj. przemysłu, uczelni, administracji i instytucji otoczenia biznesu. Facylitatorzy KPT już podczas I smart labu podkreślali znaczenie ciągłości reprezentacji poszczególnych instytucji i firm, co zapewniło właściwe reprezentowanie interesów poszczególnych gałęzi branży wodorowej.

Szczególnie istotnym z perspektywy całościowego przekazu celu i przedmiotu smart labów było pierwsze spotkanie zorganizowane w dniu 29.09.2023 r., podczas którego zostały przedstawione aktualne, europejskie i krajowe przepisy dotyczące tematyki wodorowej. Ponadto, objaśniona została metodologia pracy oraz zarysowany został finalny produkt wszystkich smart labów i wspólnej pracy. Uczestnicy podczas pierwszego spotkania skorzystali z narzędzia analizy SWOT, aby dokładnie zdefiniować mocne i słabe strony, a także szanse i zagrożenia dla gospodarki wodorowej w Województwie Małopolskim.

charakterystyczne elementy smart labu, które „wykraczają poza perspektywę pojedynczej firmy i koncentrują rozmowę na obszarze biznesowym”<sup>17</sup>. Smart lab jest również uznawany za perspektywiczne narzędzie w kontekście niniejszego raportu i jego dalszego wpływu na specjalizacje regionu, ponieważ smart laby „pomagają identyfikować nowe, potencjalne inteligentne specjalizacje”<sup>18</sup>.

Dyskusja w tym obszarze poprzedzona była kilkuminutową, indywidualną pracą każdego z uczestników. Produktem końcowym I smart labu była kompleksowa analiza SWOT (patrz podrozdział pn. „Mocne i słabe strony zidentyfikowane podczas smart labu”). Po I smart labie zespół facylitatorski KPT przygotował również ankietę (patrz podrozdział pn. „Podsumowanie ankiety przeprowadzonej po I smart labie”), której cel został zdefiniowany następująco: „Celem jest zidentyfikowanie największych potencjałów Województwa Małopolskiego w zakresie technologii wodorowych. Ankieta służy pogłębieniu informacji przekazanych przez ekspertów podczas spotkania I smart labu. Ankieta ta jest również niezbędnym, kolejnym krokiem w kierunku stworzenia w naszym regionie Mapy Drogowej Technologii Wodorowych (ang. Business Technology Roadmap). Dzięki temu będziemy mogli kierować szerokie wsparcie finansowe na kluczowe z perspektywy rozwoju całej branży sektory”<sup>19</sup>. Zespół facylitatorski do przeprowadzenia II smart labu wykorzystał pracę na scenariuszach i konkretnych obszarach gospodarki wodorowej zidentyfikowanych w Województwie Małopolskim.

Zidentyfikowane zostały 4 obszary działań:

- produkcja wodoru,
- magazynowanie wodoru,
- przesył i dystrybucja wodoru
- zastosowania aplikacyjne

<sup>16</sup> <https://bip.malopolska.pl/umwm,a,2258380,ogloszenie-otwartego-konkursu-ofert-na-realizacje-zadania-publicznego-wojewodztwa-malopolskiego-w-ob.html>

<sup>17</sup> <https://smart.gov.pl/images/publikacje/publikacje/106148-REPLACEMENT-POLISH-v2-REPORT-Web.pdf>

<sup>18</sup> Tamże.

<sup>19</sup> Link do ankiety: <https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=1aRfuBEfy0miKOrheADcp5IHihndKJFuoSz6boXrzdUNzN-BVUtaRzRPWVgXS1ZESjNURjIjSkQwUS4u>

Podczas pracy grupowej prowadzona była kreatywna dyskusja, która doprowadziła do wypracowania wspólnego modelu i celów dla obszaru produkcji. Z uwagi na nieobecność istotnych z punktu widzenia procesu uczestników (Grupa Azoty oraz Orlen Południe Sp. z o.o.) KPT zaproponował przeprowadzenie indywidualnych konsultacji z tymi podmiotami aby omówić koncepcję dalszych prac. Ponadto, wszyscy obecni na spotkaniu uczestnicy

otrzymali do uzupełnienia 3 kolejne zidentyfikowane obszary oraz zostali poproszeni o wskazanie kluczowych celów i działań, które powinny zostać podjęte w ich ramach.

Następnym etapem prac była selekcja zebranego materiału oraz rozpoczęcie przygotowań do finalnej wersji dokumentu. III Smart lab został poświęcony dopracowaniu zgromadzonego materiału.

## Przedmiot i zakres

Otwarty konkurs ofert na realizację zadań publicznych Województwa Małopolskiego w obszarze „Działalność wspomagająca rozwój techniki, wynalazczości i innowacyjności oraz rozpowszechnianie i wdrażanie nowych rozwiązań technicznych w praktyce gospodarczej” pn. „Międzynarodowa współpraca przemysłu w obszarach Inteligentnych Specjalizacji”, postawił przed operatorem jasne działania w obszarze KOMPONENT 1 – INICJATYWA AWANGARDA

– WODÓR. Operatorem wybranym przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego w procedurze konkurencyjnej został Polski Klaster Technologii Kompozytowych (PKTK). Niniejszy dokument oraz szczegółowa analiza stanowią realizację trzech wskaźników rezultatu dla przedmiotowego konkursu.

Realizowanymi wskaźnikami rezultatu są:



Oczekiwany, obligatoryjny rezultat nr 1: liczba przeprowadzonych spotkań w ramach smart labu (minimum 3), w których będą uczestniczyć przedstawiciele przedsiębiorstw i/lub klastrów, naukowcy, przedstawiciel IOB (minimum jedno spotkanie odbędzie się w formule stacjonarnej).



Oczekiwany, obligatoryjny rezultat nr 2: Liczba przedstawicieli przedsiębiorstw i/lub klastrów, naukowców i IOB mających siedzibę lub oddział na terenie województwa małopolskiego, którzy wezmą udział w każdym spotkaniu w ramach jednego smart labu. Będą to osoby, które są związane z tematyką wodorową. 5 przedstawicieli przedsiębiorstw i/lub klastrów, 3 naukowców i 1 przedstawiciel IOB.



Oczekiwany, obligatoryjny rezultat: Liczba (1) przygotowanych map rozwoju po przeprowadzonym smart labie.

Wskazany do realizacji wskaźnika rezultatu nr 3 z powyższej listy został Krakowski Park Technologiczny, który korzystając z własnych zasobów finansowych, instytucjonal-

nych i osobowych przeprowadził realizację wymienionych wskaźników oraz dostarczył konkretne produkty z nim związane.

Spotkania w formule smart lab, o których mowa powyżej odbywały się w następujących terminach:



Służył zidentyfikowaniu mocnych i słabych stron gospodarki wodorowej w Małopolsce oraz przedstawieniu aktualnego porządku legislacyjnego i prawnego w obszarze wodoru.



Poświęcony został pracy w ramach projektowanego dokumentu BTR. Ponadto, zidentyfikowane zostały 4 obszary działań – produkcja wodoru, magazynowanie wodoru, przesył i dystrybucja wodoru oraz zastosowania aplikacyjne, które są również spójne z Polską Strategią Wodorową do roku 2030 z perspektywą do roku 2040. Podczas wspólnej pracy grupowej udało się dokonać identyfikacji kluczowych działań z zakresu produkcji wodoru. Dalsza część pracy została powierzona interesariuszom w formie pracy indywidualnej.



To prezentacja wypracowanego, wstępnego modelu mapy drogowej oraz dyskusja nad jej założeniami, a także kontynuacja prac w ramach II smart labu. W wyniku tego spotkania mapa została właściwie poddana wtórnej analizie i uzupełniona.

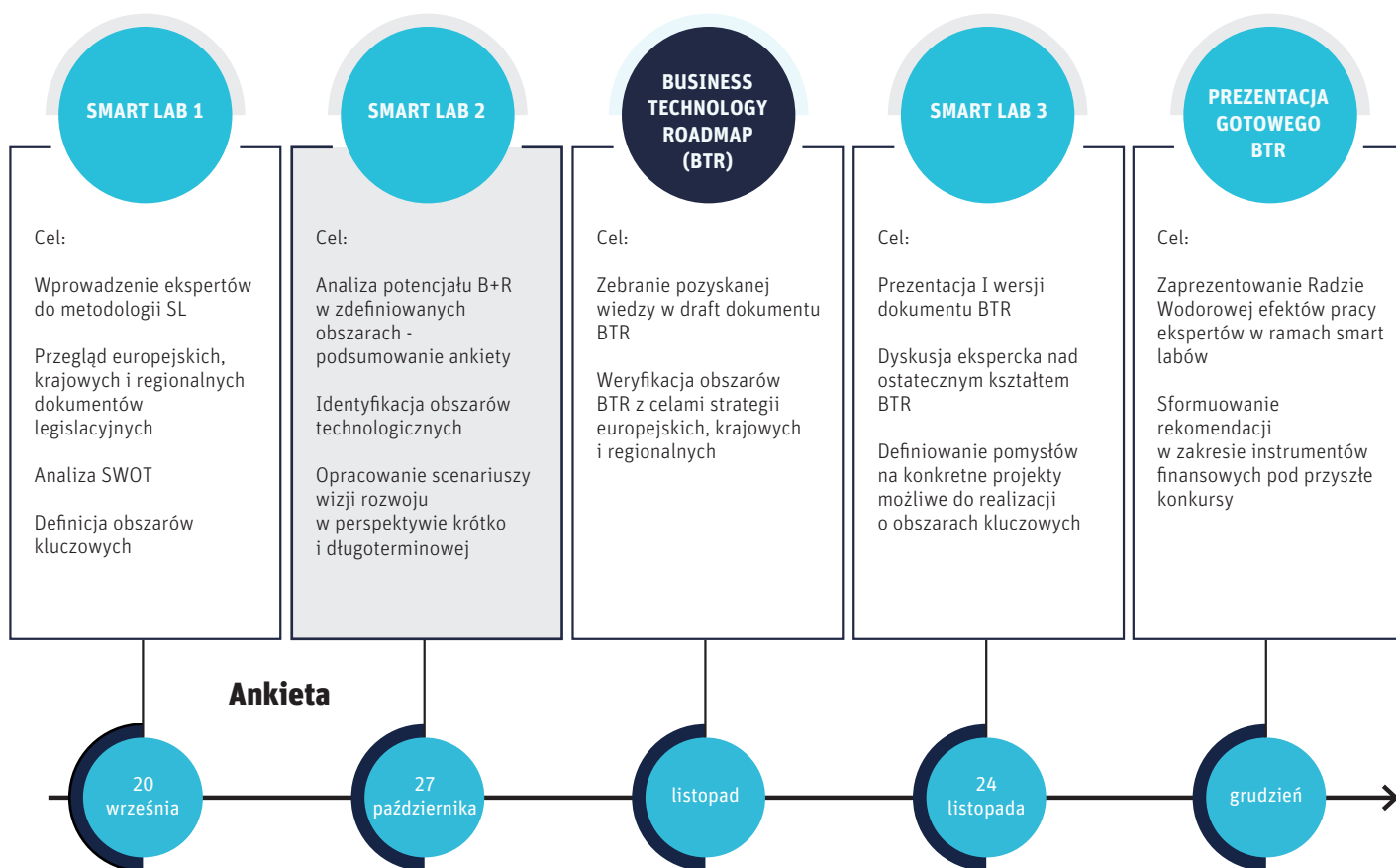
Zgodnie z założeniami przedstawianymi przez KPT podczas smart labów, wstępny model mapy wodorowej o charakterystyce business technology roadmap został przedstawiony w formie konsultacji mailowej do wszystkich uczestników smart labów. Model ten został poprzedzony grupową i indywidualną pracą firm i instytucji istotnych z punktu widzenia technologii wodorowych w Małopolsce<sup>20</sup>. Przedstawiciele KPT byli moderatorami oraz facylitatorami prac prowadzonych grupowo. Ponadto, prowadzone były również konsultacje indywidualne z wybranymi uczestnikami, którzy nie brali udziału w pracach II smart labu. W wyniku tych prac powstało kilka dokumentów w zidentyfikowanych wyżej w czterech obszarach

gospodarki wodorowej. Każdy z obecnych na warsztatach interesariuszy miał możliwość zaprezentowania własnego punktu widzenia istotnego z perspektywy organizacji, którą reprezentował.

Uczestnicy smart labów o zakresie oraz celu procesu byli informowani od pierwszego spotkania grupy w ramach I smart labu poprzez kolejne spotkania oraz konsultacje indywidualne. Całość miała na celu wcześniejsze zaplanowanie prac oraz ich przewidywalność. Miało to zapewnić stałość reprezentacji oraz ciągłość prac uczestników smart labów.

<sup>20</sup> Szczegółowa lista osób uczestniczących w smart labach stanowi załącznik nr 1

## Nasz proces



Rysunek 5 - Grafika przedstawiająca proces prac nad BTR prezentowana uczestnikom smart labów, opracowanie własne ekspertów Krakowskiego Parku Technologicznego



# Podsumowanie prac

## Podsumowanie ankiety przeprowadzonej po I smart labie

### Uczestnicy ankiety

Ankieta została przeprowadzona wśród uczestników pierwszego z trzech smart labów, jakie odbyły się w ramach projektu. Pozyskano sześć kwestionariuszy, a wśród odpowiadających znaleźli się przedstawiciele następujących firm i instytucji:

- **ORLEN Południe S.A.**
- **Grupa Azoty S.A.**
- **Polska Spółka Gazownictwa/AGH**
- **Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Ceramiki i Materiałów Budowlanych**
- **Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN**
- **Małopolskie Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru (MCH2) sp. z o. o.**

Spośród podmiotów wymienionych powyżej jedynie dwa ostatnie (Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN i Małopolskie Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru sp. z o. o.) nie są członkami organizacji zrzeszających zainteresowanych rozwojem gospodarki wodorowej; jednocześnie oba wyrażają zainteresowanie przystąpieniem do doliny wodorowej.

Spośród firm i instytucji uczestniczących tylko jedna (Grupa Azoty S.A.) ma patenty w obszarze wykorzystania wodoru, związane z katalizatorami i reformingiem parowym. Jako potencjalnie interesujący projekt jeden ankietowany wskazał innowacyjne narzędzie informatyczne, które wspierałoby proces decyzyjny wykonania projektu integracji OZE z podziemnym magazynem gazu w kawernach solnych.

### Miejsce w łańcuchu wartości

Ankietowani musieli wskazać, w jakim obszarze łańcucha wartości gospodarki wodorowej w Małopolsce działa reprezentowana przez nich instytucja (możliwe było wybranie więcej niż jednej odpowiedzi):

#### Miejsce w łańcuchu wartości

- Produkcja
- Magazynowanie
- Przesył, transport i dystrybucja
- Zastosowanie aplikacyjne/wykorzystanie w obszarze transportu, ciepłownictwa, przemysłu
- Zarządzanie energią
- Bateriowozy
- Badania



## Metody produkcji

Uczestnicy ankiety musieli wskazać, z jakimi metodami produkcji wodoru jest powiązana ich działalność. Możliwe było wybranie więcej niż jednej odpowiedzi. Najpopularniejszy okazał się reforming parowy gazu ziemnego, znajdujący się w obszarze zainteresowań trzech instytucji.

Na drugim miejscu uplasował się reforming parowy biogazu (zainteresowanie wykazują nim dwie firmy). Większość metod uzyskała pojedyncze wskazania, co oznacza, że znajdują się w obszarze zainteresowania tylko jednej firmy. Pełna lista metod produkcji znajduje się poniżej:



- Elektroliza z OZE (farmy wiatrowe)
- Elektroliza z OZE (fotowoltaika)
- Elektroliza z sieci krajowej
- Elektroliza z energii jądrowej
- Reforming parowy gazu ziemnego
- Reforming parowy biogazu
- Gazyfikacja węgla
- Pyroliza gazu ziemnego
- Przerób odpadów
- Gazyfikacja biomasy
- Produkt uboczny w procesach rafineryjnych
- Separacja z gazu koksowniczego

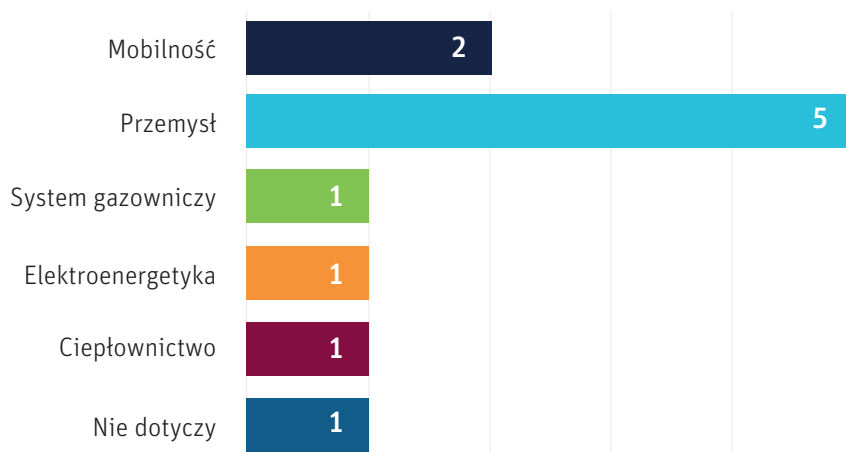
Należy zauważyć, że większość metod, które zostały zaznaczone przez ankietowanych, jest lub będzie stosowanych przez dwa podmioty: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN (elektroliza z farm wiatrowych, fotowoltaiki, sieci krajowej i energii jądrowej) oraz Polską Spółkę Gazownictwa/AGH (gazyfikacja biomasy; produkt uboczny w procesach rafineryjnych;

pyroliza gazu ziemnego; gazyfikacja węgla; separacja z gazu koksowniczego).

Ankietowani mogli również określić obecne lub planowane obszary wykorzystania wodoru do 2025 roku (możliwa więcej niż jedna odpowiedź):

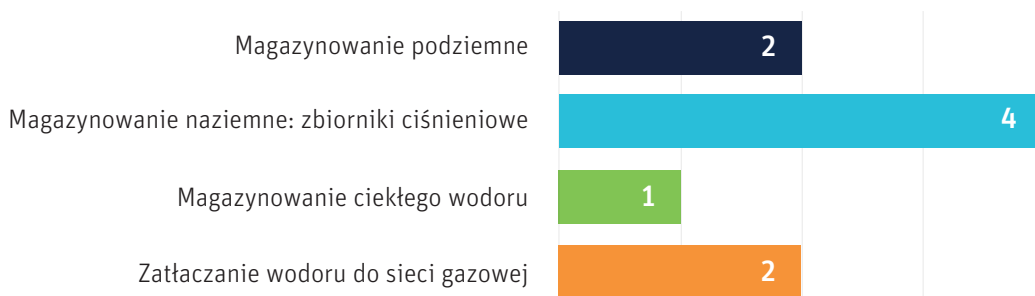
### Planowane lub obecne obszary wykorzystania wodoru

W dziedzinie mobilności zainteresowanie ankietowanych budzi transport kołowy, zarówno ciężki jak i lekki (każde z nich zebrał po trzy odpowiedzi).



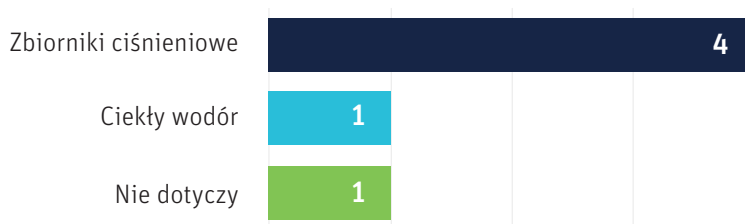
## Magazynowanie i przesył wodoru

Ankietowanych zapytano również o sposoby magazynowania wodoru, z jakimi powiązana jest działalność reprezentowanych przez nich instytucji. Można było wybrać więcej niż jedną odpowiedź:

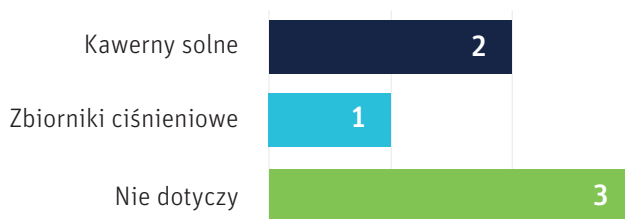


Wodór jest magazynowany przez wszystkie ankietowane ośrodki za wyjątkiem Małopolskiego Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru sp. z o.o. W zależności od skali wykorzystywane są różne metody:

### Magazynowanie małoskalowe (do 1 tony)

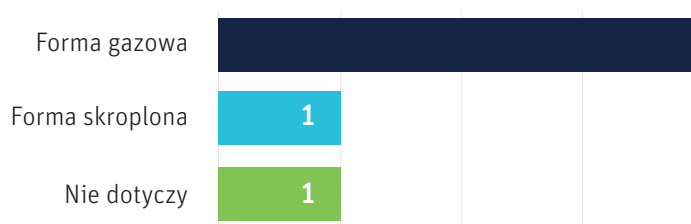


### Magazynowanie wielkoskalowe



W firmach wykorzystywane są dwa sposoby dystrybucji wodoru – w formie skroplonej lub gazowej, ta druga jest bardziej popularna:

### Przesył i dystrybucja wodoru



Transport wodoru w ankietowanych instytucjach dokonuje się w rozmaitych formach, wymienionych poniżej (można było wskazać więcej niż jedną odpowiedź):

## Transport wodoru



## Kadry, potencjał, wsparcie

Ankietowanym zadano szereg pytań na temat postrzegania ich potencjału do rozwoju gospodarki wodorowej. Połowa (trzy odpowiedzi) uznaje, że małopolskie uczelnie kształcą specjalistów, których kompetencje są przydatne dla rozwoju gospodarki wodorowej. Innego zdania są przedstawiciele kolejnych trzech instytucji. Za najbardziej perspektywiczne kierunki uznano energetykę i transformację energetyczną.

Wszyscy (sześć odpowiedzi) zgadzają się, że w Małopolsce istnieje potencjał badawczo-rozwojowy w omawianym obszarze, możliwy do wykorzystania w przemyśle. Wśród jego gałęzi wskazano: magazynowanie, motoryzację (w tym wykorzystanie wodoru jako paliwa), przemysł ciężki (w tym osobno metalurgię i hutnictwo), system zarządzania energią, elektrolizę. Większość odpowiadających (cztery osoby) stwierdziło również, że prowadzone są projekty badawcze i wsparcie dla społeczności naukowej w tworzeniu grup oraz komercjalizacji wyników badań. W tej sprawie zdanie odrębne zgłosiły Orlen Południe S.A. oraz Grupa Azoty S.A. Jako obszary, w których dokonują się te procesy wskazano magazynowanie energii z wykorzystaniem kavern solnych oraz na poziomie lokalnym – produkcję wodoru oraz wykorzystanie w przemyśle, zwłaszcza energochłonnym i wysokoemisyjnym.

W odpowiedzi na pytanie dotyczące obecności na rynku gotowych produktów dla gospodarki wodorowej, pięć spośród sześciu ankietowanych podmiotów wyraziło negatywne stanowisko. Wyjątkiem był Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, który wskazał na dostępność elektrolizerów i ogniw paliwowych. Ponadto,

ten konkretny podmiot jako jedyny zaznaczył, że prowadzone jest szeroko zakrojone doradztwo w obszarze gospodarki wodorowej.

Niemal wszyscy uczestnicy ankiety (pięć odpowiedzi) przyznają, iż na poziomie uczelni inicjowane są prace związane z wykorzystaniem wodoru. Wśród ośrodków badawczych i projektów wymieniono: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN (magazynowanie wodoru i wpływ na KSE), AGH (wykorzystanie wodoru jako domowego magazynu energii), Łukasiewicz-Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych (obniżenie emisji CO<sub>2</sub>).

Biorących udział w badaniu zapytano również o najistotniejsze działania, jakie należy podjąć na poziomie regionalnym (uczestnicy mieli możliwość wybrania kilku odpowiedzi). **Wszyscy ankietowani** przypisują znaczenie następującym obszarom:

- **stworzenie warunków do rozwoju kompetencji na rzecz gospodarki wodorowej,**
- **inicjowanie projektów pilotażowych,**
- **wspieranie projektów B+R o kluczowym znaczeniu dla gospodarki regionu.**

Działania edukacyjne i kampanie społeczne oraz promocja dobrych praktyk zyskały po cztery głosy. Dwie instytucje zgadzają się, że dzięki uczelniom wyższym upowszechniana jest wiedza na temat wodoru.

## Najważniejsze wyzwania

Uczestnicy ankiety zostali również poproszeni o wskazanie najważniejszych wyzwań, jakie stoją przed rozwojem gospodarki wodorowej na terenie Małopolski. Respondenci za główną przeszkodę uznają brak infrastruktury przesyłowej, dystrybucyjnej, magazynowej i terminalowej (pięć odpowiedzi), który utrudnia rozwój rynku hurtowego. Dodatkowo, czterech ankietowanych zwróciło uwagę na problem nieprzystosowania rozwiązań opracowanych na uczelniach do wdrożenia w przemyśle.

## Finansowanie

Ankietowani mogli też wyrazić swoją opinię na temat preferowanego sposobu finansowania projektów wodorowych. Wszyscy jednogłośnie wskazali na rolę krajowego systemu wsparcia, łączącego stronę popytową i podażową.

Połowa z ankietowanych (po trzy odpowiedzi) zwraca uwagę na brak odpowiednio wykształconej kadry, brak wyraźnej wizji strategicznej, brak stabilności we współpracy nauki i biznesu oraz brak systemu wsparcia dla rozwiązań wodorowych. Respondenci dostrzegają także wyzwania związane z edukacją i promocją wodoru jako paliwa przyszłości. Jedna osoba zauważyła problem w braku projektów referencyjnych i test case'ów.

Nieco mniejszą popularnością cieszył się system unijny, na wzór np. Europejskiego Banku Wodorowego (cztery odpowiedzi) oraz fundusze pomocowe (zarówno narodowe, jak i europejskie – trzy odpowiedzi).

## Mocne i słabe strony zidentyfikowane podczas I smart labu

### Praca warsztatowa – podsumowanie

Zespół facylitatorów Krakowskiego Parku Technologicznego przedstawił i omówił narzędzie warsztatowe, na którym miała pracować grupa. Była to analiza SWOT dla gospodarki wodorowej w Małopolsce. Uczestnicy zostali początkowo poproszeni o indywidualną pracę celem zidentyfikowania różnych elementów matrycy SWOT. Następnie zachęcano ich do aktywnego udziału w dyskusji, gdzie omawiano silne i słabe strony, a także szanse i zagrożenia związane z gospodarką wodorową w regionie. Podkreślanym przez facylitatorów elementem było skupienie się na uwarunkowaniach panujących w Województwie Małopolskim. Dzięki temu eksperci mogli wskazać istotne, lokalne elementy charakterystyczne dla regionu. Jednakże, niejednokrotnie podkreślano także uniwersalność, czyli krajowy lub nawet szerszy, europejski, kontekst analizowanych w ramach SWOT czynników. Dostęp do branżowych ekspertów spowodował, że praca z narzędziem okazała się doskonałym sposobem na zbudowanie potencjału Mapy Drogowej dla technologii wodorowych w Małopolsce.



### ANALIZA SWOT GOSPODARKI WODOROWEJ W MAŁOPOLSCE

Mocne strony	Słabe strony
* .....	* .....
* .....	* .....
* .....	* .....

Szanse	Zagrożenia
* .....	* .....
* .....	* .....
* .....	* .....

Rysunek 6 - Matryca analizy SWOT

## Mocne strony

Większość ekspertów kilkakrotnie podkreśliła duży potencjał naukowy Województwa Małopolskiego w zakresie gospodarki wodorowej. Odnosiło się to zarówno do potencjału wytworzonego na uczelniach dzięki licznym projektom krajowym i międzynarodowym, wspartym praktycznym doświadczeniem, jak i do potencjału jednostek badawczo-rozwojowych zlokalizowanych w regionie, obejmującego także aspekty infrastrukturalne. Dodatkowo, zwrócono uwagę na bogactwo zasobów technologicznych skupionych wśród przedsiębiorstw, tj. szeroko rozumiany przemysł chemiczny (z liderami tego obszaru takimi, jak Grupa Azoty czy Orlen Południe w Trzebini). Ten aspekt łączy się również z potencjałem naukowym i edukacyjnym, generowanym przez akademię wodorową dla studentów, prowadzoną przez przedsiębiorstwo Orlen S.A. z siedzibą w Trzebini. Dodatkowo, jako mocną stronę wymienia się już obecny w regionie potencjał dotyczący produkcji paliwa wodorowego. Z punktu widzenia produkcyjnego, równie istotne co podmioty przetwarzające różnego rodzaju elementy w celu produkcji wodoru, są duże zasoby surowcowe (woda, biomasa, odpady) skupione w Województwie Małopolskim. Szczególnie mocno podkreślano aspekt biomasy, z której docelowo można uzyskiwać biowodór (zwany także zielonym wodorem), czyli paliwo o najwyższych standardach środowiskowych, do których dążą przedsiębiorstwa i uczelnie.

Polska jest obecnie jednym z liderów produkcji wodoru, ale tak zwanego wodoru szarego, czyli pochodzącego z procesów wykorzystujących gaz ziemny. Wraz z tym elementem wyróżniony został aspekt rozproszenia w zakresie produkcji. Nie bez znaczenia dla ekspertów obecnych podczas I smart labu jest dogodna lokalizacja komunikacyjna Województwa Małopolskiego (szlak drogowy Niemcy – Ukraina). Tym bardziej, że odbywa się już transport wodoru na linii Trzebinia – Kraków na potrzeby Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Krakowie, gdzie paliwo wodorowe, produkowane przez Orlen Południe, wykorzystywane jest do napędzania autobusów wodorowych.

Do mocnych stron zaliczono również fakt obecności w naszym regionie i kraju dużych obszarów rolnych oraz zasobów rzeczno-wodnych, które pomagają zachować bilans energetyczny (woda używana na potrzeby produkcji wodoru).

Eksperci wskazali również, że m.in. dzięki takim pilotażowym inicjatywom, jak ta wspomniana powyżej, tworzony jest rynek i klient zainteresowany wodorem.

Za kolejną, mocną stroną eksperci uznali również wysoko rozwiniętą energetykę prosumencką na tle całego kraju, co sprzyja dalszemu rozwojowi technologii wodorowych. Zdecydowaną przewagą jest tu demografia i gęstość zaludnienia obszaru metropolitalnego Miasta Krakowa (mowa tutaj o ponad 1 mln ludzi w samym tylko Krakowie). Eksperci docenili również dotychczasowe działania regionu w obszarze edukacji, jako przykład podano Akademię wodorową Orlen, otwartość na innowacje oraz wszystkie inne działania sprzyjające rozwojowi technologii wodorowych. Podkreślono również fakt „widoczności” stanowiska, aktywności i aspiracji Małopolski w obszarze tworzenia zrównoważonej strategii wodorowej i ekosystemu dostawców i odbiorców technologii wodorowych na arenie międzynarodowej, oraz wsparcie w zakresie inteligentnych specjalizacji regionu.

Po analizie i zebraniu całego materiału został sformułowany podział na „koszyki tematyczne” zidentyfikowanych mocnych stron Województwa Małopolskiego. Proponowany podział na tak zwane koszyki prezentuje się następująco:

- **uczelnie, nauka, przemysł**
- **surowce**
- **klient, motywacje**
- **region**
- **potencjał energetyczny**
- **lokalizacja**

Wyżej wymienione elementy mają to do siebie, że często przenikają między wieloma koszykami nie mniej kluczowe założenia płynące z całej dyskusji w tym obszarze zostały zidentyfikowane we wcześniejszym akapicie.

## MOCNE STRONY

### KLIENT, MOTYWACJE

- klient na zielony wodór na terenie małopolski
- 100% transport publiczny w Krakowie
- chęć przedsiębiorców do działania
- duże rozwarstwienie sfery biznesowej w regionie

### REGION

- innowacyjny region
- rozpoczęta inicjatywa wodorowa
- rozpoznawalność regionu na tle UE
- obszar gospodarczy

### LOKALIZACJA

- tranzyt przez Małopolskę (UKR-Niemcy)
- zaplecze drogowe i komunikacyjne (dla wodoru dla transportu)
- Trzebinia – Kraków (zasilanie wodorem)

### SUROWCE

- szary wodór”
- biomasa, biowodór
- rozproszona produkcja, dostępna baza surowców, H<sub>2</sub>O, biomasa, bioCH<sub>4</sub>, odpady

### POTENCJAŁ ENERGETYCZNY

- Metropol, potentat (1mln ludzi)
- duży efekt energetyczny w przełożeniu na gospodarstwa domowe
- wysokie rozwinięcie energetyki przemysłowej na tle Polski

### UCZELNIE, NAUKA, PRZEMYSŁ

- uczelnie + naukowo-badawcze
- wysoki potencjał naukowy
- potencjał akademicki (uczelnie pod nosem i instytucje)
- mocny producent wodoru
- przemysł chemiczny
- nauka jednostki
- potencjał naukowy w regionie
- wiedza naukowa, eliminacja emisji CO<sub>2</sub>
- wiedza ekspercka w zakresie wykorzystania wodoru (praktyka)
- dostępna infrastruktura B+R (nauka, CBR)
- duże zasoby rzeczywiste na tle kraju
- co najmniej 2 duże firmy produkujące już wodór tj. Orlen Południe, Azoty (doświadczenie)
- młodych ludzi (studentów) uczelnie/RTD = Focus na przyszłość = potencjał
- know-how oferujemy swoje doświadczenie/zbieramy doświadczenie

## Słabe strony

W drugiej kolejności eksperci dyskutowali o słabych stronach regionu w zakresie rozwoju gospodarki wodorowej. Aspektem przebijającym się w dyskusji i pracy warstwowej był fakt braku odpowiedniej infrastruktury (brak infrastruktury przesyłowej, brak infrastruktury dla zielonego wodoru). Pod tym pojęciem eksperci identyfikowali zarówno infrastrukturę do celów eksperymentalnych, jak i infrastrukturę biznesową tj. potrzebną do transportu i magazynowania wodoru, ale również tankowania.

Uczestnicy warsztatów wskazali również na brak kluczowych, dużych inwestycji, których celem byłby rozwój tej gałęzi energetyki. Również gotowość do wdrożenia technologii wodorowych dla szerszego grona odbiorców (tutaj mowa była o mieszkańcach), czy brak dostępności technologii na wysokim poziomie TRL 7-9 uważana jest za słabą stronę regionu. W kontekście omawianego aspektu, eksperci podnosili również kwestię braku instytucji certyfikującej. Z tym z kolei wiąże się cena i konieczne do poniesienia nakłady związane z dalszym rozwojem paliwa wodorowego. Eksperci wskazywali na brak konkurencyjności cenowej wytworzenia i konsumowania paliwa wodorowego w porównaniu z konwencjonalnymi źródłami energii.

Kolejnym słabym punktem okazał się brak instytucji koordynującej wszystkie działania wodorowe w regionie. Idąc dalej, dużym problemem okazuje się również słaba współpraca (nauki i biznesu) i brak istnienia platformy współpracy między nimi w zakresie rozwoju tej technologii. Bardzo często ciekawe pomysły wypracowane już na uczelniach, pozostają na półkach niewykorzystywane w przemyśle. Legislacja, słaby stan normalizacji (normy techniczne dotyczące urządzeń), kolejne wymogi narzucone dyrektywami, mglistość przepisów oraz opóźnienia we wprowadzeniu przełomowych rozwiązań w Polsce – jako cała grupa wskazane zostały jako te ograniczające dalszy rozwój i zidentyfikowane jako słabe strony regio-

nu. Choć te kwestie są specyficzne dla całego kraju, zostały uwzględnione jako ograniczenia w kontekście regionalnym, pomimo braku bezpośredniego wpływu regionu na ogólnokrajowe regulacje.

Podjęto również dyskusję na temat dostosowania się do wymagań Unii Europejskiej. Poruszono kwestie związane z tym, że Polska jest na wcześniejszym etapie myślenia i działania, podczas gdy Unia Europejska skupia się na wodorze z odnawialnych źródeł energii.

Ostatnim, ale niemniej ważnym elementem okazała się edukacja, a właściwie jej brak w obszarze technologii wodorowych. Eksperci wskazali, że potencjalny odbiorca nie otrzymuje komunikatów dlaczego taka zmiana energetyczna jest konieczna, jak może przebiegać, jakie korzyści niesie za sobą paliwo wodorowe. Mowa tutaj była o szeroko rozumianej edukacji społeczeństwa, która to trafiłaby do możliwie najszerszego grona odbiorców. Niezbędna jest komunikacja w zakresie zmian środowiskowych (podejście ideologiczne i biznes) i wykorzystania wodoru. Widoczna jest również różnica w podejściu do tematu mieszkańców miast i wsi.

Analiza ww. pracy ekspertów doprowadziła facylitatorów do skonstruowania 5 koszyków słabych stron Województwa Małopolskiego:

- **koszty i nakłady**
- **infrastruktura i gotowość**
- **legislacja**
- **edukacja i komunikacja**
- **sieciowanie**



## SŁABE STRONY

### INFRASTRUKTURA I GOTOWOŚĆ

- gotowość do wdrożenia technologii wodorowych
- dostępność wodoru dla mieszkańców
- infrastruktura wodorowa
- brak instytucji certyfikującej
- dostępność infrastruktury przesyłowej i dystrybucyjnej
- brak wysokiego TRL technologii wytwarzania H<sub>2</sub> z OZE
- brak istniejącej infrastruktury (stacje itd.)
- brak inwestycji ze strony władz, niechęć biznesu do inwestycji
- małe zaplecze technologiczne do prowadzenia badań komercyjnych
- brak dostępnej infrastruktury wdrożeniowej w tym stacji tankowania
- brak zasobów na rozwój infrastruktury do badań

### KOSZTY I NAKŁADY

- nakłady na prace związane z obszarem wodorowym
- niska opłacalność: ekonomia magazynowania energii wzrośnie
- koszt magazynowania, koszt biomasy, próbki materiałów, protesty ludności

### SIECIOWANIE

- brak ścisłej współpracy nauki i biznesu, brak platform
- brak podmiotu „spinającego” całą branżę wodorową

### EDUKACJA, KOMUNIKACJA

- komunikacja jest słaba, jest potrzeba zmiany
- brak edukacji społeczeństwa
- różnice miasta/region, jak ważne są te zmiany dla społeczeństwa

### LEGISLACJA

- transfer wiedzy
- słaby stan normalizacji
- opóźnienie wprowadzenia rozwiązań
- dostosowanie do wymagań UE w obszarze LCA, CFP i innych (RED III)
- legislacja, zmiany w prawie PL – opieszałość



## Szanse

Kolejną częścią analizy SWOT było zidentyfikowanie szans, jakie niesie za sobą technologia wodorowa i jej rozwój w województwie. Wielokrotnie podkreślano aspekt związany z tak zwaną czystą energią, realizacją celów strategicznych Unii Europejskiej oraz dekarbonizacją. Dzięki tym działaniom może dojść np. do zmniejszenia kosztów wytworzenia wodoru, wzrostu jego konkurencyjności i aplikacyjności, zmniejszenia energochłonności różnych rozwiązań. Jednocześnie wskazywano, że część z proponowanych rozwiązań będzie obowiązywała w przyszłości w politykach regionu i kraju. Małopolska jako region może jednak angażować się w nie już teraz i budować swoją przewagę konkurencyjną w tej gałęzi gospodarki.

Kolejnym istotnym działaniem wskazanym przez ekspertów jest animacja wszystkich działań około wodorowych przez region. Ponadto, region powinien zabiegać o korzystne zmiany legislacyjne i kreowanie mechanizmów finansujących przyszłe rozwiązania. Dzięki tej stabilności z pewnością wykreowana zostanie zarówno strona popytowa jak i podażowa diskutowanych rozwiązań. Po raz kolejny (wspomniany wyżej w silnych stronach) podkreślona została korzystna pozycja lokalizacyjna Krakowa i Małopolski.

Eksperti mówili również, że paradoksalnie, mimo niskiego poziomu zaawansowania technologii wodorowych w Małopolsce, działając dziś w tym obszarze jesteśmy w stanie stać się krajowym i europejskim liderem. Wskazano m.in. na brak jednostki certyfikującej, a jej stworzenie w regionie przyniosłoby oczywistą przewagę konkurencyjną.

W analizie SWOT obszaru mocnych stron eksperci wskazali na istotne zainteresowanie i doświadczenie uczelni i jednostek B+R. Zauważyli, że otwiera to szereg perspektyw dla regionu w kontekście generowania innowacyjnych pomysłów i projektów, dzięki już zaangażowanym jednostkom naukowym.

Rozwój technologii wodorowych to również szansa na rozwój nowych kierunków edukacyjnych, wprowadzanie kierunków studiów dotyczących transformacji energetycznej, dostęp do technologii i know-how poprzez udział i realizację projektów międzynarodowych/FENG czy programy na B+R na poziomie regionu (finansowanie infrastruktury i sprzętu, aparatury). Istniejąca Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa i trwające prace nad wyłonieniem operatora dla dolin wodorowych, mogą być kolejną szansą dla naszego regionu.

## TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA

- kontekst potrzeb inwestycyjnych (opóźnienie) możemy przyjąć inne etapy
- wzrost konkurencyjności produkcji
- zmniejszenie energochłonności
- niskie koszty wodoru
- łatwy dostęp do paliwa wodorowego
- problem przyłączeń nowych OZE do sieci elektroenergetycznych, magazynowanie energii

## ROZWÓJ

- początkowy stan technologii wodorowych
- brak infrastruktury do przesyłu i dystrybucji (brak konkurencji)
- możliwość stworzenia pierwszej w tej części Europy jednostki certyfikującej z prawdziwego zdarzenia

## SZANSE

## WSPÓŁPRACA

- możliwość bycia centrum B+R dla technologii magazynowania i przesyłu wodoru
- projekty B+R – inwestycje
- współpraca nauki i biznesu, powołanie grup/zespołów
- współpraca biznes/klaster, studenci/pracownicy
- rozwój technologii H2 na uczelniach
- możliwość wprowadzenia rozwiązań w dużych przedsiębiorstwach Małopolski

## WSPARCIE REGIONU

- pozycja Krakowa (geograficzna) PL-Ukraina, Czechy, Słowacja
- Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa, pisanie projektów, etaty
- projekty międzynarodowe, dostęp do know-how, dostęp do infrastruktury
- programy UE
- inicjatywy regionu. Wypracowane kontakty.
- wprowadzenie dedykowanych 4 programów RPD na badania i rozwój, w tym do infrastruktury (nie tylko pensje i amortyzacja)



## Zagrożenia

Ostatnim obszarem poddanym analizie SWOT była identyfikacja zagrożeń dla rozwoju technologii wodorowych w Małopolsce. Aspektem szczególnie wyróżniającym się w dyskusji ekspertów był fakt niepewności legislacyjnej, która może przyjąć inne rozwiązania (w tym rozwiązania systemów bateryjnych), czy też wskazać inne normy. Niezrozumienie problemu wśród rządzących również było istotnym, zidentyfikowanym zagrożeniem. Wiąże się z tym również niezrozumienie społeczne oraz strach przed wodorem, jako przed „paliwem wybuchowym”.

Pojawiła się tu również kwestia konkurencyjności innych regionów UE, w tym licznych inwestycji dotowanych przez europejskie Państwa i regiony. Skala obecnie planowanych i realizowanych nakładów inwestycyjnych np. u naszych zachodnich sąsiadów, powinna powodować potrzebę nadgonienia tych zaległości, póki jest jeszcze na to szansa. Zdaniem ekspertów, opieszałość w tym obszarze może prowadzić do wykluczenia Małopolski, a szerzej Polski, w europejskim łańcuchu wodorowym i technologii z nim związanych.

Czynnikiem negatywnie wpływającym na potencjał rozwoju technologii wodorowych, zwłaszcza produkcji zielonego

wodoru, jest geograficzne położenie Małopolski, które powoduje, że omijają nas wodorowe korytarze unijne. Z uwagi na ograniczenia słonecznych dni, alternatywa wytworzenia „zielonego wodoru” w regionie może nie być konkurencyjna cenowo w porównaniu do innych obszarów. Dodatkowo, brak wystarczających mocy produkcyjnych z odnawialnych źródeł energii, również utrudnia rozwój sektora. To z kolei przełoży się na koszty produkcji wodoru oraz jego cenę. Brak dostępu do lokalizacji potencjalnych kavern solnych użytecznych w procesie technologii wodorowych również jest wskazywany jako zagrożenie.

Dyskusja i analiza zgromadzonego materiału w obszarze zagrożeń w analizie SWOT doprowadziła do identyfikacji następujących obszarów (koszyków) tematycznych:

- **legislacja i edukacja**
- **nowe technologie**
- **infrastruktura energetyczna**
- **przewaga konkurencyjna**
- **cena**

## ZAGROŻENIA

### PRZEWAGA KONKURENCYJNA

- czas + inwestycyjna konkurencja u sąsiadów
- ominięcie regionu/Polski w gospodarce H2 Europejskiej
- Europa nas wyprzedzi w technologicznym sensie ze względu na inwestycje infrastrukturalne

### LEGISLACJA I EDUKACJA

- wybuchowość
- brak zrozumienia sytuacji u rządzących
- zmiana legislacji
- problemy legislacyjne
- edukacja wodorowa (społeczna)
- zmiana polityki dotyczącej wodoru
- brak wytycznych w obszarze szczelności gazociągów

### CENA

- cena wodoru (bio)

### NOWE TECHNOLOGIE

- w międzyczasie może wejść jakaś inna technologia pozyskiwania energii, elektryczności i też zielona
- rozwój konkurencyjnych rozwiązań, koszt

### INFRASTRUKTURA ENERGETYCZNA

- brak dostępności
- rozwój bezpiecznej infrastruktury, logistyki w Polsce (stacje, domy)
- bardzo niska sprawność magazynowania energii w wodorze
- brak infrastruktury, trzeba to zrobić
- położenie geograficzne PL w kontekście produkcji OZE, który jest większy
- brak mocy produkcyjnych OZE dla potrzeb produkcji zielonego wodoru, problem przyłączy
- brak dostępu do lokalizacji potencjalnych kavern solnych

# Mapy drogowe technologii wodorowych (BTR)

Punktem wyjścia do prac nad właściwą mapą drogową technologii wodorowych stały się dokumenty opracowane przez ekspertów Krakowskiego Parku Technologicznego. Dokumenty te zostały omówione podczas II smart labu oraz spotkań indywidualnych z interesariuszami procesu.

Składały się one z kilku zakładek z podziałem na konkretne cele określonego obszaru. Warto podkreślić, że dotychczasowa dyskusja koncentrowała się na identyfikacji i rozwinięciu czterech kluczowych obszarów:



Dla każdego z ww. obszarów został przygotowany osobny dokument składający się z opisu działań oraz harmonogramu dla realizacji specyficznych celów. Ostatnią zakładką każdego z plików był harmonogram konieczności realizowania poszczególnych działań w ramach specyficznych celów. Wspólne prace nad identyfikacją poszczególnych

celów i działań zostały rozpoczęte już na II smart labie i były kontynuowane w formie pracy indywidualnej. Interesariusze otrzymali zapewnienie pełnego wsparcia w trakcie realizacji zadań. Sukcesywnie do przedstawicieli KPT służyły kolejne wypełnione pliki, na bazie których opracowany został niniejszy dokument.

## Produkcja wodoru

W Polsce, jak już wspomniano, produkcja wodoru jest głównie oparta na paliwach kopalnych, ale kraj planuje zwiększenie udziału wodoru pochodzącego ze źródeł nisko i zeroemisyjnych, zgodnie z celami zrównoważonego rozwoju i europejskimi inicjatywami. Dlatego ten obszar mapy drogowej wydaje się mieć największy potencjał dalszego wzrostu i rozwoju m.in. z uwagi na przeprowadzone w niniejszym dokumencie analizy rynku oraz potencjał, jaki jest zgromadzony w regionie. Obecność największych krajowych producentów wodoru na terenie Województwa Małopolskiego i w jego najbliższym sąsiedztwie daje oczywistą przewagę konkurencyjną i sprawia, że to właśnie region Małopolski jest i będzie umacniał swoją pozycję lidera w skali kraju i Europy w tej gałęzi gospodarki wodorowej.

Eksperti wskazali na następujące cele w obszarze produkcji:

- **uruchomienie produkcji zielonego wodoru**
- **rozwój technologii produkcji zielonego wodoru w Małopolsce**
- **utworzenie Środowiskowego Centrum Badawczego i Kompetencyjnego dla Technologii Wodorowych i Zielonej Energii**

Poniższa mapa drogowa jest wynikiem działań grupy interesariuszy i specjalistów zgromadzonych podczas trzech smart labów i stanowi rekomendację niniejszej grupy w kontekście dalszych działań w ramach tego właśnie obszaru.



## Magazynowanie wodoru

Jest to obszar bardzo powiązany z tym prezentowanym powyżej. Obszar ten wykazuje duży potencjał do dalszego rozwoju, choć w chwili obecnej pozostaje jeszcze niezagospodarowany. Preferowanym podejściem w tym kontekście jest wsparcie podmiotów zajmujących się rozwojem tego obszaru oraz technologii, które przyczynią się do dalszej specjalizacji firm i instytucji w tej dziedzinie. Już dziś na terenie regionu funkcjonują pilotażowe rozwiązania skutecznych form współpracy w tym obszarze, lecz wydają się być dalece niewystarczające. W związku z tym, rekomenduje się ściśle monitorowanie rozwoju projektów i inwestycji związanych z infrastrukturą wodorową na terenie regionu ponieważ kraje coraz bardziej inwestują w rozwijanie technologii jego magazynowania.

W tym obszarze jako główne cele zidentyfikowane zostały:

- **opracowanie technologii magazynów wodoru**
- **rozwój infrastruktury do magazynowania wodoru**
- **wspieranie rozwoju systemu zarządzania magazynowaniem i przechowywaniem wodoru przy wykorzystaniu nowych technologii informatycznych**









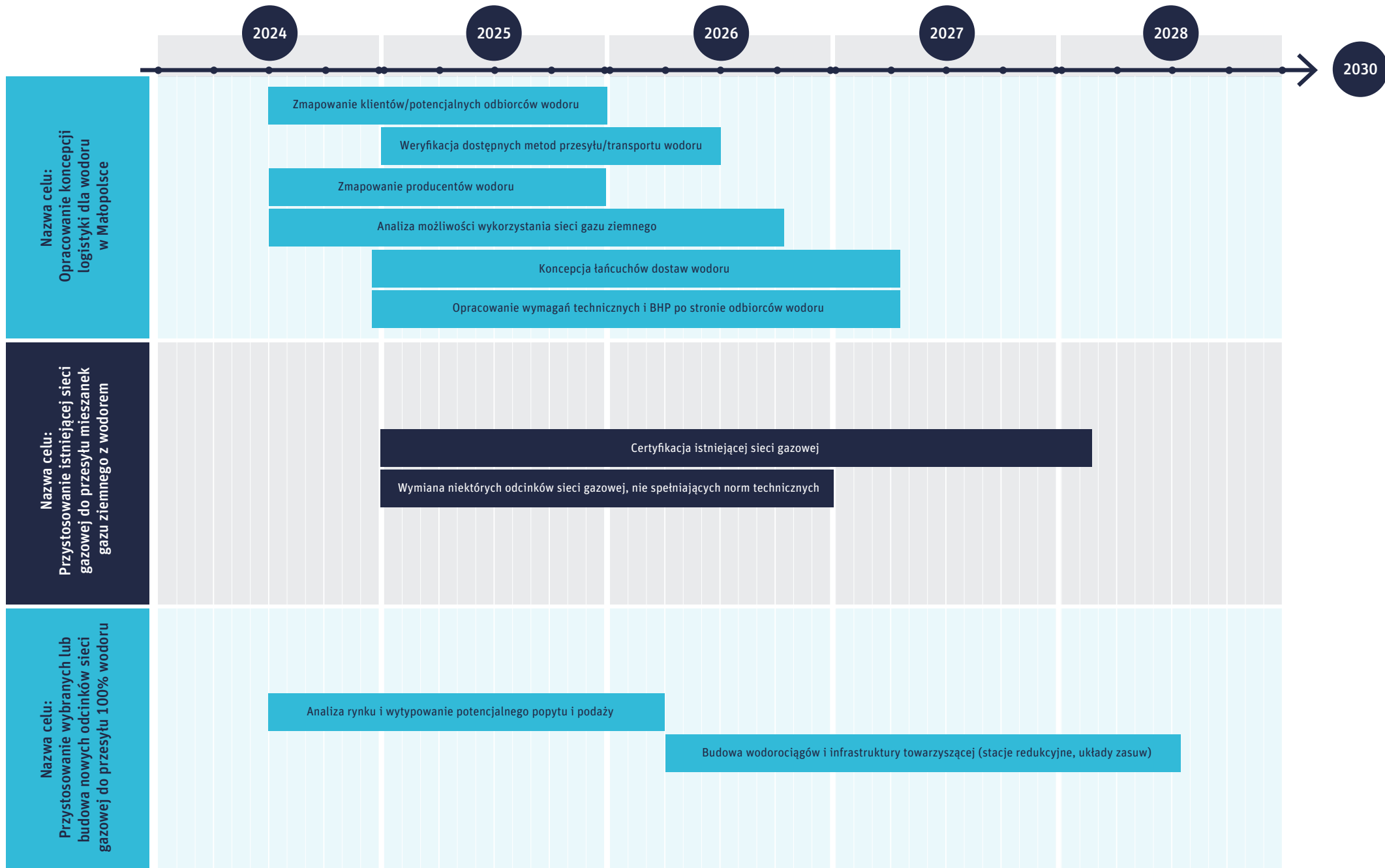
## Przesył i dystrybucja wodoru

Jest to obszar, który niewątpliwie wymaga zaangażowania wielu interesariuszy, ze względu na swoją obszerność i potrzebę budowy lub dostosowania istniejących sieci do możliwości przesyłu i dystrybucji wodoru. Warto podkreślić, że obecnie Polska pracuje nad rozbudową infrastruktury wodorowej, co obejmuje np. rozwój stacji tankowania wodoru, zwłaszcza w obszarach miejskich oraz na głównych trasach komunikacyjnych. Wydaje się, że to właśnie ten obszar może być najbardziej kapitałochłonny i czasochłonny. Konieczność współpracy na poziomie krajowym staje się zatem oczywista, a zaangażowanie spółek uczestniczących w budowie sieci stanowi kluczowy warunek osiągnięcia sukcesu w tym przedsięwzięciu.

Dla tego obszaru eksperci wskazali następujące, cele rozwoju :

- **opracowanie koncepcji logistyki dla wodoru w Małopolsce**
- **przystosowanie istniejącej sieci gazowej do przesyłu mieszanek gazu ziemnego z wodorem**
- **przystosowanie wybranych lub budowa nowych odcinków sieci gazowej do przesyłu 100% wodoru**

Poniższa mapa prezentuje rekomendacje interesariuszy smart labów wraz z ich czasowym rozmieszczeniem do roku 2030.



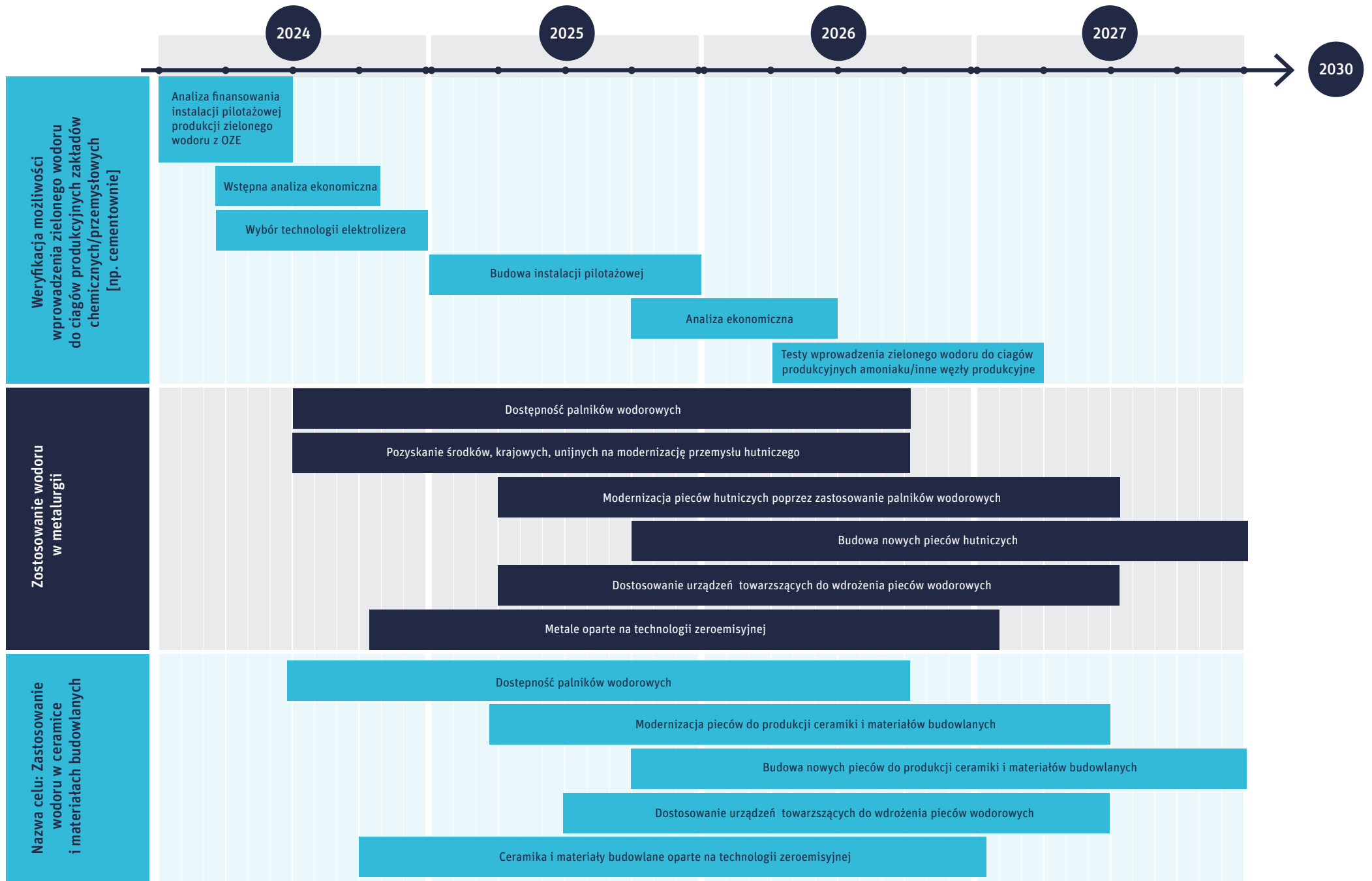
## Zastosowania aplikacyjne

Wodór znalazł różnorodne zastosowania, w różnych sektorach gospodarki. Na terenie regionu już dziś istnieje kilka pilotażowych rozwiązań w obszarze transportu. Są one efektem skutecznej współpracy zaangażowanych podmiotów i oferują dodatkowe możliwości i usługi. Interesariusze zidentyfikowali obszary o największym potencjale różnorodności i możliwości zastosowań w naszym regionie, takie jak metalurgia, transport, energetyka czy budownictwo. Te obszary stanowią tylko część zastosowań wodoru, a rozwój technologii wodorowej otwiera nowe możliwości dla środowiska, gospodarki i technologii. W miarę postępu technologicznego i wzrostu świadomości ekologicznej, zastosowania wodoru mogą się jeszcze bardziej rozszerzyć.

Jako główne cele eksperci wskazali przede wszystkim:

- weryfikacja możliwości wprowadzenia zielonego wodoru do ciągów produkcyjnych zakładów chemicznych/przemysłowych [np. cementownie]
- rozwój zastosowania wodoru w metalurgii
- rozwój zastosowania wodoru w ceramice i materiałach budowlanych
- rozwój zastosowania wodoru w energetyce
- rozwój zastosowanie wodoru w transporcie





# Rekomendacje

Niniejsze rekomendacje oraz wnioski z powyższego raportu stanowią autorskie opracowanie ekspertów Krakowskiego Parku Technologicznego. Zostały oparte na szczegółowym przebadaniu zgromadzonego materiału, rozmowach z kluczowymi regionalnymi interesariuszami procesu oraz analizie

dokumentów strategicznych poziomu europejskiego i krajowego. Rekomendacje skonstruowane zostały w sposób do ich łatwej i przejrzystej aplikacji w polityki regionalne.

## Rekomendacje zespołu redakcyjnego Krakowskiego Parku Technologicznego:

- Kluczowe dla rozwoju technologii wodorowych w Małopolsce jest utworzenie silnego i zrównoważonego krajowego i **regionalnego rynku produkcji oraz wykorzystania czystego wodoru.**
- Wsparcie ze strony władz oczekiwane jest w zakresie **redukcji kosztów produkcji wodoru, kosztów logistyki oraz wyłonienia regionalnych integratorów.**
- W obszarze produkcji wodoru jednym z kluczowych działań jest zapewnienie dostępności **elektrolizerów na poziomie regionu.**
- Równie ważne znaczenie ma również **rozwój i wdrożenie odpowiedniej infrastruktury transportowej i dystrybucyjnej na poziomie regionu.**
- Region może stymulować rozwój rynku wodorowego poprzez zapewnienie **kapitału na inwestycje dla sektora prywatnego.**
- Kluczowe dla rozwoju branży w Małopolsce może okazać się **stymulowanie rozwoju prac B+R oraz kształcenie specjalistów i dostępności wykwalifikowanej kadry.**
- Na poziomie regionalnym istotną rolę - dla wytworzenia i zużycia wodoru - **odegrają samorządy i MŚP**, które mogą np. tworzyć, wspierać i rozwijać **regionalne wodorowe strefy przemysłowe.**
- **Działania regionu powinny skupić się na identyfikacji referencyjnego regionalnego business case'u dla wodoru** – spółki skarbu państwa zlokalizowane w regionie mogą odegrać tutaj ważną rolę.
- Równie ważną rolę odgrywa cały czas **upowszechnienie wodoru jako alternatywnego źródła energii.** Dlatego konieczna jest dalsza szeroka promocja wodoru oraz intensyfikacja działań upowszechniających pod kątem bezpieczeństwa oraz zastosowania wodoru.
- **Wykorzystanie potencjału Małopolskiej Regionalnej Grupy ds. Rozwoju Technologii Wodorowych** oraz lobbying proponowanych przez nią rozwiązań na poziomie krajowym i międzynarodowym.

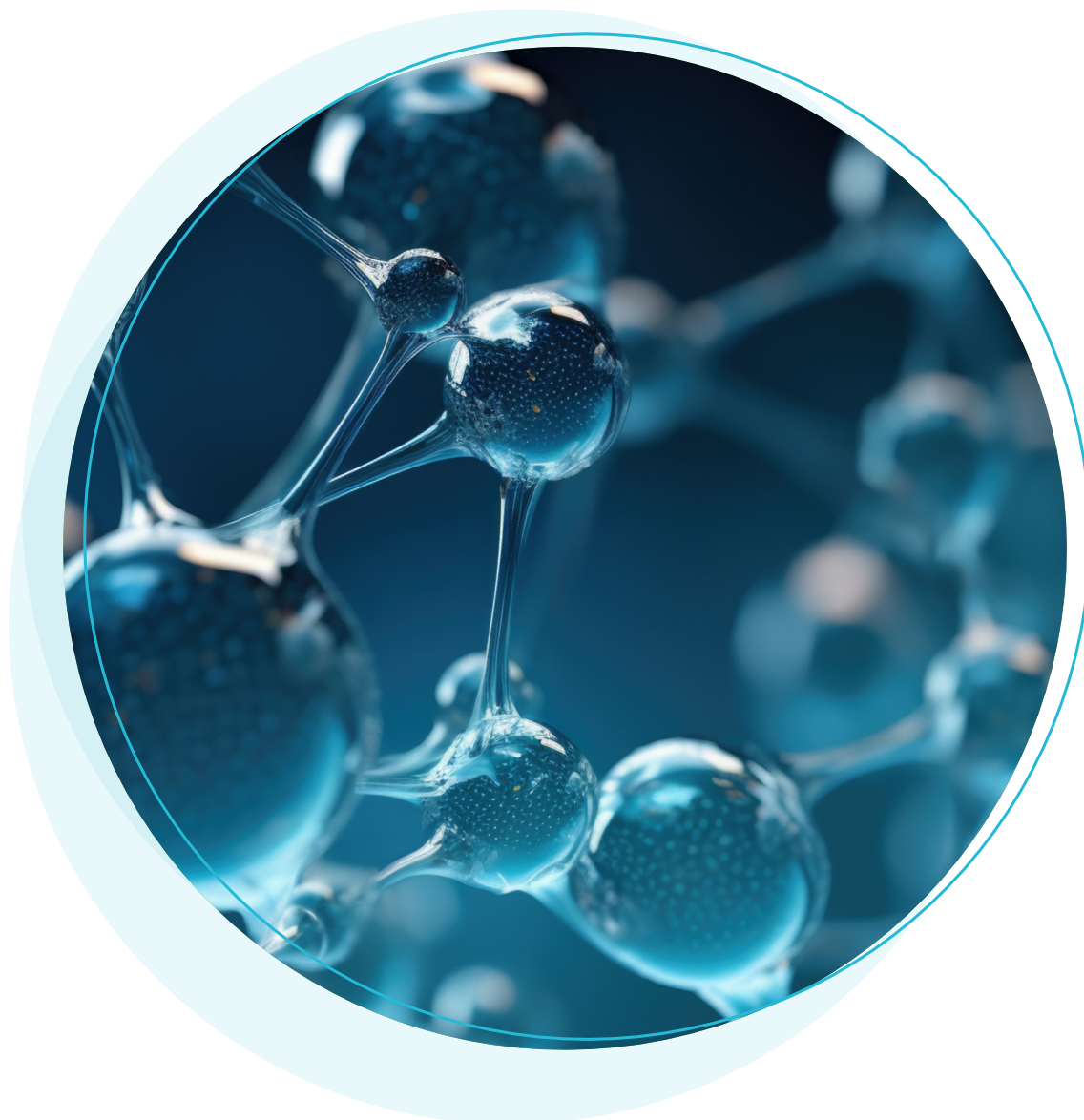
Małopolska powinna skoncentrować się na budowie i wsparciu rozwoju **regionalnego hubu wodorowego** (regionalnych wodorowych sieci współpracy). Sieci regionalne powinny umożliwić produkcję czystego wodoru na dużą skalę w pobliżu jego użytkowników końcowych, umożliwiając rozwój i współdzielenie masy krytycznej infrastruktury, a w dalszej części jej magazynowanie oraz dystrybucję.

Obserwując trendy ogólnoświatowe i europejskie, należy wspierać tworzenie **lokalnych sieci współpracy producentów i konsumentów wodoru** jako modelu współpracy.

Najbliższe 2-3 lata będą sprawdzianem determinacji oraz zdolności samorządów i biznesu do stworzenia fundamentów rynku wodorowego w Małopolsce. Dlatego też należy nakierunkować **wsparcie na wdrożenie pierwszych projektów referencyjnych w możliwie krótkim terminie.**

Powyższe rekomendacje, jak i cały raport jednoznacznie wskazują, że pozostaje bardzo wiele do zrobienia w obszarze dalszego rozwoju technologii wodorowych w Małopolsce. Niemniej jednak, należy podkreślić, że zbudowana

i cały czas rozwijana grupa zainteresowanych tematem firm, uczelni i instytucji stanowi niezaprzeczalny dowód ogromnego potencjału kryjącego się w tym obszarze.



# Lista uczestników smart labów

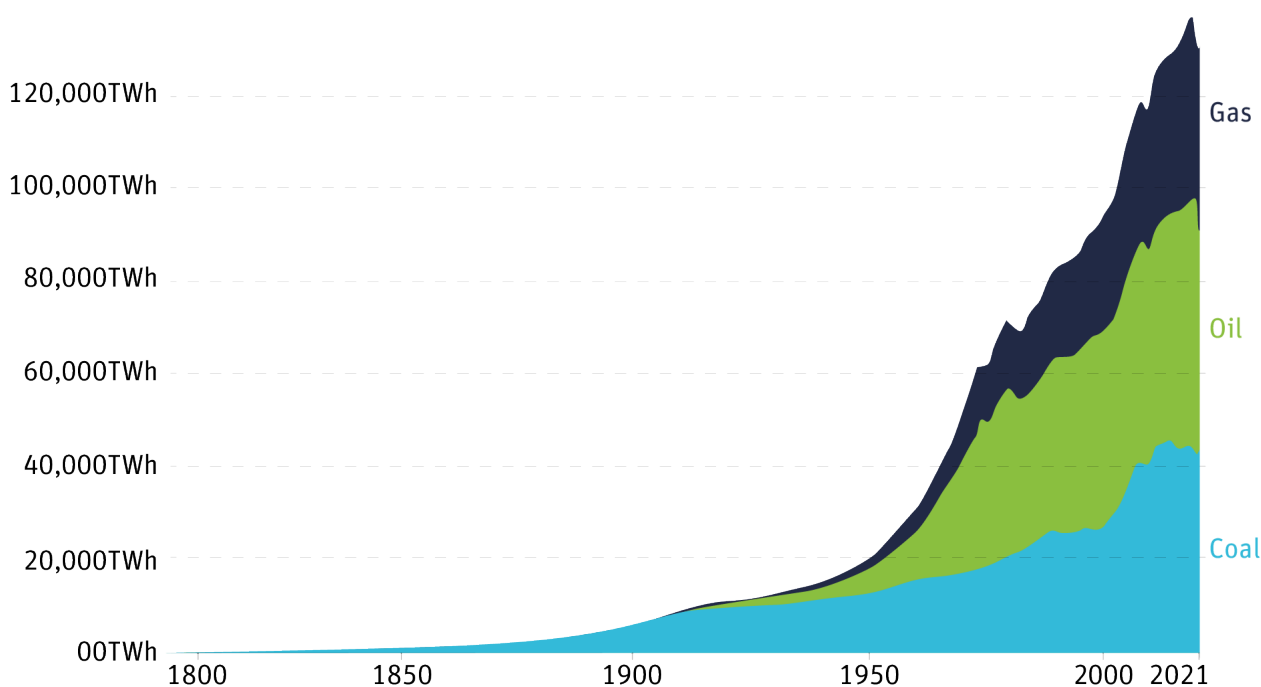
Lp	Imię i Nazwisko	Reprezentujący podmiot
1	dr hab inż Magdalena Dudek	Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw
2	dr inż Andrzej Raźniak	Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw
3	dr inż. Katarzyna Stec Łukasiewicz	Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
4	dr inż.Krzysztof Gogola	Protium P.S.A.
5	Iłja van Veen	RVT sp. z o.o. / Protium P.S.A.
6	Przemysław Wnęk	Polska Spółka Gazownictwa sp. z o.o.
7	Jacek Sykulski	Carbon Design sp. z o.o.
8	prof. dr hab.inż.Witold Żukowski	Politechnika Krakowska
9	dr inż.Piotr Olczak	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
10	dr inż. Andrzej Cybulski	Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych
11	Wojciech Satora	Grupa Azoty SA
12	Wanda Trzaskowska	Orlen Południe SA
13	dr inż. Andrzej Czulak	MCH2 sp. z o.o. / Fundacja Polski Klaster Technologii Kompozytowych
14	Monika Machowska	Krakowski Park Technologiczny sp. z o.o.
15	Agnieszka Bachórz	Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego
16	Anna Wojsa Świetlik	Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego
17	Magdalena Gębiś	Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego
18	Tadeusz Wenecki	Centrum Badawczo Rozwojowe Zielona Stal SA
19	Agnieszka Chochór	Centrum Badawczo Rozwojowe Zielona Stal SA
20	Wojciech Mucha	HXS sp. z o.o., wodorowe.info
21	Marta Czulak	GOFAR sp. z o.o. / Fundacja Polski Klaster Technologii Kompozytowych
22	Krzysztof Kuczmański	Krakowski Holding Komunalny SA



# Aneks – analiza strategiczna

Światowy trend nastawiony jest na odejście od zużycia paliw kopalnych i przejście na odnawialne źródła energii. W tym kontekście transformacja energetyczna to tylko kwestia czasu. Przez wieki nasi przodkowie korzystali z bardzo podstawowych źródeł energii: siły ludzkiej, siły

zwierząt i procesu spalania - głównie biomasy. Rewolucja Przemysłowa stała się punktem kulminacyjnym, jeśli chodzi o wykorzystanie paliw kopalnych. Od tego momentu<sup>1</sup> obserwowaliśmy jawne zwiększenie zużycia paliw kopalnych (węgiel, olej, gaz), jako głównego źródła energii.



Rysunek 1 - Grafika zużycia paliw kopalnych

W miarę upływu czasu dostrzegliśmy niekorzystne efekty związane z procesem spalania ww. paliw. Po pierwsze, stały się one kluczowym czynnikiem przyspieszającym zmiany klimatu. Po drugie, są to nieodnawialne źródła energii, co oznacza, że ilość tych paliw dostępnych na Ziemi jest ograniczona. Mając to wszystko na uwadze, oczywista staje się potrzeba zmian w tym obszarze. Ponadto, XXI wiek, z globalną pandemią i agresją Rosji na Ukrainę, pokazał nam, jak istotna jest niezależność energetyczna. Jasne jest, że niezależność energetyczna będzie kluczo-

wym czynnikiem dla przyszłego rozwoju miast, regionów i krajów. Mówiąc o transformacji energetycznej, dzisiaj już nikt nie podaje w wątpliwość, że bezwzględnie koniecznym i pilnym działaniem jest modernizacja globalnego sektora energetycznego opartego na paliwach kopalnych, systemu produkcji i konsumpcji energii, w tym ropy, gazu ziemnego i węgla, na odnawialne źródła energii. Jednocześnie, myśląc o niezależności energetycznej, musimy skoncentrować się na tworzeniu lokalnych lub regionalnych centrów odnawialnej energii. Agresja Rosji

na Ukrainę jednoznacznie podkreśliła, jak krótkowzroczny jest pomysł tworzenia mixsu energetycznego kraju w oparciu tylko o jednego dostawcę. Budowanie bardziej zrównoważonego modelu mixsu energetycznego wymaga działań na różnych polach i z różnymi interesariuszami. Począwszy od lokalnej i regionalnej gospodarki, aż po poziom kraju, jesteśmy w stanie dokonać zmian w tym obszarze.

Wszystkie wspomniane wyżej wyzwania stały się źródłem zmiany strategii dotyczącej przyszłego zużycia energii w regionach, krajach i na kontynentach. Rządy, tworzące zachęty do korzystania z odnawialnych źródeł energii są coraz bardziej stanowcze w tworzeniu regulacji zakładających niemal całkowite eliminowanie zużycia paliw kopalnych.

## Rozwój rynku wodoru - europejski i krajowy kontekst legislacyjny

W rozmowach dotyczących rozwoju rynku wodoru niezwykle ważny jest kontekst prawno-legislacyjny. Ocenia się go jako kluczowy element wpływający na możliwości implementacji i ewolucję tego sektora. Analiza tego kontekstu opiera się na śledzeniu zarówno krótko-, jak i długookresowych trendów, które znajdują odzwierciedlenie w strategicznych dokumentach na poziomie europejskim

Od kilku lat na forum światowym i europejskim coraz częściej podnoszony jest temat wykorzystania wodoru jako alternatywnego źródła energii. Jako pierwiastek chemiczny najobficiej występujący we wszechświecie, a jednocześnie posiadający unikalne właściwości energetyczne, wodór stanowi solidne fundamenty do budowy zrównoważonego ekosystemu energetycznego. Obecnie wiele gospodarek europejskich intensyfikuje działania w zakresie wykorzystania potencjału wodoru wdrażając własne strategie wodorowe. Te kraje aktywnie pracują nad innowacyjnymi technologiami, mając na celu usprawnienie procesów wytwarzania, przechowywania i dystrybucji wodoru. W rezultacie wodór nie jest już postrzegany tylko jako element dekarbonizacji i środka w walce ze zmianami klimatu, lecz także jako szansa na uniezależnienie się państw członkowskich od rosyjskich dostaw węgłowodorów.

i krajowym. Warto podkreślić, że znaczenie tego kontekstu przejawia się w kształtowaniu ram prawnych, regulujących rozwój i zastosowanie technologii związanych z wodorem, dostosowując je do bieżących i przyszłych wyzwań na tym dynamicznym rynku.

Zgodnie ze strategią UE dotyczącą wodoru:



***Wodór cieszy się odnowionym i szybko rosnącym zainteresowaniem w Europie i na całym świecie. Wodór może być stosowany jako surowiec, paliwo lub nośnik energii i magazynowania, i ma wiele możliwych zastosowań w przemyśle, transporcie, sektorze energetycznym i budownictwie. Co najważniejsze, nie emituje CO<sub>2</sub> i prawie nie powoduje zanieczyszczenia powietrza przy użyciu. Oferuje więc rozwiązanie dla dekarbonizacji procesów przemysłowych i sektorów gospodarki, w których redukcja emisji dwutlenku węgla jest zarówno pilna, jak i trudna do osiągnięcia. Wszystko to sprawia, że wodór jest niezbędny do wsparcia zobowiązania UE do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku i globalnego wysiłku wdrożenia porozumienia paryskiego, jednocześnie dążąc do zerowego zanieczyszczenia<sup>2</sup>.***

Niemniej jednak, jak podkreślono w dokumencie, nadal mamy do pokonania wiele wyzwań w tym obszarze:



***Jednak dziś wodór stanowi skromny ułamek światowego i europejskiego miks energetycznego i wciąż jest w dużej mierze produkowany z paliw kopalnych, zwłaszcza z gazu ziemnego lub węgla, co skutkuje emisją 70 do 100 milionów ton CO2 rocznie w UE. Aby wodór mógł przyczynić się do osiągnięcia neutralności klimatycznej, musi osiągnąć znacznie większą skalę, a jego produkcja musi stać się w pełni zdekarbonizowana”. Kolejnym istotnym bodźcem dokonywania zmian i ważnym kontekstem legislacyjnym jest Pakiet „Gotowi na 55” w którym to jednym z elementów realizacji neutralności klimatycznej jest właśnie „rewizja kształtu unijnego rynku gazu, która przewiduje stopniowe zastępowanie gazu ziemnego gazami odnawialnymi i niskoemisyjnymi, w tym wodorem<sup>3</sup>.***

Następnym legislacyjnym dokumentem mającym bezpośredni wpływ na technologie wodorowe jest opublikowana 31 października 2023 r. Dyrektywa RED III<sup>4</sup>. Założeniem dyrektywy jest, że wejdzie ona w życie 20 dni od daty jej publikacji, a państwa członkowskie będą miały 18 miesięcy na transpozycję nowych przepisów do prawa krajowego. Jej zapisy przekładać się będą w sposób bezpośredni na wybrane gałęzie gospodarki w tym m.in. na przemysł, transport i budownictwo. Oprócz konkretnych dokumentów UE dotyczących wodoru, idea wodoru jako paliwa przyszłości zgadza się także ze strategicznym dokumentem UE w obszarze zrównoważonego rozwoju, a mianowicie z Europejskim Zielonym Ładem<sup>5</sup>. Można go opisać jako kluczowy dokument dla zdrowszej, bardziej zrównoważonej i czystszej Europy. Celem tego dokumentu jest poprawa dobrobytu i zdrowia obywateli oraz przyszłych pokoleń. Idea i zapisy Europejskiego Zielonego Ładu są jednak znacznie szersze niż strategia energetyczna.

Na poziomie państw członkowskich UE następuje przejście z fazy teorii i planowania do fazy działań wdrożeniowych. 20 państw UE opracowało lub też finalizuje prace nad odpowiednimi strategiami rozwojowymi na poziomie krajowym. Wskazują w nich docelowe poziomy mocy zainstalowanej i wolumenów produkcyjnych, a także rozwiązania prawne oraz mechanizmy finansowania do wdrożenia technologii wodorowych w najbliższych latach. Wśród

liderów deklarowanych inwestycji znajdują się: Francja, Niemcy, Włochy, Hiszpania, ale także mniejsze państwa jak np. Holandia i Portugalia. Kraje te deklarują przeznaczenie środków publicznych na wsparcie innowacyjnych projektów wodorowych. Sektory publiczny i prywatny dostrzegają potencjał wodoru w swoich procesach dekarbonizacyjnych, zaś europejskie przedsiębiorstwa realizują prace badawcze i projekty komercyjne praktycznie we wszystkich elementach łańcucha wartości gospodarki wodorowej<sup>6</sup>. W roku 2022 KE zatwierdziła pierwszy ważny projekt stanowiący przedmiot wspólnego europejskiego zainteresowania (IPCEI *Important Project of Common European Interest*), dotyczący technologii wodorowej. Program „Hy2Tech” obejmujący 41 projektów składowych realizowanych przez podmioty z 15 państw członkowskich koncentruje się na osiągnięciu postępu technologicznego w obszarze całego łańcucha wartości wodoru: wytwarzania, przetwarzania, przesyłu oraz magazynowania, a także jego wykorzystania w przemyśle, transporcie, energetyce czy ciepłownictwie. Również w 2022 r. KE ogłosiła utworzenie Europejskiego Banku Wodoru (EBW). EBW ma za zadanie wsparcie produkcji zielonego wodoru w modelu kontraktu różnicowego, oferując projektem rywalizującym w aukcjach stałą premię za każdy kilogram wytworzonego wodoru w okresie 10 lat. Pierwsza aukcja z budżetem ok. 800 mln EUR planowana jest na czwarty kwartał 2023.

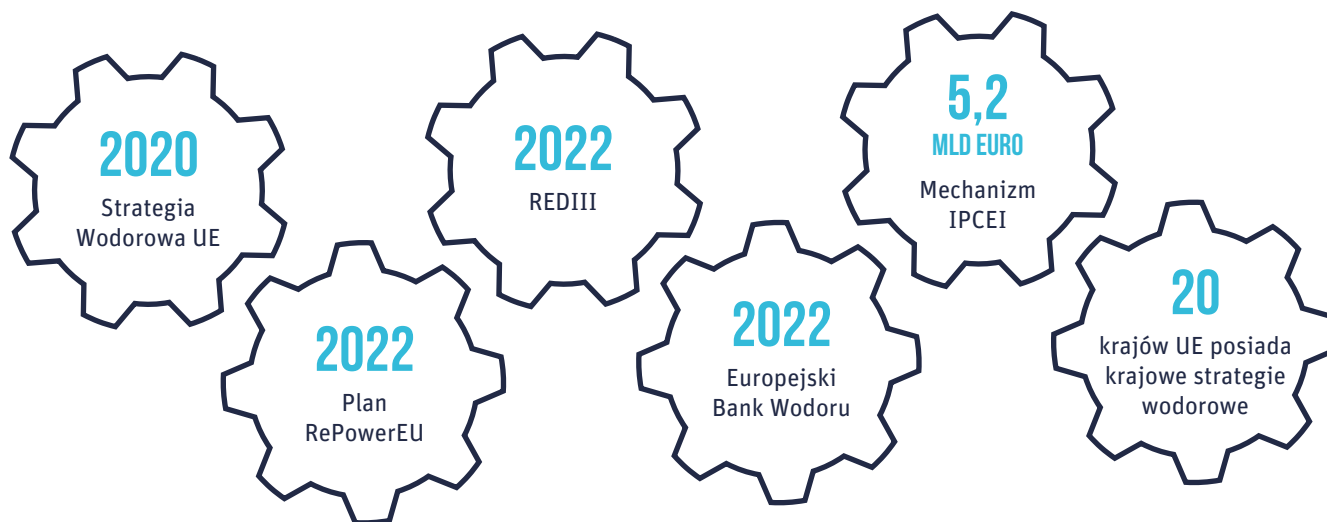


<sup>3</sup> <https://www.consilium.europa.eu/pl/infographics/fit-for-55-hydrogen-and-decarbonised-gas-market-package-explained/>

<sup>4</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32023L2413>

<sup>5</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_pl](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl)

<sup>6</sup> Projekty typu IPCEI Hy2Tech i Hy2Use <https://ipcei-hydrogen.eu/>



Źródło: Opracowanie własne ekspertów Krakowskiego Parku Technologicznego

Polska nie pozostaje w tyle i staje się częścią europejskiego ruchu transformacji wodorowej. Począwszy od poziomu krajowego, w 2021 roku Ministerstwo Klimatu i Środowiska przyjęło Polską Strategię Wodorową do 2030 roku z perspektywą do 2040 roku (PSW)<sup>7</sup>. Dokument ten jest wizją uczynienia polskiej gospodarki bardziej zrównoważoną i mniej uzależnioną od paliw kopalnych. Jednak, jak zauważają autorzy:



***Polska plasuje się obecnie na 3. pozycji wśród europejskich producentów wodoru, tuż za Niemcami i Holandią, jednakże udział produkcji wodoru w procesie elektrolizy wody jest znikomy<sup>8</sup>.***

Kluczowym zatem jest fakt produkcji tak zwanego szarego wodoru, czyli wodoru pochodzącego z paliw kopalnych. Taki rodzaj produkcji nie rozwiąże z pewnością

stojących przed państwami i regionami wyzwań transformacji energetycznej i zgodności ze zrównoważonym rozwojem. Jednym z zadań zidentyfikowanych w strategii jest konieczność rozwoju technologicznego dotyczącego produkcji, transportu, przechowywania i stosowania wodoru jako paliwa przyszłości. Obecny stan produkcji wodoru jest z pewnością niewystarczający i nie przybliża do realizacji celów zerowej emisji do roku 2050. Analiza Instytutu Gospodarki Polskiej<sup>9</sup> z 2020 roku na temat gospodarki wodorowej w Polsce wykazała, że „Polska, w porównaniu do krajów wysoko rozwiniętych, ma niewielki potencjał technologiczny w dziedzinie gospodarki wodorowej”. Wniosek ten wynika z faktu niewielkiej liczby wyspecjalizowanych firm, niskich wydatków B+R oraz niskiej dojrzałości rynku do wprowadzania technologii wodorowych. Z dokumentu dowiadujemy się także, że konieczne jest stworzenie bodźców do budowy rynku popytu i podaży w tym obszarze. Rządy będą zatem musiały zaprezentować różnicę w kosztach między konwencjonalnymi rozwiązaniami a odnawialnymi i niskoemisyjnymi źródłami energii. Poziom krajowy, oprócz wspomnianej wyżej PSW, to także konieczność transponowania zapisów dyrektyw do porządków prawnych poszczególnych państw członkowskich.

<sup>7</sup> <https://www.gov.pl/attachment/06213bb3-64d3-4ca8-afbe-2e50dadfa2dc>

<sup>8</sup> Tamże.

<sup>9</sup> [https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2021/01/PIE-PP\\_Wodor.pdf](https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2021/01/PIE-PP_Wodor.pdf)

## Potencjał Małopolski

Na poziomie regionalnym Małopolska wydaje się być prekursorem w skali kraju. Region jest członkiem Europejskiego Sojuszu Czystego Wodoru, została tu także powołana Małopolska Rada ds. Technologii Wodorowych. Ponadto, Województwo Małopolskie jest jednym z koordynatorów

działań współpracy w ramach projektu pilotażowego Inicjatywy Awangarda w obszarze wodoru. Województwo Małopolskie, wspólnie z sąsiednim regionem Śląska w styczniu 2022 r. utworzyło „Śląsko-Małopolską Dolinę Wodorową”, jedną z polskich dolin wodorowych.



Rysunek 2 - Doliny Wodorowe w Polsce. Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. (arp.pl)

Dzięki tej bliskiej współpracy udaje się rozwijać innowacje technologiczne w dziedzinie wodoru. Region oraz skupieni wokół niego interesariusze podejmują wiele działań, na różnych poziomach, by budować silny ekosystem firm i instytucji gospodarki wodorowej. Dostęp do kadry naukowej i zasobów biznesowych staje się również naturalnym sprzymierzeńcem dalszego rozwoju Województwa w tym obszarze. W dokumentach strategicznych wódor występuje również jako alternatywne paliwo przyszłości. Warto zwrócić uwagę na rolę wodoru, którą wskazuje Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 (RSI WM 2030)<sup>10</sup>. W dziedzinie produkcji metali i wyrobów metalowych oraz wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych, wódor wskazywany jest jako jeden z elementów dekarbonizacji sektora hutniczego. Również w Strategii Rozwoju Województwa „Małopolska 2030”<sup>11</sup>, która jest aktualizacją wcześniejszego dokumentu (pn. Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego

na lata 2011-2020) podkreśla się konieczność intensyfikacji działań w obszarze klimatu i środowiska. Jako jedno z kluczowych zagadnień w obszarze środowiska przyrodniczego Małopolski wymienia się konieczność podejmowania nowych działań na rzecz poprawy jakości powietrza. Szczególny nacisk kładzie się na dążenie do neutralności klimatycznej, w tym rozwój tzw. zielonej energii, poprzez wspieranie inicjatywy w kierunku energooszczędnej gospodarki i rozwój energetyki opartej na alternatywnych źródłach energii<sup>12</sup>.

Na terenie Małopolski skupieni są kluczowi polscy producenci szarego wodoru – Grupa AZOTY, Orlen Trzebiń czy Stalprodukt SA w Bochni. Podmioty te posiadają znaczący potencjał produkcyjny w obszarze zielonego wodoru, biorąc pod uwagę ich doświadczenie w jego produkcji i oczyszczaniu w celu zabezpieczenia dostaw. Nie bez znaczenia pozostaje duże skupienie kluczowych in-

teresariuszy produkujących wodoru na południu Polski (patrz rysunek poniżej). To potencjalnie może znacznie ułatwić dalszą dystrybucję wodoru i współpracę w przyszłych wspólnych projektach, w tym w projektach aplikacyjnych. Dowodem takiej pilotażowej współpracy jest ta nawiązana między Orlen Południe oraz spółką Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie. Dokładnie 24 czerwca 2022 r. spółka Orlen uruchomiła w Krakowie swoją pierwszą w Polsce (wówczas) mobilną stację tankowania wodoru. Od tamtej pory na terenie Krakowa porusza się kilka autobusów wykorzystujących wodoru, z których korzystają mieszkańcy miasta. Tankowanie autobusów odbywa się przy pomocy tak zwanych

bateriowozów, które na bieżąco są transportowane na trasie Trzebinia-Kraków i jest to możliwe dzięki współpracy różnych firm i instytucji działających w jednym regionie. Warto przy tej okazji wspomnieć również o zaangażowaniu i przyszłych planach produkcji wodoru deklarowanych przez inną miejską spółkę – Krakowski Holding Komunalny<sup>13</sup>. Istnienie wielu firm działających w branży wodnorodowej w jednym regionie, a także organizacji i instytucji naukowych jest dużą zaletą, a przede wszystkim stanowi ewidentną przewagę nad resztą kraju. Ułatwia to nawiązanie wielu współprac, które ciężko byłoby zorganizować, gdyby nie bliska odległość od siebie.



Rysunek 3 - Producenci wodoru w Polsce.  
Źródło: EY Polska, Hynfra, 2023<sup>14</sup>

W regionie prężnie działają duże uczelnie m.in. AGH, PK, UJ, PAN, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technik Innowacyjnych EMAG. Instytucje te posiadają potencjał naukowy (know-how, patenty) oraz dysponują doświadczoną kadrą naukową w obszarze technologii wodorowych.

Akademia Górniczo – Hutnicza realizuje obecnie co najmniej kilka projektów o tematyce i znaczeniu dla branży wodorowej. Wśród różnych obszarów badawczych warto wspomnieć o pracach nad magazynami energii na bazie ogniw sodowo-jonowych, magazynowaniu wodoru w stopach międzymetalicznych czy otrzymywaniu wodoru na drodze zgazowania i pirolizy paliw stałych. Uczelnia w dużej części jest w stanie wykorzystywać własne patenty i zgromadzony know-how w realizacji projektów, współpracując przy tym niejednokrotnie z partnerami zagranicznymi. Projekty te różnią się stopniem zaawansowania, ale istotnym jest fakt zbudowania w tym zakresie odpowiedniego ekosystemu uczelnianego. Naukowcy z Politechniki Krakowskiej, zwłaszcza reprezentujący Wydział Chemii, prowadzą działania, które mogą przyczynić się do rozwoju gospodarki wodorowej w regionie.

Niezwykle istotna jest także obecność w regionie instytucji otoczenia biznesu, takich jak Krakowski Park Technologiczny czy Polski Klaster Technologii Kompozytowych. Obie te instytucje aktywnie angażują się na rzecz promowania zastosowania wodoru wśród przedsiębiorców, wspierając małopolski ekosystem wodorowy oraz współpracę międzynarodową.

Krakowski Park Technologiczny, jako wiodąca instytucja otoczenia biznesu w regionie, realizuje szereg działań o tematyce wodorowej. Jednym z nich była organizacja konferencji z udziałem specjalistów branżowych i przedstawicieli uczelni, a także organizacja wizyt studyjnych w przedsiębiorstwach produkujących lub wykorzystujących wodór. Dzięki takim działaniom społeczna świadomość i akceptacja rozwiązań z obszaru technologii wodorowych staje się równie istotna, co opłacalność i aspekty biznesowe analizowanego obszaru. Tematyka ta cieszy się dużym zainteresowaniem nie tylko w regionie, czy kraju, ale również na arenie międzynarodowej, czego potwierdzeniem są zaproszenia kierowane do pracowników spółki KPT w zakresie udziału w kongresach i wydarzeniach związanych ze sposobami budowy ekosystemu wodorowego.

KPT, idąc krok dalej, wspólnie z Urzędem Marszałkowskim Województwa Małopolskiego oraz Polskim Klastrem Technologii Kompozytowych powołał spółkę pn. Małopolskie Centrum Innowacyjnych Technologii Przechowywania i Transportu Wodoru (MCH2). Celem tej spółki jest stworzenie ekosystemu firm i instytucji zainteresowanych postępem technologii wodorowych oraz tworzenie tzw. wodorowego hubu na obszarze Krakowa i Małopolski. MCH2 jako wspólna inicjatywa trzech instytucji potwierdza, jak ważne i konieczne jest łączenie sił w zakresie budowania zupełnie nowego i nieznanego wcześniej, na terenie regionu czy kraju, ekosystemu.

Województwo Małopolskie posiada wszelkie, konieczne elementy do dalszego wzrostu i bycia nie tylko krajowym, ale także europejskim liderem zmian w ramach gospodarki wodorowej, zarówno pod względem dokumentacyjnym, ale przede wszystkim naukowym i biznesowym. Należy jednak zauważyć, że nie wszystkie obszary łańcucha wartości gospodarki wodorowej są w Małopolsce rozwinięte, co obrazuje poniższy rysunek.



## Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Małopolsce



Rysunek 4 - Łańcuch wartości gospodarki wodorowej w Małopolsce. Źródło: Opracowanie własne ekspertów Krakowskiego Parku Technologicznego

## Potrzeba zmian

Konieczność poszukiwania alternatywnych źródeł energii nie wynika wyłącznie z podstawy programowej i dokumentacji, ale jest przede wszystkim potrzebą identyfikowaną przez społeczność lokalną posiadającą coraz większą wiedzę i świadomość ekologiczną. Tematyka gospodarki wodorowej jest obecna w społeczeństwie, a w najbliższych latach może zyskać na swojej ważności

jako istotna alternatywa dla paliw tradycyjnych. Z tego względu działania podejmowane przez przedstawicieli Województwa Małopolskiego oraz zaangażowanych instytucji, takich jak Krakowski Park Technologiczny czy Polski Klaster Technologii Kompozytowych, ukierunkowane na budowę silnego ekosystemu gospodarki wodorowej w regionie, wydają się zasadne i z pewnością właściwe.





## Mapa rozwoju technologii wodorowych – BTR

### Opracowanie raportu, koncepcja i teksty:

Monika Machowska, Mateusz Kowacki, Urszula Woźniak, Agnieszka Włodarczyk-Gębik

**Współpraca:** Dawid Zięba, Kacper Miodoński, Marcin Wilk

**Projekt i skład:** Agnieszka Zacharzewska

**Redakcja i korekta:** Michalina Jodłowska

Oprawienie powstało na zlecenie Fundacji Polski Klaster Technologii Kompozytowych w ramach realizacji zadania publicznego Województwa Małopolskiego w obszarze „Działalność wspomagająca rozwój techniki, wynalazczości i innowacyjności oraz rozpowszechnianie i wdrażanie nowych rozwiązań technicznych w praktyce gospodarczej” pn. „Międzynarodowa współpraca przemysłu w obszarach Inteligentnych Specjalizacji”.

Projekt realizowany przy wsparciu finansowym Województwa Małopolskiego.