

Bogusław Piotr BEMBENEK*

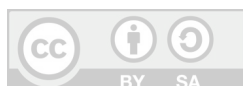
KSZTAŁTOWANIE TOŻSAMOŚCI ZRÓWNOWAŻONYCH KLASTRÓW WODOROWYCH W WARUNKACH TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2023.088.01

Artykuł koncentruje się na wybranych zagadnieniach z zakresu kształtowania tożsamości klastrów wodorowych w warunkach współczesnej transformacji energetycznej. Oprócz wprowadzenia i podsumowania składa się z trzech części, w których scharakteryzowano strategiczny wymiar transformacji energetycznej, zarys idei tożsamości zrównoważonych klastrów wodorowych oraz praktyczne podejście partnera publicznego do kreowania tej tożsamości ośmiu klastrów wodorowych w Polsce w ramach koncepcji Polskiego Ekosystemu Innowacji Dolin Wodorowych. Na podstawie wyników badań własnych wykazano, że wspieranie rozwoju klastrów wodorowych przez partnera publicznego w świetle ambitnych założeń krajowych i europejskich co do zrównoważonego rozwoju gospodarki wodorowej i technologii wodorowych jest działaniem celowym, zorganizowanym, indywidualnie zróżnicowanym i systematycznie realizowanym. Jednocześnie proces kształtowania tożsamości klastrów wodorowych pozostaje pod wpływem makro- i mikrootoczenia oraz wewnętrznego środowiska tych klastrów. Z uwagi na fakt, że w charakterystycznej przestrzeni klastrowej krzyżuje się i współistnieje szereg tożsamości budowanych na różnych poziomach, nie tylko tożsamości indywidualnych poszczególnych jednostek heterogenicznej społeczności klastrowej (członków klastra), ale także tożsamości zbiorowych, w tym tożsamości społecznych, sektorowych, regionalnych i lokalnych, wybrana problematyka może stanowić inspirację do podjęcia dalszych badań na gruncie dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości.

Słowa kluczowe: klaster wodorowy, organizacja, tożsamość klastra, zrównoważony rozwój

* Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Zarządzania. ORCID: 0000-0003-1816-1147.



1. WPROWADZENIE

Rozwój energetyki wodorowej, traktowany współcześnie jako strategiczny fundament realizacji Europejskiego Zielonego Ładu (*Green Deal*), przyczynił się w sposób naturalny do zaangażowania jednostek administracji publicznej w proces budowy struktur klastrów wodorowych. Niezwykle istotną rolę w kształtowaniu warunków dla rozwoju tych klastrów odgrywają władze samorządowe, które bezpośrednio decydują o jakości, skali i zakresie publicznego wsparcia. Wynika to po części z tego, że działania związane z opracowaniem i wdrażaniem technologii wodorowych uznano za priorytetowe chociażby w programach finansowanych ze środków Unii Europejskiej i środków krajowych. Aktywność jednostek administracji publicznej na rzecz rozwoju klastrów wodorowych przejawiająca się m.in. w promocji potencjału strategicznego wodoru, udzielaniu wsparcia finansowego w obszarze realizacji wodorowych inwestycji, wzmocnianiu przedsiębiorczego ekosystemu klastrów, jednocześnie kształtuje tożsamość tych struktur klastrowych.

Celem artykułu jest określenie istoty kształtującej się tożsamości klastrów wodorowych rozwijających się w warunkach transformacji energetycznej. Dla sprawnej realizacji tak zdefiniowanego celu sformułowano cztery podstawowe pytania badawcze:

- w czym wyraża i przejawia się tożsamość klastrów wodorowych?
- jak zewnętrzne i wewnętrzne uwarunkowania rozwoju klastrów wodorowych kształtują ich tożsamość w turbulentnym otoczeniu?
- w jaki sposób jednostki administracji publicznej wpływają na kształtowanie tożsamości klastrów wodorowych zakorzenionych regionalnie?
- dlaczego klastry wodorowe są kluczowe dla wzmocnienia konkurencyjności gospodarki i przyspieszenia zrównoważonej transformacji energetycznej?

Sformułowane pytania badawcze, które precyzują zakres realnego i bieżącego problemu badawczego o charakterze teoretyczno-praktycznym, ukierunkowały cały proces badawczy i miały wpływ na rozwiązanie tego problemu. Sprzyjały poznaniu naukowemu istniejącej realnie i doświadczalnie rzeczywistości klastrów wodorowych, a także charakterystyce kształtującej się współcześnie ich tożsamości.

Według M. Moszkowicza (2005) nie ma istnienia bez tożsamości, gdyż wszystko, co istnieje, ma własną tożsamość. W tym kontekście S. Stańczyk (2018), bazując na koncepcji tożsamości organizacyjnej, podjęła się próby konceptualizacji konstruktów tożsamości ekosystemu biznesu, przyjmując, że jest ona istotnym elementem jego koewolucji w długim czasie, jedną z kluczowych determinant jego trwania i rozwoju w burzliwym otoczeniu. W swoich rozważaniach podkreśliła, że tożsamość ekosystemu biznesu wpływa na tożsamość osobników w populacji, tj. uczestników ekosystemu (Stańczyk, 2015).

W warunkach obecnego kryzysu energetycznego i zielonej transformacji energetycznej tożsamość klastrów wodorowych podlega bezustannym procesom konstruowania i zmiany, głównie za sprawą uwzględnienia ich przez krajowe, regionalne



i lokalne organy administracji publicznej w polityce energetycznej Polski celem zapewnienia optymalnego poziomu bezpieczeństwa energetycznego. Rodzi to jednocześnie potrzebę podjęcia w ramach dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości rozważań teoretycznych i praktycznych nie tylko nad istotą klastrów wodorowych, ale także nad współczesnymi uwarunkowaniami kształtowania ich tożsamości.

2. METODYKA BADAŃ

Od ponad 30 lat przedmiotem licznych dyskusji naukowych są klastry. Z jednej strony powszechnie uznawane są za katalizatory rozwoju gospodarczego i technologicznego, a z drugiej – za swoisty przykład niezwykle trudnego i złożonego zagadnienia badawczego. Oczywiście zauważalny wzrost zainteresowania fenomenem klastra i szeroko rozumianym klasteringiem na gruncie nauk o zarządzaniu i jakości następował stopniowo. Dotychczas analizowano strukturę klastra w podejściu relacyjnym, dynamicznym, aglomeracyjnym, opartym na cyklu życia klastra, czy w układach potrójnej, poczwórnej i pięciokrotnej helisy (Golej, 2015). Spośród tych analiz niezmiernie ważne dla polityki klastrowej są analizy podejścia interwencyjnego, gdzie uwaga badaczy koncentruje się głównie na kluczowych działaniach jednostek administracji publicznej w zakresie sprawnego stymulowania względnie trwałego rozwoju klastrów i wykorzystania ich potencjału w planowaniu polityki gospodarczej (zarówno tej bieżącej, jak i perspektywicznej).

W wyniku przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu zidentyfikowano zauważalną lukę badawczą w postaci braku kompleksowych opracowań naukowych dotyczących zarówno istoty klastrów wodorowych, jak i kształtowania ich tożsamości w warunkach transformacji energetycznej. Co prawda koncepcja tożsamości organizacyjnej wciąż stanowi jeden z podstawowych kierunków badań w obszarze rozwoju organizacji, jednakże jak dotąd nie prowadzono całościowych badań skoncentrowanych na tożsamości klastrów, w tym tożsamości klastrów wodorowych. Dostrzeżona luka wiedzy pozwoliła sformułować i sprecyzować istotny problem badawczy, adekwatnie do potrzeb przygotowania tego artykułu. Postawiony problem badawczy był pierwszym etapem poznania naukowego wycinka kreowanej nowej rzeczywistości klastrów wodorowych. Ma walor użytkowy i wskazując na ścisły związek z dotychczasowym dorobkiem wiedzy o funkcjonowaniu i rozwoju klastrów, jest aktualny zarówno z teoretycznego, jak i praktycznego punktu widzenia. Warto podkreślić, że na gruncie mało rozpoznanych problemów badawczych często wykorzystuje się badania jakościowe, które są domeną nurtu interpretatywnego w zarządzaniu (Jeszka, 2013). W tym przypadku intersubiektywny stan niewiedzy naukowej był inspiracją do podjęcia badań jakościowych nowych zjawisk i procesów w obszarze klasteringu.



Nowe problemy występujące w rzeczywistości gospodarczej klastrów uczyniły z klastrów wodorowych nowy obiekt badań. Badania własne prowadzono na podstawie metody studium przypadku (*case study*) oraz klasycznej metodyki przeglądu literatury przedmiotu w ramach analizy danych zastanych (*desk research*). Uznano, że te metody badawcze są adekwatne do koncepcji rozwiązania problemu badawczego, zakładanego celu i potrzeb informacyjnych. W trakcie analizy literatury przedmiotu kierowano się zasadą intersubiektywnej sprawdzalności. Zakres podmiotowy opracowanego studium przypadku objął wszystkie osiem klastrów wodorowych w Polsce (dobór całkowity), z uwagi na fakt, że współtworzony przez tego typu klastry Polski Ekosystem Innowacji Dolin Wodorowych ma stanowić element Europejskiego Ekosystemu Wodorowego.

Jednocześnie warto w tym miejscu podkreślić, że klastry wodorowe, a tym bardziej kształtowanie ich tożsamości wraz z rozwijającą się gospodarką wodorową to relatywnie nowe zjawiska, znajdujące się na etapie ciągłego rozwoju przez co wymagają dalszej pogłębionej uwagi badaczy. Bardziej pogłębione badania ilościowe i jakościowe mogą przyczynić się do usystematyzowania tego obszaru interdyscyplinarnej wiedzy.

3. STRATEGICZNY WYMIAR TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Zakłócenia na rynkach energetycznych, kryzys energetyczny, dążenie do osiągnięcia neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla do 2050 r., czy odejście od rosyjskich surowców energetycznych to tylko wybrane czynniki, które warunkują przebieg transformacji energetycznej zorientowanej na zapewnienie odpowiednich aktywów energetycznych we właściwym miejscu i czasie. W tym kontekście S. Kopeć i Ł. Lach (2021) przyjmują, że analizowana transformacja energetyczna to proces ewolucji struktur technologicznych i rynkowych, ram regulacyjnych, wzorców konsumpcji i norm społecznych w kierunku zapewnienia powszechnego dostępu do niezawodnej, czystej i przystępnej cenowo energii. Tego typu zmiana strategiczna oparta na ekologicznej modernizacji gospodarki wpisuje się bezpośrednio w kontekst globalny głównie poprzez przeciwdziałanie zmianom klimatycznym (Henderson, Sen, 2021). Ma na celu rozwiązanie problemów wąskich gardeł procesów transformacji, monitorowanie i koordynację rynków paliw kopalnych pod kątem dostępności surowca i mocy, poprawę bezpieczeństwa energetycznego, rozwój gospodarki niskoemisyjnej i dywersyfikację struktury źródeł energii z jednoczesnym poszanowaniem środowiska naturalnego. Dotyczy zmiany modelu energetycznego opartego na paliwach kopalnych przez promowanie „zielonego wzrostu”, efektywności energetycznej i ciągły rozwój alternatywnych paliw wykorzystywanych w gospodarce (Mrozowska et al., 2021; Węgrzyn et al., 2022).



Przyjmuje się, że konwersja ku gospodarce zrównoważonego rozwoju, oparta na ekoinnowacjach, zielonych technologiach, efektywności energetycznej, niskoemisyjnych źródłach energii i elektromobilności sprzyjać będzie nie tylko ochronie środowiska, ale także wzmocnieniu konkurencyjności gospodarki i poprawie jakości życia (Młynarski, 2019). Unijna strategia transformacji energetycznej zakłada kompromis pomiędzy celami środowiskowymi, gospodarczymi i społecznymi w osiągnięciu neutralności klimatycznej, tak aby wraz z budową zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy móc sprawnie przeciwdziałać potencjalnemu ubóstwu energetycznemu (Roguska, 2021). Zgodnie z założeniami „Polityki energetycznej Polski do 2040 r.” transformacja energetyczna dostosowana do aktualnych wyzwań rynkowych, która będzie wymagała zaangażowania wielu różnych interesariuszy i znacznych nakładów inwestycyjnych, powinna być nie tylko odważna, ale także sprawiedliwa i partycypacyjna. Z uwagi na fakt, że transformacja energetyczna wymaga budowania wspólnot ekologicznych, nowatorskich sposobów produkcji energii i zaangażowania różnych interesariuszy, tym samym w opracowywaniu i wdrażaniu strategii sprawiedliwej transformacji energetycznej celowe jest wykorzystanie potencjału klastrów energii i klastrów wodorowych (Worek et al., 2021). W tej sytuacji decydenci tego typu klastrów muszą zmierzyć się z wyzwaniami związanymi z kryzysem energetycznym, poprawą efektywności energetycznej, dekarbonizacją gospodarki, mając na uwadze różne aspekty krajowej i europejskiej transformacji energetycznej w turbulentnym otoczeniu.

4. WOKÓŁ TOŻSAMOŚCI ZRÓWNOWAŻONYCH KLASTRÓW WODOROWYCH

Klasy wodorowe (*hydrogen clusters*), czyli tzw. doliny wodorowe (*hydrogen valleys*), to lokalne lub regionalne skupiska społeczności energetycznych współtworzonych przez współpracujące ze sobą i konkurujące organizacje komercyjne, a także zaangażowane organizacje publiczne i społeczne, związane bezpośrednio i pośrednio z gospodarką wodorową. To sposób organizacji systemu produkcyjnego wodoru, ukształtowany m.in. przez poziom aktywnej interakcji w ramach łańcuchów produkcyjnych, geograficzną koncentrację podmiotów gospodarczych i innych organizacji wyspecjalizowanych w tym obszarze działalności. Obecnie tego typu klasy mogą powstawać spontanicznie lub na skutek przemyślanej strategii władz publicznych, przy czym na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym nadawane im są specyficzne atrybuty (Mikołajczyk et al., 2009). Jest to związane chociażby z różnymi politykami gospodarczymi państwa: innowacyjną, przemysłową, społeczną, klastrową czy też specyfiką regionalnych strategii innowacji i inteligentnych specjalizacji regionalnych.



Według G. Concas et al. (2022) klastry wodorowe są to zintegrowane ekosystemy oparte na rozwoju i wykorzystaniu kombinacji kilku technologii wodorowych obejmujących cały łańcuch wartości wodoru. Tym samym członkami tych klastrów są różnorodne podmioty operujące w obrębie całego łańcucha wartości gospodarki wodorowej, w tym w zakresie sposobu wytwarzania, transportu, magazynowania i zastosowań końcowych wodoru (Sobolewski, 2022). Klastry wodorowe jako skupiska, terytorialnie określone zgrupowania autonomicznych podmiotów i instytucji uczestniczących w systemie wzajemnej kooperacji, której podstawą są reguły rynku, dążą do ciągłego podnoszenia poziomu zrównoważonego rozwoju i łagodzenia istniejących dysproporcji rozwojowych (Przybyła, 2012). Te spośród nich, których stabilnym fundamentem jest partnerstwo publiczno-prywatne, mają strategiczne znaczenie w tworzeniu europejskiego systemu innowacji w zakresie technologii wodorowych (Madsen, Andersen, 2010). W szczególności korzystne warunki rozwoju mają zapewnione w najbardziej innowacyjnych regionach Polski. Warto podkreślić, że klastry w warunkach inteligentnej specjalizacji są strategicznym elementem regionalnego systemu innowacji warunkującym zrównoważony rozwój regionalny, niwelującym istniejące dysproporcje rozwoju w wymiarach przestrzennym, gospodarczym, społecznym, technologicznym, co jest związane z implementacją europejskiej polityki klastrowej opartej na zasadach zrównoważonego rozwoju (Masłoń-Oracz, Proczek, 2017).

Uwzględniając związek klastrów wodorowych z koncepcją zrównoważonego rozwoju, nie sposób nie dostrzec, że klastry wodorowe to specyficzne zrównoważone i społecznie odpowiedzialne organizacje, które przyczyniając się do zrównoważonego rozwoju, jednocześnie dostarczają interesariuszom wewnętrznym i zewnętrznym szeroki wachlarz korzyści ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Zatem zrównoważone klastry wodorowe wykazują się zdolnością do ciągłego uczenia się, adaptacji i rozwoju, rewitalizacji, rekonstrukcji i reorientacji, co pozwala im w sposób elastyczny zaspakajać różnorodne potrzeby i oczekiwania kluczowych interesariuszy z jednoczesną dbałością o należyte poszanowanie środowiska naturalnego i równowagę potrzeb społecznych, w tym tych międzypokoleniowych (Wyrzykowska, Zaleśna, 2017).

Współczesna koncepcja tożsamości klastrów wodorowych, inspirowana w znacznej mierze nowymi podejściami teoretycznymi w zakresie klasteringu, opiera się na głównych założeniach tożsamości organizacji będącej przejawem tożsamości zbiorowej (społecznej) oraz tożsamości terytorialnej, przez co określana jest najczęściej jako (Kocoń, 2009; Stańczyk, 2015; Stańczyk, 2018; Bembenek, 2012):

- suma podstawowych atrybutów (elementów) klastrów wodorowych, stanowiących o ich indywidualnym charakterze, identyfikujących i wyróżniających je spośród innych struktur klastrowych,
- zbiór wewnętrznych atrybutów (elementów) klastrów wodorowych odnoszących się m.in. do ich domeny działania, specjalizacji, misji i wizji rozwoju,
- zbiorowe samookreślenie klastrów wodorowych kształtowane zarówno spontanicznie, jak i w sposób kontrolowany w odniesieniu do ich funkcji genotypowej, a także postaw i zachowań ich członków,



- skuteczne spoiwo scalające aktywność społeczności klastrowej wokół wodoru,
- wyraz wspólnoty interesów, celów i wartości, wzajemne zrozumienie wśród członków klastrów wodorowych, solidarność i poczucie przynależności w ramach zbiorowej aktywności społeczno-gospodarczej i badawczo-rozwojowej,
- wyrażenie indywidualnego charakteru klastrów wodorowych, który decyduje o możliwości trwałego wyróżniania się na arenie krajowej i międzynarodowej,
- emocjonalny związek społeczności klastrowej z regionem zakorzenienia klastra, przejawiający się w odpowiedzialności i zaangażowaniu na rzecz jego rozwoju,
- poczucie odrębności od otoczenia, wewnętrznej spójności i ciągłości działania w zakresie realizacji przyjętej misji i wizji społeczności klastrowej związanej z gospodarką wodorową.

Proces rozwoju tożsamości klastra nie przebiega we wszystkich klastrach w ten sam sposób. Każdy klaster ma swoją odrębną tożsamość, przy czym nie zawsze jest ona odpowiednio zidentyfikowana i ukształtowana. Zwykle kształtowanie tożsamości klastra to długotrwały proces w jego cyklu życia, gdyż tożsamość jako struktura psychiczna może być systematycznie deklarowana, pożądana, doświadczana, budowana, wzmacniana, a niekiedy także zmieniana w zależności od potrzeb lub konieczności (Bembenek, 2012). Proces ten rozpoczyna się w fazie embrionalnej, zaś kończy wraz z fazą schyłku. W tym procesie twórczym niemiernie ważne jest wykształcenie mechanizmów wydzielających klaster z otoczenia oraz budowanie wewnętrznej spójności i poczucia przywiązania członków klastra do siebie nawzajem i do klastra jako całości (Lis, Lis, 2013). Dlatego też proces kształtowania tożsamości klastra to jedno z ważniejszych wyzwań prorozwojowych identyfikowanych w jego cyklu życia.

Tożsamość klastra, uznawanego za przykład organizacji sieciowej, w znacznej mierze zanurzona jest w kontekście społeczno-kulturowym (Pastuszewski, 2019). Nie dziwi zatem fakt, że tożsamość budując wśród członków klastra swoiste poczucie odrębności, indywidualności, identyczności, integralności i ciągłości, zmienia się i rozwija się pod wpływem m.in. (Frankowska, 2018; Bembenek, 2012):

- indywidualnej tożsamości członków klastra,
- wzajemnej obserwacji zachowań organizacyjnych w klastrze,
- twórczego eksperymentowania, transferu wiedzy, wymiany doświadczeń w klastrze,
- współtworzenia innowacji w klastrze,
- postrzegania klastra przez jego wewnętrznych i zewnętrznych interesariuszy,
- kategoryzacji społecznej związanej ze świadomością przynależności do społeczności klastrowej, w której solidnym spoiwem obok odpowiedzialności, samoświadomości są więzi psychospołeczne i instytucjonalne oparte na wspólnych wartościach,
- miejsca aktywności gospodarczej i regionu zakorzenienia klastra.

Na kształtowanie tożsamości klastrów wodorowych wpływa wiele czynników endo- i egzogenicznych. W kreowaniu ich tożsamości fundamentalne znaczenie ma władza publiczna, będąca podstawą funkcjonowania zorganizowanego społeczeństwa. Odgrywa znaczącą rolę w zapewnieniu atrybutów charakterystycznych i niezbędnych dla rozwoju klastrów wodorowych, co jednocześnie buduje właściwe i trwałe poczucie



tożsamości wśród społeczności klastrowej. Dla przykładu Agencja Rozwoju Przemysłu jako spółka akcyjna w nadzorze Prezesa Rady Ministrów (ze 100-proc. udziałem Skarbu Państwa), będąc zaangażowana w rozwój polskiego ekosystemu innowacji klastrów wodorowych, podkreśla, że koncepcja klastra wodorowego poprzez sieć strategiczną wzajemnych powiązań międzyorganizacyjnych, służących stabilnemu rozwijaniu łańcucha wartości gospodarki wodorowej, sprzyja kreowaniu demonstratorów polskich technologii wodorowych, które wraz z potencjałem innowacyjnym przedsiębiorstw będą wzmacniały zrównoważony rozwój regionalnych rynków wodoru (<https://arp.pl>). Jednocześnie wskazuje, że klastry wodorowe powinny mieć nakłady inwestycyjne minimum 20 mln euro, a wyprodukowany wodór powinien mieć zastosowanie w regionie zakorzenienia klastrów w różnych projektach w różnych sektorach gospodarki (przynajmniej dwóch).

Do powstania klastrów wodorowych przyczyniła się m.in. unijna strategia wodorowa, która stanowi jeden z kluczowych elementów wdrażania Europejskiego Zielonego Ładu, przez co ma prowadzić do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i osiągnięcia przez kraje UE neutralności klimatycznej do 2050 r. Ponadto istotny wpływ na ich rozwój ma *Polska Strategia Wodorowa do 2030 r.*, w której przyjęto, że polskie klastry wodorowe mają być elementem Europejskiego Ekosystemu Wodorowego. Warto zaznaczyć, że ten dokument strategiczny, określający główne cele i działania zmierzające do wykorzystania polskiego potencjału technologicznego, naukowego i badawczego w zakresie technologii wodorowych i powstania polskiej gałęzi gospodarki wodorowej, jednocześnie spójny jest z globalnymi, europejskimi i krajowymi działaniami, które zorientowane są na osiągnięcie gospodarki niskoemisyjnej. Główne cele w tym obszarze dotyczą: stworzenia łańcucha wartości dla niskoemisyjnych technologii wodorowych, wzmocnienia roli wodoru w budowaniu polskiego bezpieczeństwa energetycznego, wdrożenia wodoru jako paliwa transportowego i przygotowania nowych regulacji prawnych dla rynku wodoru.

Zgodnie z przyjętymi założeniami Ministerstwa Klimatu i Środowiska aktywność polskich klastrów wodorowych w procesie osiągania neutralności klimatycznej ma być związana bezpośrednio z Krajowymi Inteligentnymi Specjalizacjami. Z kolei dla zapewnienia sprawnego nadzoru Ekosystemu Innowacji Dolin Wodorowych ma być powołany instytucjonalny Operator Dolin Wodorowych (<https://www.gov.pl>). Nowy podmiot ma umożliwić interesariuszom kluczowym wymianę wiedzy i doświadczeń w zakresie projektów związanych z rozwojem gospodarki wodorowej. Ministerstwo Klimatu i Środowiska przyjęło, że w procesie rozwoju wodorowego klasteringu konieczne jest stworzenie zarówno polskiego centrum technologii wodorowych zrzeszającego najlepsze instytuty naukowo-badawcze, jak i polskiego centrum certyfikacji technologii wodorowej, aby mieć gwarancję jakości i bezpieczeństwa stosowania technologii wodorowych, a także spełniać europejskie wymagania certyfikacji. W ten sposób możliwe będzie kształtowanie nie tylko pozytywnej świadomości wodorowej w społeczeństwie m.in. poprzez aktualizację programów kształcenia przyszłych kadr dla polskiego sektora wodorowego, ale także wypracowanie opłacalnych modeli produkcji, magazynowania i dostaw niskoemisyjnego



i odnawialnego wodoru, rozwój silnego partnerstwa strategicznego w krajowym i międzynarodowym środowisku rynku wodorowego, czy też zoptymalizowanie polskiego wkładu (tzw. *local content*) w łańcuchu realizacji zamówień na potrzeby rozwoju gospodarki wodorowej (<https://www.gov.pl>). Pozwoli to z jednej strony na sprostanie cywilizacyjnemu wyzwaniu, jakim jest osiągnięcie neutralności klimatycznej, a z drugiej – na wzmocnienie konkurencyjności gospodarki.

Od kilku lat można zaobserwować wzrost poziomu świadomości i zaangażowania centralnych organów administracji rządowej w obszarze kształtowania przedsiębiorczego i innowacyjnego ekosystemu klastrów wodorowych. Dla przykładu 14 października 2021 r. zawarto porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej, które jest kluczowym instrumentem wykonawczym Polskiej Strategii Wodorowej, gdyż uwzględnia fundamenty polityki UE w obszarze gospodarki wodorowej i wynika bezpośrednio z przyjętych ustaleń zapisanych 7 lipca 2020 r. w *Liście intencyjnym o ustanowieniu partnerstwa na rzecz budowy gospodarki wodorowej i zawarcia sektorowego porozumienia wodorowego*. Z kolei 22 marca 2022 r. odbyło się pierwsze posiedzenie Rady Koordynacyjnej ds. Gospodarki Wodorowej, której członkowie reprezentują administrację publiczną, przedsiębiorców, sektor B+R, organizacje społeczne. Nowa instytucja została powołana dla stworzenia warunków do prawidłowej i efektywnej współpracy na rzecz rozwoju technologii wodorowych oraz zapewnienia sprawnego systemu komunikacji, zarządzania, monitorowania postępów i podejmowania właściwych decyzji związanych z zawartym porozumieniem sektorowym. Tego typu działania potwierdzają, że Polska znajduje się w europejskiej awangardzie transformacji energetycznej, gdzie istotną rolę będzie odgrywał wodór. Następnie 24 czerwca 2022 r. w trakcie kolejnego posiedzenia Rady Koordynacyjnej ds. Gospodarki Wodorowej powołano siedem specjalistycznych grup roboczych dotyczących: wytwarzania wodoru, przesyłu, dystrybucji i magazynowania wodoru, wykorzystania wodoru, stabilnego otoczenia regulacyjnego, systemu wsparcia finansowego, rozwoju kadr dla gospodarki wodorowej, rozwoju dolin wodorowych. Omówiono także główne założenia „Konstytucji dla wodoru”, której celem jest uregulowanie rynku wodoru i stworzenie rozwiązań prawnych promujących wytwarzanie wodoru z OZE i wodoru niskoemisyjnego. Ponadto wskazano na potencjał programu Ministerstwa Klimatu i Środowiska – *Akcelerator Zielonych Technologii GreenEvo* uruchomiony w 2009 r. w wyniku ustaleń 14. Konferencji Narodów Zjednoczonych odnośnie do zmian klimatu, który ma na celu wspieranie rozwoju technologii środowiskowych w kraju i za granicą, oferowanych przez polskich przedsiębiorców. Tym samym przyjęto, że program ten stanowi ważne narzędzie wzmacniające proces stabilnego kształtowania zrównoważonego rozwoju w Polsce i na świecie, w tym przyspieszające implementację ambitnych założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (*circular economy*) i społecznej odpowiedzialności biznesu (*corporate social responsibility*). Jednocześnie przyczynia się do sprawnej realizacji założeń *Polityki ekologicznej państwa 2030* w zakresie transferu zielonych technologii oraz działań proekologicznych, wspierając proces transformacji w kierunku zrównoważonej gospodarki (<https://www.gov.pl/web/klimat/greenevo>).



Jednym z podstawowych celów stymulowania wodorowych inicjatyw klastrowych przez działalność samorządową oraz rządową jest wdrażanie idei zrównoważonego rozwoju. W tym konkretnym przypadku priorytetem jest zrównoważony rozwój regionu oraz względnie trwała integracja biznesowych celów strategicznych przedsiębiorstw klastrowych z ich celami ekologicznymi i społecznymi. W ten sposób ambitna idea zrównoważonego rozwoju tworzy ramy dla społecznej odpowiedzialności, zasad korzystania z zasobów, poziomu jakości wyrobów i usług, a także poziomu bezpiecznego oddziaływania na społeczeństwo i środowisko. Klastry oddziałują na realizację koncepcji zrównoważonego rozwoju za pomocą ekoinwestycji, nowych produktów i procesów pozwalających na stałe zapobieganie lub redukcję negatywnego oddziaływania na środowisko oraz nieefektywnego wykorzystania zasobów naturalnych (Sławińska, 2015). Do podstawowych czynników, które wzmacniają zdolność klastrowych do wdrażania idei zrównoważonego rozwoju, zalicza się m.in. (Matel, 2016; Frankowska, 2018):

- świadomość decydentów w klastrach o roli i znaczeniu myślenia i działania strategicznego,
- możliwość wzajemnego wpływania na cele strategiczne partnerów funkcjonujących w strukturze sieciowej klastra,
- budowanie kapitału społecznego, w tym kapitału zaufania,
- rozwój działalności innowacyjnej, w tym ekoinnowacji i innowacji społecznych,
- transfer wiedzy i technologii (także w modelu otwartych innowacji).

Struktury klastrowe traktowane jako biegun wzrostu w skali regionu czy kraju są skutecznym mechanizmem koncentrowania zasobów i środków oraz jednym z najlepszych sposobów stymulowania współpracy w gospodarce (Socińska, 2012). Dlatego mają wpływ na rozwój gospodarki wodorowej w Polsce. Oczywiście rozwój gospodarki wodorowej determinowany jest także (Maj, Szpor, 2020; Krasuski, 2022):

- wysokim potencjałem produkcji „szarego” wodoru związanym z procesami przemysłowymi, głównie chemicznymi i petrochemicznymi,
- wczesnym etapem rozwoju technologii produkcji niskoemisyjnego wodoru i technologii służących obiegowi wodoru w gospodarce,
- zdolnością absorpcji technologicznej w ramach realizowanych projektów,
- transferem wiedzy i rozwojem współpracy międzynarodowej w projektach badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych związanych z niskoemisyjnym wodorem,
- działaniami Unii Europejskiej (m.in. fundusze UE, *Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu*, *Europejski Zielony Ład*, European Hydrogen Valleys Partnership),
- wsparciem administracji publicznej w ramach polityki energetycznej,
- tworzeniem pakietów legislacyjnych dla gospodarki wodorowej,
- aktywnością dużych koncernów energetycznych na rzecz transformacji energetycznej (np. Orlen, PGE, Tauron, Enea, Grupa Azoty, PGNiG),
- rozbudową łańcuchów dostaw globalnej gospodarki wodorowej.

Zaangażowani w rozwój gospodarki wodorowej przedstawiciele środowiska naukowego i biznesowego jednomyślnie podkreślają w odniesieniu do współczesnej



wizji rynku wodoru, że nieodzowne są zmiany w skali i sposobie produkcji i wykorzystania wodoru w warunkach transformacji energetycznej. Z jednej strony dążą do zwiększenia obecnych i nowych możliwości wykorzystania wodoru i zastąpienia nim bardziej emisyjnych paliw, z drugiej zaś do rozwoju technologii związanych z jego ekoprodukcją i oczyszczaniem. Pojawiające się na świecie nowe technologie wytwarzania wodoru stanowią inspirację do poszukiwania wciąż nowych rozwiązań w zakresie jego uzdatniania (Król et al., 2022).

Większość aktywnych dużych i średnich przedsiębiorstw w klastrach wodorowych współpracuje z uczelniami lub innymi podmiotami sektora B+R w obszarze technologii wodorowych, które mają szansę zrewolucjonizować energetykę i umożliwić szersze wykorzystanie potencjału OZE. Mając na uwadze fakt, że wodór odgrywa strategiczną rolę w transformacji energetycznej, dając impuls nowym inwestycjom, do głównych korzyści wynikających z aktywności klastrów wodorowych zaliczyć można (<https://www.gov.pl>):

- dekarbonizację i rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE),
- możliwość dywersyfikacji źródeł zaopatrzenia w energię,
- obfitość energii w czasie rzeczywistym,
- wsparcie dla rozwoju potencjału OZE, zarówno w kwestii zagospodarowania nadwyżek energii, jak i technologii jej magazynowania,
- prace B+R w zakresie rozwoju wodoru zielonego,
- rozwój metod magazynowania i dystrybucji wodoru,
- poszanowanie środowiska w procesach produkcji energii,
- bilansowanie systemów opartych na energii odnawialnej,
- ograniczenie zależności od importu gazu ziemnego,
- rozwój łańcucha dostaw technologii i komponentów na rynku wodoru.

Według P. Tomczyka (2009) przyszłość gospodarki wodorowej opartej na tzw. wschodzącej technologii zielonego wodoru (tzw. *emerging technology*) i wykorzystaniu zamkniętego obiegu wodoru zależeć będzie od konkurencyjności rynkowej tej technologii w stosunku do innych rozwiązań energetycznych. Podobnie uważa R. Starosta (2016), wskazując, że rozwój gospodarki opartej na wodorze wymaga dalszego postępu w dziedzinie bezemisyjnych sposobów uzyskiwania wodoru, skutecznych i efektywnych rozwiązań magazynowania i dystrybucji wodoru, a także właściwych (mądrych) decyzji administracyjnych. Wodór czarny, szary, niebieski i turkusowy może być wykorzystany jako surowiec, paliwo, nośnik lub magazyn energii, jednakże upowszechnienie technologii wytwarzania szczególnie wodoru czystego i niskoemisyjnego oraz szerokie jego zastosowanie wymaga stworzenia kompleksowych ram prawnych nowego i sprawnie funkcjonującego rynku wodoru w całej Unii Europejskiej (Andruszkiewicz, 2021).

Dla rozwoju gospodarki wodorowej niezbędne są silne i prężnie działające klastry wodorowe (tzw. *vibrant clusters*) osiągające masę krytyczną, która wyznacza ich pozycję konkurencyjną i sprzyja ciągłemu generowaniu korzyści zewnętrznych ułatwiających budowanie rynkowych i pozarynkowych relacji opartych na zaufaniu z kluczowymi interesariuszami. Jednakże, aby obecne klastry wodorowe mogły stać



się w przyszłości silne i prężnie działające na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej, traktując jednocześnie zieloną transformację energetyczną jako szansę na swój stabilny, zrównoważony rozwój, potrzebna jest im pomyślnie ukształtowana tożsamość w warunkach turbulentnego otoczenia.

5. GENEZA POWSTANIA I DOMENA DZIAŁANIA KLASTRÓW WODOROWYCH W POLSCE – SYNTETYCZNE STUDIA PRZYPADKÓW

Polski Ekosystem Innowacji Dolin Wodorowych, koncentrując się na innowacyjnych przedsięwzięciach przemysłowych i projektach inwestycyjnych o dużej skali, ma stanowić ważny element Europejskiego Ekosystemu Wodorowego, przez co obejmuje osiem klastrów wodorowych: Pomorską Dolinę Wodorową, Podkarpacką Dolinę Wodorową, Wielkopolską Dolinę Wodorową, Centralny Klaster Wodorowy, Śląsko-Małopolską Dolinę Wodorową, Dolnośląską Dolinę Wodorową, Mazowiecką Dolinę Wodorową i Zachodniopomorską Dolinę Wodorową. W literaturze naukowej z zakresu dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości ekosystem innowacji definiowany jest jako samoorganizujący się zbiór relacji, powiązań i zależności zachodzących pomiędzy różnymi zaangażowanymi podmiotami procesu innowacji, których wspólnym celem jest świadomy i dynamiczny rozwój poprzez współtworzenie wartości i innowacje. Te powiązania i zależności mają wpływ na rozwój gospodarczy w różnym zakresie i wymiarze (Błażlak, Mazurek, 2016). U podstaw ekosystemu innowacji leży założenie maksymalizacji liczby uczestników, którzy użytkując zasoby węzłów centralnych, jednocześnie tworzą wartość dodaną, z której korzystać mogą wszystkie podmioty współtworzące ekosystem (Mielcarek, 2016). Najczęściej ekosystem innowacji tworzą interesariusze procesu innowacji, tj. przedsiębiorcy, podmioty sektora B+R, uczelnie, instytucje otoczenia biznesu (okołobiznesowe), a także jednostki samorządu terytorialnego, które zapewniają formalne warunki dla rozwoju i transferu innowacji. Źródłem koncepcji ekosystemu innowacji są głównie teorie systemów, sieci i innowacji, które podkreślają wartość holistycznego traktowania rzeczywistości (Wojnicka-Sycz, Sycz, 2018). W jej formułowaniu użyteczna była także koncepcja systemu ekologicznego (ekosystemu), która uwzględnia relacje między elementami a procesami środowiska.

Struktura Pomorskiej Doliny Wodorowej ukonstytuowała się w październiku 2019 r. jako efekt dwuletniej aktywności Klastra Technologii Wodorowych i Czystych Technologii Węglowych, aby w ten sposób sprawniej wykorzystać potencjał regionu w zakresie produkcji paliw wodorowych oraz zapewnić ich zastosowanie w różnych sektorach gospodarki, w tym w transporcie. W szczególności celem strategicznym klastra jest rozwój wartościowych i innowacyjnych rozwiązań na rzecz efektywności energetycznej i gospodarki niskoemisyjnej, w tym stworzenie warunków do pełnego



wdrożenia na Pomorzu transportu opartego na zielonym wodorze, czyli wodorze uzyskanym z OZE (<https://klasterwodorowy.pl>). Aktywność klastra jest spójna z przyjętymi inteligentnymi specjalizacjami woj. pomorskiego. Instytucjonalnym jego koordynatorem jest Regionalna Izba Gospodarcza Pomorza, zaś jego kluczowymi członkami poza jednostkami samorządu terytorialnego i uczelniami wyższymi są m.in. Grupa Lotos S.A., PKP Energetyka S.A., Energa S.A, Morski Port Gdynia S.A. Klastr jest członkiem Hydrogen Europe, czyli europejskiego stowarzyszenia reprezentującego interesy branży wodorowej i jej interesariuszy oraz promującego wodór jako czynnik stymulujący rozwój społeczeństwa bezemisyjnego. Wizją stowarzyszenia jest napędzanie globalnej neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla poprzez przyspieszenie europejskiego przemysłu wodorowego (<https://hydrogeneurope.eu/mission-vision>). Z przedsiębiorczej inicjatywy członka klastra powstała wartościowa koncepcja projektu NeptHyne mająca na celu produkcję wodoru na morzu z wykorzystaniem farm wiatrowych, przesył energii elektrycznej i wodoru na ląd. Potencjał badawczo-dydaktyczny Politechniki Gdańskiej stwarza realne możliwości zapewnienia nowego zawodu technika i inżyniera o kompetencjach niezbędnych do budowy i eksploatacji instalacji wodorowych. Ponadto klastr jest partnerem strategicznym pomyślnie realizowanego międzynarodowego projektu H2Global finansowanego z europejskiego Programu COSME (*Programme for the Competitiveness of Enterprises and Small and Medium-sized Enterprises*), który przyczynia się do pozycjonowania Europy jako światowego lidera technologicznego i przemysłowego w obszarze zielonej gospodarki wodorowej. Głównym celem tego projektu jest zbudowanie silnego, stabilnego i zrównoważonego partnerstwa strategicznego wiodących europejskich klastrów koncentrujących się na rozwoju łańcuchów wartości, wspieraniu i promowaniu technologii i usług związanych w różnym stopniu z wodorem w ramach trwającej transformacji energetycznej (<https://h2globalcluster.eu>).

Podkarpacka Dolina Wodorowa zainauguowała swoją aktywność w maju 2021 r. Jej głównymi obszarami aktywności są: transport, energetyka, przemysł i gospodarka komunalna. W klastrze to Politechnika Rzeszowska jest partnerem strategicznym dla firm, które obecnie i w przyszłości zamierzają rozwijać technologie produkcji i dystrybucji wodoru. W ramach rozwoju gospodarki wodorowej członkowie klastra opracowali m.in. zeroemisyjny autobus wodorowy, prototyp wysokowydajnego elektrolizera wodorowego zasilanego energią z instalacji fotowoltaicznych. Trwają prace badawczo-rozwojowe w zakresie: zasilania wodorem turbin gazowych w elektrowniach, uruchomienia instalacji produkcji i dystrybucji zielonego wodoru, spalania wodoru w komorze silnika lotniczego. Przedstawiciele klastra brali aktywny udział w twórczych warsztatach koncentrujących się na europejskich programach wsparcia gospodarki wodorowej w ramach *Clean Hydrogen Partnership*, czyli partnerstwa publiczno-prywatnego z udziałem Komisji Europejskiej, odpowiedzialnego za wspieranie badań i rozwoju technologii wodorowych w Europie. Jednym z członków klastra jest firma Global Hydrogen, która zajmuje się opracowaniem i wdrażaniem technologii związanych z wytwarzaniem zielonej energii. Aktywność w klastrze ma zwiększyć jej potencjał w zakresie planowanej produkcji zielonego wodoru



z biomasy w mobilnych, kontenerowych reaktorach stworzonych przez firmę. Dla sprawnej koordynacji działań w klastrze utworzono Stowarzyszenie Podkarpacka Dolina Wodorowa, które uzyskało wpis do KRS w styczniu 2022 r. Fundamentem rozwoju klastra jest Dolina Lotnicza, gdzie członkowie tego klastra przemysłowego prowadzą zaawansowane prace badawczo-rozwojowe nad napędem wodorowym dla silników lotniczych. Aktywność członków klastra wodorowego ma wzmocnić dotychczasowy potencjał gospodarczy województwa podkarpackiego, zwiększyć poziom jego bezpieczeństwa energetycznego, wesprzeć lokalnych przedsiębiorców w zakresie internacjonalizacji chociażby poprzez budowę konsorcjów międzynarodowych i partnerstw strategicznych na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej (<https://www.dolinawodorowa.org>). W planach klastra jest ciągle pozyskiwanie nowych członków celem zwiększenia jego masy krytycznej oraz intensywna współpraca przy realizacji „Projektu pomocy rozwojowej dla regionów” koordynowanego przez Partnerstwo na rzecz Czystego Wodoru. Warto podkreślić, że klaster zakorzeniony w woj. podkarpackim uzyskał wsparcie konsultacyjne przy tworzeniu regionalnej mapy rozwojowej gospodarki wodorowej (<https://zielonagospodarka.pl>). Dlatego klaster jest strukturą otwartą, nastawioną na pozyskiwanie wciąż nowych partnerów posiadających przykładowo odpowiednie *know-how* i doświadczenie w przygotowaniu i realizacji różnego rodzaju projektów związanych z wodorem.

Rozwój Wielkopolskiej Doliny Wodorowej bazuje na regionalnym ekosystemie powiązań wspierających rozwój technologii wodorowych, wiedzy i biznesu oraz świadomości społecznej, przyczyniającym się do dekarbonizacji gospodarki na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej. Struktura klastra ukonstytuowała się w lipcu 2021 r. z inicjatywy Marszałka Województwa Wielkopolskiego jako efekt realizacji Regionalnej Strategii Innowacji dla Wielkopolski 2030, której najważniejszym celem strategicznym jest rozwój gospodarki zeroemisyjnej ze szczególnym uwzględnieniem potencjału wodoru. Sygnatariuszami podpisanej umowy o współpracę byli przedstawiciele administracji samorządowej, przedsiębiorców, uczelni i instytucji okołobiznesowych. Warto podkreślić, że zaangażowanie tych interesariuszy w rozwój klastra wodorowego spójne jest z ich strategią działania. Klaster wodorowy ma przyczynić się do wykorzystania potencjału społeczno-gospodarczego, naukowego oraz zasobów środowiska przyrodniczego regionu w ramach aktywnego włączenia się w światowy łańcuch dostaw i wartości gospodarki opartej na wodrze. Współpraca przedstawicieli środowisk biznesu, administracji, nauki pozwoli na rozwój ekosystemu dla niskoemisyjnych technologii wodorowych. Ponadto sprzyjać będzie m.in.: zwiększeniu dostępności paliwa wodorowego w różnych sektorach gospodarki, tworzeniu sieci dystrybucji i magazynowania, rozwojowi technologii przetwarzania wodoru, przekwalifikowaniu i doskonaleniu kompetencji pracowników na rynku wodoru oraz kształtowaniu świadomości społecznej w zakresie technologii wodorowych. Inicjatywę klastrową finansowano m.in. w ramach dwóch projektów „Gospodarna 2050 – H2Wielkopolska” i „Budowa systemu wsparcia wysokiej jakości projektów B+R+I, w szczególności rozwijających technologie nisko- i zeroemisyjne,



ze szczególnym uwzględnieniem wodoru” realizowanych przez Urząd Marszałkowski Województwa Wielkopolskiego (<https://h2wielkopolska.pl>).

Struktura Centralnego Klastra Wodorowego, skoncentrowanego m.in. na woj. świętokrzyskim, ukonstytuowała się w listopadzie 2021 r. Kluczowymi członkami klastra są: Świętokrzyska Grupa Przemysłowa Industria jako lider klastra, a także Columbus Energy, Energia Euro Park, Euro-Eko, Enervigo, SBB Energy, Emprom, AIUT, Bisek Asphalt, Inwex, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Politechnika Świętokrzyska, Targi Kielce, Kielecki Park Technologiczny. Dla większości tych podmiotów, które posiadają komplementarne zasoby i kompetencje kluczowe, wizja klastra jest spójna z ich misją i wizją rozwoju, gdyż koncentruje się na zielonej transformacji. Z uwagi na fakt, że lokalni przedsiębiorcy Stanisław i Bolesław Łaszczyńscy już ponad 100 lat temu zainaugurowali pierwszy proces elektrolizy w regionie świętokrzyskim, tym samym uznano za zasadne uwzględnienie ich w nazwie klastra jako jego patronów. Cele strategiczne klastra dotyczą m.in.: rozwoju zaplecza zeroemisyjnych źródeł energii dla zaspokojenia zapotrzebowania na energię i wodór, produkcji wodoru z zeroemisyjnych źródeł energii oraz dostępnych zasobów wody, rozwoju infrastruktury technicznej niezbędnej w procesie produkcji, transportu i magazynowania wodoru (<https://industria.eu/centralny-klaster-wodorowy>).

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa powstała z inicjatywy Agencji Rozwoju Przemysłu w styczniu 2022 r. Ten ponadregionalny klastr ma przyczynić się poprzez ścisłą współpracę podmiotów gospodarki wodorowej w ramach m.in. licznych prac badawczo-rozwojowych, przedsięwzięć innowacyjnych, projektów inwestycyjnych do upowszechnienia wodoru jako paliwa przyszłości w transporcie i energetyce. Łącząc potencjał przemysłowy z potencjałem naukowym i badawczo-rozwojowym, możliwe będzie zbudowanie gałęzi śląsko-małopolskiego przemysłu wodorowego z jednoczesną dbałością o ochronę środowiska naturalnego, dbałością o doskonalenie edukacji w zakresie technologii wodorowych i gospodarki wodorowej, a także ciągłe propagowanie postaw proekologicznych (<https://www.katowice.uw.gov.pl>).

Struktura Dolnośląskiej Doliny Wodorowej ukonstytuowała się w lutym 2022 r. z inicjatywy Agencji Rozwoju Przemysłu. Jej głównym celem strategicznym jest wspieranie rozwoju gospodarki wodorowej w woj. dolnośląskim i w województwach sąsiednich. Klastr, wykorzystując optymalnie potencjał badawczo-rozwojowy regionu i koncentrując się na realizacji technologicznych, przemysłowych i inwestycyjnych projektów, jednocześnie będzie kształtował łańcuch wartości gospodarki wodorowej. Ponadto poprzez swoje działania będzie promował szerokie możliwości wykorzystania wodoru, eliminował bariery rozwoju gospodarki wodorowej, a także kształtował postawy proekologiczne, zwłaszcza wśród przedsiębiorców i społeczności lokalnych. Kluczowymi interesariuszami wewnętrznymi klastra oprócz wrocławskich uczelni są m.in.: KGHM Polska Miedź S.A., Grupa Azoty S.A., Toyota Manufacturing Motor Poland, Wałbrzyskie Zakłady Koksownicze „Victoria”, Dozamel, specjalne strefy ekonomiczne – wałbrzyska i legnicka (<https://umwd.dolnyslask.pl>).

Struktura Mazowieckiej Doliny Wodorowej ukonstytuowała się w kwietniu 2022 r. Jej liderem (organizacją flagową) jest PKN Orlen. Wspólnie ustalono, że lider klastra



będzie odpowiedzialny m.in. za opracowanie strategii rozwoju klastra, uwzględniającej najlepsze praktyki i doświadczenia rozwoju technologii wodorowych w Polsce i Europie. Klastr ma koncentrować się na rozwoju i wdrażaniu nowych technologii wodorowych, w całym łańcuchu wartości wodoru, w tym wykorzystujących zero- i niskoemisyjny wodór do produkcji paliw syntetycznych. Za podstawę budowy łańcucha wartości wodoru na obszarze Mazowsza uznano m.in. pierwsze projekty wodorowe PKN Orlen dotyczące hubów wodorowych w Płocku i Ostrołęce, prototypowej lokomotywy wodorowej, stacji tankowania wodoru. Aktywność klastra jest spójna ze strategią wodorową Grupy Orlen, stanowiąc ogromną szansę na dynamiczny rozwój lokalnych aktywów wodorowych. Przyjęto, że integracja biznesu ze światem nauki pozwoli realizować inwestycje wodorowe na dużą skalę, przyczyniając się do rozwoju krajowego przemysłu i wzmocnienia konkurencyjności polskiej gospodarki (<https://www.ibe.edu.pl>).

Zachodniopomorska Dolina Wodorowa ukonstytuowała się z inicjatywy Wojewody Województwa Zachodniopomorskiego w listopadzie 2022 r. Jej celem strategicznym jest sprawne wykorzystanie potencjału regionu w zakresie produkcji wodoru, zintensyfikowanie współpracy podmiotów zaangażowanych w wodorowy rynek i popularyzacja wiedzy na temat technologii wodorowych i wykorzystania wodoru w gospodarce. Do kluczowych interesariuszy wewnętrznych klastra poza lokalnymi uczelniami zaliczono także m.in.: grupy Azoty Police i Azoty Polyolefins, Port Morski Police, Eneę, Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście, Agencję Rozwoju Przemysłu S.A. Partnerzy klastrowi zadeklarowali również kontynuację współpracy w zakresie gromadzenia, sprężania, oczyszczania i transportu wodoru, bezpieczeństwa instalacji wodorowych, w tym ich monitorowania, ograniczania przenikalności, a także wytwarzania wysokociśnieniowych zbiorników kompozytowych. Kluczową funkcję w transformacji energetycznej regionu zakorzenienia klastra pełni Port Morski Police, stając się tzw. zielonym hubem surowcowym, obejmującym zielony wodór i zielony amoniak. W ramach klastra podejmowane będą działania na rzecz tworzenia klas patronackich, prowadzenia studiów podyplomowych w obrębie łańcucha gospodarki wodorowej, organizacji i prowadzenia programu certyfikowanych szkoleń i kursów branżowych (<https://h2poland.com.pl>).

Wskazane i zaprezentowane syntetyczne studia przypadków klastrów wodorowych (z uwagi na ramy tego opracowania), koncentrujące się na ich genezie powstania i domenie działania, wskazują jednocześnie na tło kształtującej się współcześnie tożsamości tego typu klastrów. Zarówno geneza powstania, jak i domena aktywności klastrów wodorowych stanowią elementarny i szczególny składnik, a zarazem i wyznacznik ich tożsamości. Oczywiście mając świadomość wpływu turbulentnego otoczenia, w tym transformacji energetycznej na dalszy rozwój klastrów wodorowych, należy przyjąć, że wraz z zachodzącymi zmianami nadal kształtować się będzie ich tożsamość. Nie dziwi zatem fakt, że podobnie jak w przypadku człowieka proces kształtowania tożsamości trwa w całym cyklu życia, tj. od urodzenia do śmierci (od fazy embrionalnej aż do fazy schyłku).



6. PODSUMOWANIE

Aby zrozumieć istotę tożsamości klastrów wodorowych, należy po pierwsze zrozumieć logikę funkcjonowania gospodarki wodorowej i klastrów wodorowych, a po drugie – zrozumieć samą tożsamość jako strukturę psychiczną złożoną z różnych charakterystyk pochodzenia zewnętrznego i wewnętrznego. Nie od dziś wiadomo przecież, że tożsamość jednostki, będąc zanurzona w szerszy kontekst jej historii i aktualnej rzeczywistości, daje poczucie indywidualności, pewności, ciągłości w czasie i przestrzeni (Chyła, 2017).

Tożsamość klastrów wodorowych, dając odpowiedź na podstawowe pytania, czym są i po co istnieją, może m.in. wyrażać się w ich indywidualnym charakterze, wyznaczać ich trajektorię zrównoważonego rozwoju, wyróżniać w otoczeniu, kreować poczucie sensu kolektywnego działania, wzmacniając zaangażowanie organizacyjne i odpowiedzialne działanie oraz ułatwiając decydującym dokonywanie właściwych wyborów strategicznych w turbulentnym otoczeniu. Tożsamość klastrów wodorowych wyraża w znacznej mierze ich swoiste DNA będące sumą trwałych i specyficznych atrybutów określonych w percepcji ich kluczowych interesariuszy wewnętrznych i zewnętrznych. Dlatego też ściśle związana jest z osobowością klastra jako organizacji sieciowej i jego wizerunkiem.

Proces kształtowania tożsamości klastrów wodorowych w warunkach transformacji energetycznej pozostaje pod silnym wpływem makro- i mikrootoczenia oraz wewnętrznego środowiska tych klastrów. Zielona gospodarka, bardziej efektywne wykorzystanie energii, bezpieczeństwo energetyczne, przeciwdziałanie zmianom klimatycznym to tylko wybrane zagadnienia, które stwarzają szereg wyzwań dla rozwijających się klastrów wodorowych. Zarysowane w artykule aktywne podejście jednostek administracji publicznej (partnera publicznego) do procesu kształtowania tożsamości klastrów wodorowych wskazuje, że w przestrzeni klastrowej krzyżuje się i współistnieje szereg tożsamości budowanych na różnych poziomach, nie tylko tożsamości indywidualnych poszczególnych jednostek heterogenicznej społeczności klastrowej, ale także tożsamości zbiorowych, w tym tożsamości społecznych, sektorowych, regionalnych i lokalnych.

Wspieranie rozwoju klastrów wodorowych przez partnera publicznego w świetle ambitnych założeń krajowych i europejskich co do zrównoważonego rozwoju gospodarki wodorowej i technologii wodorowych jest działaniem celowym, zorganizowanym, indywidualnie zróżnicowanym i systematycznie realizowanym. Z uwagi na fakt, że większość klastrów wodorowych znajduje się w embrionalnej fazie rozwoju, tym samym ich tożsamość jest w pewnym stopniu normatywnie kreowana, konstruowana, narzucana i instrumentalizowana przez partnerów publicznych w celu realizacji przyszłych korzyści głównie społeczno-gospodarczych i politycznych. Odpowiada to zarówno podejściu esencjalistycznemu (substancjalistycznemu), gdzie tożsamość klastrów wodorowych bazuje na klasycznym zespole atrybutów klastrów



technologicznych, określając ich istotną właściwość, „esencję” kolektywnego działania skoncentrowanego na technologii i transferze wiedzy, jak również podejściu konstruktywistycznemu, gdzie obecna tożsamość klastrów wodorowych może być formą przejściową, gdyż proces jej dynamicznego kształtowania trwać będzie w całym cyklu życia klastrów. Nie sposób nie podkreślić, że w perspektywie konstruktywistycznej tożsamość jako rezultat wyboru i twórczej aktywności jest złożonym procesem oraz luźnym, dynamicznym agregatem akcji i reakcji, a także relacji, symboli, wartości, wzorów, procedur działań pozostających względem siebie w nieustannej interakcji, dowolnie modyfikowanych według potrzeb w czasie i przestrzeni, determinowanych zmiennymi uwarunkowaniami sytuacyjnymi (Wiktorska-Święcka, 2014). Będąc otwarta i wypracowana na fundamencie kapitału zaufania, wspólnoty celów, wartości i działań, jednocześnie może wzmacniać integrację społeczności klastrowej i przyczyniać się do zrównoważonego rozwoju.

Artykuł stanowi wprowadzenie do rozważań naukowych nad współczesnym zjawiskiem klasteringu w rozwijającej się gospodarce wodorowej. Tym samym nie wyczerpuje wszystkich wątków analizowanej problematyki, pomimo że mocno ją nakreśla. Zaprezentowana wielowątkowa i złożona koncepcja tożsamości klastrów wodorowych, która podlega ciągłym zmianom, może stanowić inspirację do podejmowania dalszych badań na gruncie dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości.

LITERATURA

- Andruszkiewicz, M. (2021). Wodór jako element dekarbonizacji gospodarki w świetle strategii wodorowej Unii Europejskiej i Polski. *Nowa Energia*, 3 (79), 54-58.
- Bembenek, B. (2012). Tożsamość organizacyjna klastra. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług*, 719 (94), s. 7-25.
- Błażlak, R., Mazurek, B. (2016). Ekosystemy innowacji a system zarządzania innowacjami w przedsiębiorstwie. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej. Organizacja i Zarządzanie*, 1209(65), 31-39.
- Chyła, M. (2017). Miejsce jako podstawa kształtowania się tożsamości. In: H. Czakowska, M. Kuciński (red.), *1050-lecie chrztu Polski a tożsamość narodowa*, Bydgoszcz: Wydawnictwo Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej.
- Concas, G., Cocco, D., Lecis, L., Petrollese, M. (2022). Life cycle analysis of a hydrogen valley with multiple end-users. *Journal of Physics*, 2385, 1-12.
- Frankowska, M. (2018). *Współdziałanie przedsiębiorstw w klastrowych łańcuchach dostaw*. Warszawa: CeDeWu.
- Golej, R. (2015). Kierunki badań klastrów. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 400, 56-70.
- Henderson, J., Sen, A. (2021). *The Energy Transition: Key challenges for incumbent and new players in the global energy system*. Oxford: Oxford Institute for Energy Studies.
- Jeszka, A.M. (2013). Problemy badawcze i hipotezy w naukach o zarządzaniu. *Organizacja i Kierowanie*, 5 (158), 31-39.



- Kocoń, P. (2009). Tożsamość organizacji i kultura organizacyjna – definicje i relacje. *Economy and Management*, 1, 143-152.
- Kopeć, S., Lach, Ł. (2021). Jak mierzyć postępy transformacji energetycznej? *Energetyka Rozproszona*, 5-6, 133-147.
- Krasuski, K. (2022). Polski Ekosystem Dolin Wodorowych jako impuls dla transformacji polskiej energetyki. *Inżynieria Elektryczna*, 10, 30-36.
- Król, A., Kukulska-Zajac, E., Holewa-Rataj, J., Gajec, M. (2022). Wodór jako element transformacji energetycznej. *Nafta-Gaz*, 7, s. 524-534.
- Lis, A., Lis, A. (2013). Tożsamość struktur klastrów – rozważania teoretyczne i praktyczne implikacje. *Studia Regionalne i Lokalne*, 1 (51), 26-44.
- Madsen, A.N., Andersen, P.D. (2010). Innovative regions and industrial clusters in hydrogen and fuel cell technology. *Energy Policy*, 38 (10), 5372-5381.
- Maj, M., Szpor, A. (2020). Gospodarka wodorowa w Polsce. Obserwacje na podstawie ram badawczych Technologicznego Systemu Innowacji. *Policy Paper*, 5, 6-36.
- Masłoń-Oracz, A., Proczek, M. (2017). Klastry a zrównoważony rozwój Unii Europejskiej w świetle inteligentnej specjalizacji na przykładzie Mazowieckiego Klastra Chemicznego. *Przemysł Chemiczny*, 8, 1000-1003.
- Matel, A. (2016). Klastry w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju regionu, W: K. Pujer (red.), *Zarządzanie organizacją w turbulentnym otoczeniu*, Wrocław: EXANTE.
- Mielcarek, P. (2016). Ekosystem innowacji w świetle paradygmatu otwartej innowacji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 422, 122-130.
- Mikołajczyk, B., Kurczewska, A., Fila, J. (2009). *Klastry na świecie*. Warszawa: Difin.
- Młynarski, T. (2019). Unia Europejska w procesie transformacji energetycznej. *Krakowskie Studia Międzynarodowe*, 1 (16), 31-44.
- Moszkowicz, M. (2015). *Zarządzanie strategiczne*. Warszawa: PWE.
- Mrozowska, S., Wendt, J.A., Tomaszewski, K. (2021). The challenges of Poland's energy transition. *Energies*, 14 (23), 1-22.
- Pastuszek, S. (2019). Zuniwersalizowany indywidualizm, czyli tożsamość globalistyczna. *Eunomia – Rozwój Zrównoważony*, 1 (96), 49-59.
- Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040*. (2021). Warszawa: Ministerstwo Klimatu i Środowiska.
- Przybyła, Z. (2012). Klastrer miejski jako czynnik rozwoju zrównoważonego. *Studia Miejskie*, 7, 9-15.
- Roguska, B. (2021). *Transformacja energetyczna – oczekiwania i postulaty. Komunikat z badań*. Warszawa: CBOS.
- Sławińska, M. (2015). Zrównoważony rozwój a klastry gospodarcze sektora MŚP. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 376, 80-99.
- Sobolewski, M. (2022). Gospodarka wodorowa. *Infos. Biuro Analiz Sejmowych*, 6 (298), 1-4.
- Socińska, J. (2012). Klastry jako czynnik zrównoważonego rozwoju na obszarach wiejskich. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 3 (25), 251-259.
- Stańczyk, S. (2015). Tożsamość ekosystemów biznesu – zarys koncepcji. *Organizacja i Kierowanie*, 4 (169), 165-179.
- Stańczyk, S. (2018). *Tożsamość ekosystemu biznesu*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Starosta, R. (2016). Czy wodór będzie uniwersalnym nośnikiem energii? *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*, 96, 166-178.



- Tomczyk, P. (2009). Szanse i bariery rozwoju energetyki wodorowej. *Polityka Energetyczna*, 12 (2/2), 593-607.
- Transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce. Wydzielenie wytwórczych aktywów węglowych ze spółek z udziałem Skarbu Państwa (2022)*. Warszawa: Ministerstwo Aktywów Państwowych.
- Węgrzyn, A., Spirydowicz, A., Grebski, W. (2022). Dilemmas of the energy transformation in Poland 2021/2022. *Mining Machines*, 40 (1), 32-42.
- Wiktorska-Święcka, A. (2014). Wyznaczanie granic i konstruowanie tożsamości Europy. In: A. Paczeński, M. Klimowicz (red.), *Procesy integracyjne i dezintegracyjne w Europie*, Wrocław: OTO-Wrocław.
- Wojnicka-Sycz, E., Sycz, P. (2018). Paradygmat systemowy w innowacyjności. Znaczenie współpracy w ekosystemie innowacyjnym, W: Z. Malara, J. Skonieczny (red.), *Innowacje w gospodarce, przedsiębiorstwie i społeczeństwie*, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- Worek, B., Kocór, M., Micek, D., Lisek, K., Szczucka, A. (2021). Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce – kluczowe czynniki i wyzwania. *Energetyka Rozproszona*, 5-6, 105-116.
- Wyrzykowska, B., Zaleśna, A. (2017). Kompetencje menedżerów w zrównoważonej organizacji. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego*, 48/2, 373-382.

Źródła internetowe

- <https://arp.pl/pl/jak-dzialamy/doliny-wodorowe> (16.02.2023).
- <https://h2globalcluster.eu> (16.02.2023).
- <https://h2poland.com.pl/pl/aktualnosci/w-szczecinie-powstanie-zachodniopomorska-dolina-wodorowa> (16.02.2023).
- <https://h2poland.eu/pl/kategorie/doliny-wodorowe/slasko-malopolska-dolina-wodorowa/powstala-slaskomalopolska-dolina-wodorowa> (16.02.2023).
- <https://h2wielkopolska.pl> (16.02.2023).
- <https://hydrogeneurope.eu/mission-vision> (16.02.2023).
- <https://industria.eu/centralny-klaster-wodorowy> (16.02.2023).
- <https://klasterwodorowy.pl> (16.02.2023).
- https://umwd.dolnyslask.pl/urząd/aktualnosci/artypul/powolanie-dolnoslaskiej-doliny-wodorowej/?no_cache=1&cHash=3f1da2d9481ab4fef9246e96a44ff5b1 (16.02.2023).
- <https://www.dolinawodorowa.org> (16.02.2023).
- <https://www.gov.pl/web/klimat/greenevo> [dostęp: 16.04.2023].
- <https://www.gov.pl/web/klimat/wiceminister-zyska-o-funkcjach-i-zadaniach-dolin-wodorowych-na-konferencji-h2poland> (16.02.2023).
- <https://www.gov.pl/web/ncbr/podpisano-porozumienie-sektorowe-na-rzecz-rozwoju-gospodarki-wodorowej-w-polsce> (16.04.2023).
- <https://www.ibe.edu.pl/index.php/pl/wydarzenia/1577-powstala-mazowiecka-dolina-wodorowa-z-udzialem-ibe> (16.02.2023).
- <https://www.katowice.uw.gov.pl/aktualnosci/powolano-slasko-malopolska-doline-wodorowa> (14.03.2023).
- <https://zielonagospodarka.pl/global-hydrogen-i-podkarpacka-dolina-wodorowa-beda-rozwijac-produkcje-wodoru-11812> (10.07.2023).



SHAPING THE IDENTITY OF SUSTAINABLE HYDROGEN CLUSTERS IN THE CONDITIONS OF ENERGY TRANSITION

Summary

The article focuses on selected issues in the field of shaping the identity of hydrogen clusters in the conditions of the modern energy transformation. In addition to the introduction and summary, it consists of three parts in which the strategic dimension of the energy transformation, the identity of sustainable hydrogen clusters and the practical approach of the public partner to create this identity of eight hydrogen clusters in Poland are characterized. Based on the results of own research, it has been shown that supporting the development of hydrogen clusters by the public partner in the light of ambitious national and European assumptions regarding the sustainable development of the hydrogen economy and hydrogen technologies is a purposeful, organized, individually differentiated and systematically implemented activity. At the same time, the process of shaping the identity of hydrogen clusters is influenced by the macro- and micro-environment as well as the internal environment of these clusters. Due to the fact that a number of identities built at different levels intersect and co-exist in the cluster space, not only individual identities of individual units of the heterogeneous cluster community, but also collective identities, including social, sectoral, regional and local identities, therefore the selected issues may be an inspiration for further research in the field of management and quality science.

Keywords: hydrogen cluster, organization, cluster identity, sustainable development



