

# 3xW

WĘGIEL  
WODÓR  
WIEDZA



# KWARTALNIK

**ANDRZEJ CHMIELA, BEATA BARSZCZOWSKA,**

**ADAM SMOLIŃSKI**

Efektywność ekonomiczna układu techniczno-organizacyjnego pompowni wód kopalnianych zabezpieczonej przed zjawiskiem *blackout*

**WOJCIECH PAWŁUSZKO**

Nowe unijne ramy prawne dla rozwoju infrastruktury wodorowej i rynków wodorowych

**WOJCIECH PAWŁUSZKO**

Komisja Europejska chce zwiększyć liczbę dolin wodorowych

# II KWARTAŁ 2024

#### WYDAWCA

📍 Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. Oddział Katowice  
ul. Mikołowska 100, 40-065 Katowice



ISSN 2719-8677

Kwartalnik istnieje od 2020 r.

#### REDAKCJA

📧 redakcja@katowice.arp.pl 📞 32 757 48 00

Redaktor Naczelny

**dr Beata Barszczowska**

Zastępca Redaktora Naczelnego

**dr hab. Marcin Sobczyk**

Sekretarz Redakcji

**dr inż. Renata Włodarczyk**

Komitet wydawniczy

**Magdalena Wojtyła**

**Anna KIELERZ**

#### RADA NAUKOWA

**prof. dr hab. inż. Maria Sozańska**, Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Katedra Technologii Materiałowych

**prof. dr hab. inż. Marek Brzeżański**, Politechnika Krakowska, Katedra Pojazdów Samochodowych

**prof. dr hab. inż. Janusz Kotowicz**, Politechnika Śląska, Prorektor ds. Współpracy z Otoczeniem Społeczno-Gospodarczym

**prof. dr hab. Adam Smoliński**, Główny Instytut Górnictwa

**prof. dr hab. inż. Konrad Świerczek**, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Energetyki Wodorowej, Prodziekan Wydziału ds. Współpracy i Nauki

**dr hab. Maria Jolanta Korabik, prof. Uniwersytetu Wrocławskiego**, Uniwersytet Wrocławski, kierownik Zakładu Dydaktyki Chemii

**dr hab. Marcin Sobczyk, prof. Uniwersytetu Wrocławskiego**, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii

**dr inż. Renata Włodarczyk**, Katedra Zaawansowanych Technologii Energetycznych, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Politechnika Częstochowska

**dr Michał Kobyłka**, Uniwersytet Wrocławski Wydział Chemii, Zakład Dydaktyki Chemii, koordynator egzaminacyjny OKE we Wrocławiu

**dr inż. Aleksander Sobolewski**, Dyrektor Instytutu Technologii Paliw i Energii

**dr inż. Artur Kozłowski**, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Dyrektor Instytutu

**Joanna Kubit** dyrektor, Zespół Szkół Naftowo-Gazowniczych im. Ignacego Łukasiewicza w Krośnie

**r.pr. Wojciech Pawłuszko** Pełnomocnik Zarządu ARP S.A. ds. Zgodności, Biuro Prawne ARP S.A.

**dr Beata Barszczowska**, Wicedyrektor Oddziału ARP S.A. w Katowicach

## Od Redakcji

Z przyjemnością przedstawiamy Państwu najnowszy numer naszego biuletynu, poświęcony zagadnieniom związanym z regulacjami prawnymi oraz zagadnieniami technicznymi, które mają zostać uwzględnione przy tworzeniu miksu energetycznego.

Radca Prawny Wojciech Pawłuszko szczegółowo omawia najnowsze rozporządzenia i dyrektywy przyjęte przez Radę UE 21 maja 2024 roku. Nowe przepisy, będące częścią pakietu legislacyjnego Fit for 55, mają na celu aktualizację zasad rynku wewnętrznego dla gazów odnawialnych i naturalnych oraz wodoru. Wprowadzone zmiany stanowią istotny krok naprzód w realizacji Europejskiego Zielonego Ładu.

Dodatkowo przedstawiona została kwestia opublikowanego przez KE dokumentu, podsumowano dotychczas-

owe osiągnięcia oraz strategiczne priorytety i wdrażane działania mające na celu budowę lub uruchomienie w UE co najmniej 50 dolin wodorowych do 2030 r.

Z kolei Andrzej Chmiela, Beata Barszczowska i Adam Smoliński w swoim artykule poruszają temat bezpieczeństwa energetycznego w kontekście zmian klimatycznych oraz ryzyka wystąpienia zjawiska blackout. Przedstawiają ocenę celowości inwestycyjnej projektu modernizacji pompowni wód kopalnianych, która łączy w sobie kwestie odwadniania kopalń, wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz magazynowania energii.

Zapraszamy do lektury i refleksji nad obecnymi wyzwaniami oraz przyszłością energetyki. ■

## Zapraszamy do zgłaszania publikacji!



Jak się zarejestrować na stronie

<https://journal.h2poland.eu>

OJS  
OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS



Wysłać na adres [ojshelp@h2poland.eu](mailto:ojshelp@h2poland.eu) następujące informacje:

1. imię 2. nazwisko 3. adres e-mail

Administrator strony **zakłada konto** i wysyła, na podany adres e-mail, wiadomość z **danymi do logowania**



Teraz można się zalogować

<https://journal.h2poland.eu/3xw/login>

Andrzej CHMIELA, Beata BARSZCZOWSKA, Adam SMOLIŃSKI

## Efektywność ekonomiczna układu techniczno-organizacyjnego pompowni wód kopalnianych zabezpieczonej przed zjawiskiem *blackout*

### Streszczenie

W skomplikowanej sytuacji politycznej i przy postępujących zmianach klimatycznych rośnie zagrożenie zaistnieniem nagłej i rozległej awarii systemu energetycznego tzw. zjawiska *blackout*. Celem artykułu jest ocena celowości inwestycyjnej projektu bezpieczeństwa energetycznego pompowni wód kopalnianych. Połączenie problematyki odwadniania kopalń, wykorzystania OZE i magazynowania energii nie było dotychczas przedmiotem szerszych badań naukowych. Zaprzestanie odpompowywania wód dołowych naraziłoby kopalnię, kopalnie sąsiednie i niżej położone tereny na zalanie, a w sytuacji ekstremalnej na zanieczyszczenie ujęć wody pitnej. Zaproponowana modernizacja pompowni uwzględnia wytwarzanie zielonej energii elektrycznej wyłącznie na własne potrzeby. W artykule, jako studium przypadku, przeanalizowano aspekty techniczne i zmiany efektywności ekonomicznej zabezpieczenia pompowni wód kopalnianych przed zjawiskiem *blackout*.

**Słowa kluczowe:** odwadnianie zlikwidowanych kopalń, magazynowanie energii, odnawialne źródła energii, pozyskanie wodoru, bezpieczeństwo powszechne

### 1. Wstęp

Niestabilna sytuacja polityczna i pogłębiające się zmiany klimatyczne zwiększają ryzyko zakłócenia stabilności dostaw energii elektrycznej. Przerwa w dostawach energii może trwać tylko kilka minut, ale czasami możliwy jest nawet kilkudniowy brak prądu tzw. *blackout*. Pod

pojęciem *blackout* zwykle rozumie się nagłą, długą i rozległą awarię systemu energetycznego, powodującą brak zasilania z sieci krajowej [31,32]. Zjawisko *blackout* może wystąpić zarówno w zimie, jak i latem, a jego nieprzewidywalne skutki mogą być czasem dotkliwe [7,8]. Ocenia się, że prawdopodobnie już niebawem zjawisko *blackout* może nastąpić w Polsce. Wprowadzenie w 2015 roku przez Polskie Sieci Energetyczne (PSE) tzw. 20 stopnia zasilania, czyli ograniczenia w dostawach energii pomiędzy 11.00 a 15.00 oddaliło nieco wizję wystąpienia *blackout* w Polsce. Prawdopodobnie początkowo braki energii elektrycznej będą trwały przez kilkanaście minut, a później mogą wydłużyć się do kilkuset godzin w roku. Może być to związane np. z przestarzałą siecią energetyczną, wygaszaniem energetyki opartej na węglu, ale również może to wynikać z konfliktów zbrojnych czy terroryzmu [22,28]. Obecna sytuacja bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w Polsce, jest stabilna, ale już w 2026 roku mogą wystąpić pierwsze *blackouty*. W Polsce większe zagrożenie niewydolnością systemu energetycznego występuje latem, kiedy znaczne ilości energii pochłaniają systemy chłodzące [4,33].

### 2. Uwarunkowania projektowe

Unia Europejska (UE) przyjęła politykę, która ma zapewnić osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku [5,10]. Jednym z priorytetów jest odejście od spalania paliw kopalnych [13,20]. Dostosowując się to tej polityki, również i górnictwo polskie musi podjąć działania inwestycyjne celem pozyskania alternatywnych odnawial-

nych źródeł energii. W realiach Górnego Śląska największe efekty można osiągnąć wykorzystując farmy fotowoltaiczne z dostosowanymi do potrzeb magazynami energii [17,18]. Częściowo zabezpieczyłoby to zapotrzebowanie energetyczne i w pewnym stopniu zabezpieczyło pracę wyposażenia krytycznego przy nagłym długotrwałym braku zasilania z sieci [31,32]. Ważnym elementem w systemie zapewnienia ogólnego bezpieczeństwa funkcjonowania kopalni są pompownie wód kopalnianych. Pompownie chronią kopalnię macierzystą, kopalnie sąsiednie i niżej położone tereny przed zalaniem. Stałe odpompowywanie zmineralizowanych wód kopalnianych i utrzymywanie założonego bezpiecznego poziomu wód kopalnianych, chroni powierzchnię terenu przed wystąpieniem deformacji nieciągłych (zapadliska) oraz zabezpiecza przypowierzchniowe warstwy wodonośne przed zanieczyszczeniem [16,19]. Pompownie wód kopalnianych mają pewną retencję, niemniej dłuższy czas postoju mógłby doprowadzić do mniejszych lub większych problemów środowiskowych [25,26]. Pompownie kopalniane odpompowują rocznie setki mln m<sup>3</sup> wody o różnym stopniu zmineralizowania [24,29]. Odpompowywanie tego wolumenu wody wiąże się z wysokimi kosztami zakupu energii elektrycznej [3,7]. Roczne zużycie energii elektrycznej w pompowni odprowadzającej około 10 mln m<sup>3</sup> wody może dochodzić do około 30-35 GWh [8,22].

Pod względem finansowym, przy obecnych uwarunkowaniach ekonomicznych, technicznych, społecznych i ekologicznych, proces pompowania wody ze zróbnów kopalnianych jest nierentowny i przynosi straty. Zadaniem modernizacji pompowni jest zapewnienie ciągłości pracy pompowni, przy możliwie dużym ograniczeniu kosztów ruchomych przedsięwzięcia.

Bezpieczeństwo energetyczne pompowni wód kopalnianych, dla potrzeb tego opracowania, rozumiane jest jako częściowe uniezależnienie się od dostaw energii z sieci krajowej [8,10]. Formą poprawy bezpieczeństwa

dostaw energii z sieci jest ograniczenie zużycia energii sieciowej przez budowę farm fotowoltaicznych [13,15]. Wytworzona na terenach pogórnich „zielona” energia mogłaby znacznie poprawić odporność układu techniczno-organizacyjnego pompowni wód kopalnianych na zjawisko *blackout* [23,33]. Efektem ekonomicznym inwestycji byłoby ograniczenie kosztów prowadzonej działalności, a efektem społecznym stworzenie nowych, alternatywnych wobec górnictwa, miejsc pracy dla przekwalifikowanych górników [16,17]. Niezaprzeczalnym efektem ekologicznym planowanej inwestycji byłoby ograniczenie ekwiwalentnej emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery [27,34] i zmniejszenie ładunku soli emitowanej do lokalnych cieków wodnych przez uzdatnienie do celów technologicznych przynajmniej części odpompowywanej wody [19,20].

Modernizacja pompowni wód kopalnianych przede wszystkim ma na celu zabezpieczenie jej przed potencjalnym brakiem zasilania z sieci krajowej, przy jak największym pozyskiwaniu energii z Odnawialnych Źródeł Energii (OZE). Wykorzystanie OZE jest uzależnione od warunków pogodowych [9,11]. Efektywne korzystanie z OZE możliwe jest jedynie przy stosowaniu magazynowania nadwyżek wygenerowanej energii i wykorzystaniu ich w okresach niedoboru. Magazynowanie nadwyżki wygenerowanej energii elektrycznej wyłącznie w systemach akumulatorowych, pomimo wysokiej sprawności magazynowania energii, nie jest optymalne przy długotrwałym magazynowaniu. Alternatywą dla systemów akumulatorowych magazynowania energii może być wodór pozyskiwany w procesie elektrolizy wody. Wodór postrzegany jest jako dobre medium do efektywnego, długotrwałego magazynowania nadwyżek wygenerowanej „zielonej” energii [13,26]. W razie *blackout’u* możliwe będzie zwiększenie niezależności pompowni od dostaw zewnętrznych energii elektrycznej przez skorzystanie ze zmagazynowanej wcześniej energii [4,5]. Jeżeli priorytetem jest zabezpieczenie przed zaistnieniem sytuacji krytycznej, w tym *blackout*,

czynniki ekonomiczne schodzą na drugi plan, niemniej celem artykułu jest również ocena trafności inwestycyjnej przedsięwzięcia. Modernizację pompowni wód kopalnianych zaprojektowano dla obecnych uwarunkowań ekonomicznych i porównano wyniki techniczne i ekonomiczne modernizacji dla zmieniających się cen zakupu energii elektrycznej [28,33]. Zaproponowany i oceniany model funkcjonalny może się stać elementem wzorcowym możliwym do zastosowania również w innych lokalizacjach. Uwarunkowania formalno-prawne powodują, że w zaprojektowanym rozwiązaniu przyjęto zasadę nieoddawania nadwyżki wygenerowanej energii elektrycznej do sieci krajowej [23,25].

Połączenie problemów odwadniania kopalń, z zastosowaniem OZE i magazynowaniem energii dla poprawy bezpieczeństwa zasilania wyposażenia krytycznego dotychczas nie było przedmiotem badań naukowych [7,8].

W pierwszym etapie badań dla ocenianej lokalizacji pompowni zaproponowano technicznie możliwy do zastosowania projekt nakierowany na jak największe niezależnienie się od dostaw energii z sieci krajowej i samowystarczalności energetycznej w sytuacji dłuższego braku zasilania. Dodatkowo zaproponowano mechanizmy przynajmniej częściowo obniżające koszt zakupu energii u lokalnego dostawcy w trybie normalnej pracy pompowni.

W drugim etapie badań zaproponowany układ techniczno-organizacyjny pompowni oceniono przy zmieniających się wielkościach wynegocjowanych jednostkowych cen zakupu energii elektrycznej analizując:

- odporność układu na zjawisko *blackout* rozumiane jako możliwość pozyskiwania energii ze zmagazynowanego wodoru,
- możliwość obniżenia kosztów eksploatacyjnych,
- przybliżony czas zwrotu nakładów.

Badania prowadzono dla uwarunkowań kolejnych kwartałów 2024 roku (Q1-Q4 2024) i jako wartość referencyjną (równą 1) przyjęto wartości z Q2 2024. Na

podstawie przeprowadzonego rozeznania cenowego (w czerwcu 2024) ustalono wysokość aktualnych nakładów niezbędnych na modernizację pompowni. Wszystkie nakłady i koszty przeliczono na zakup energii elektrycznej (dla jednostkowej ceny zakupu energii w Q2 2024) i wyrażono w MWh. Zgodnie z danymi IMGW, w obliczeniach przyjęto minimalną średnią wartość nasłonecznienia dla Polski, czyli 1600 godzin słonecznych w roku.

### 3. Wyniki badań i dyskusja

#### 3.1. Założenia projektowe modernizacji pompowni wód kopalnianych

Modernizację oraz symulację zmian parametrów technicznych i ekonomicznych zaprojektowano dla pompowni wód kopalnianych, leżącej na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Przy doborze wielkości farmy fotowoltaicznej przyjęto maksymalną dostępną wolną powierzchnię zrehabilitowanego terenu pokopalnianego nadającego się do budowy farmy fotowoltaicznej o maksymalnej mocy około 6 MWp.

Pompownia odpompowuje około 9 mln m<sup>3</sup> wody rocznie. Ze względów ekonomicznych pompowanie prowadzone jest przez 24 h na dobę, ale przy zastosowaniu pełnych możliwości technicznych pompowanie dobowego dopływu wody może być skrócone do 18 h. W pompowni nie ma możliwości selektywnego odprowadzania wody z różnych poziomów. W zaprojektowanej modernizacji pompowni instalacja fotowoltaiczna wygeneruje więcej energii niż pompownia mogłaby wykorzystać na bieżąco [13,30]. Wystąpi wtedy nadwyżka energii możliwa do jej zmagazynowania w formie wodoru pozyskanego w procesie elektrolizy i późniejszego wykorzystania do zabezpieczenia ciągłości zasilania pompowni. W modernizowanej pompowni głównymi odbiornikami prądu generowanego przez panele fotowoltaiczne będzie infrastruktura związana z pompowaniem wód kopalnianych (rys. 1), czyli systemy pompowe, systemy głównego prze-

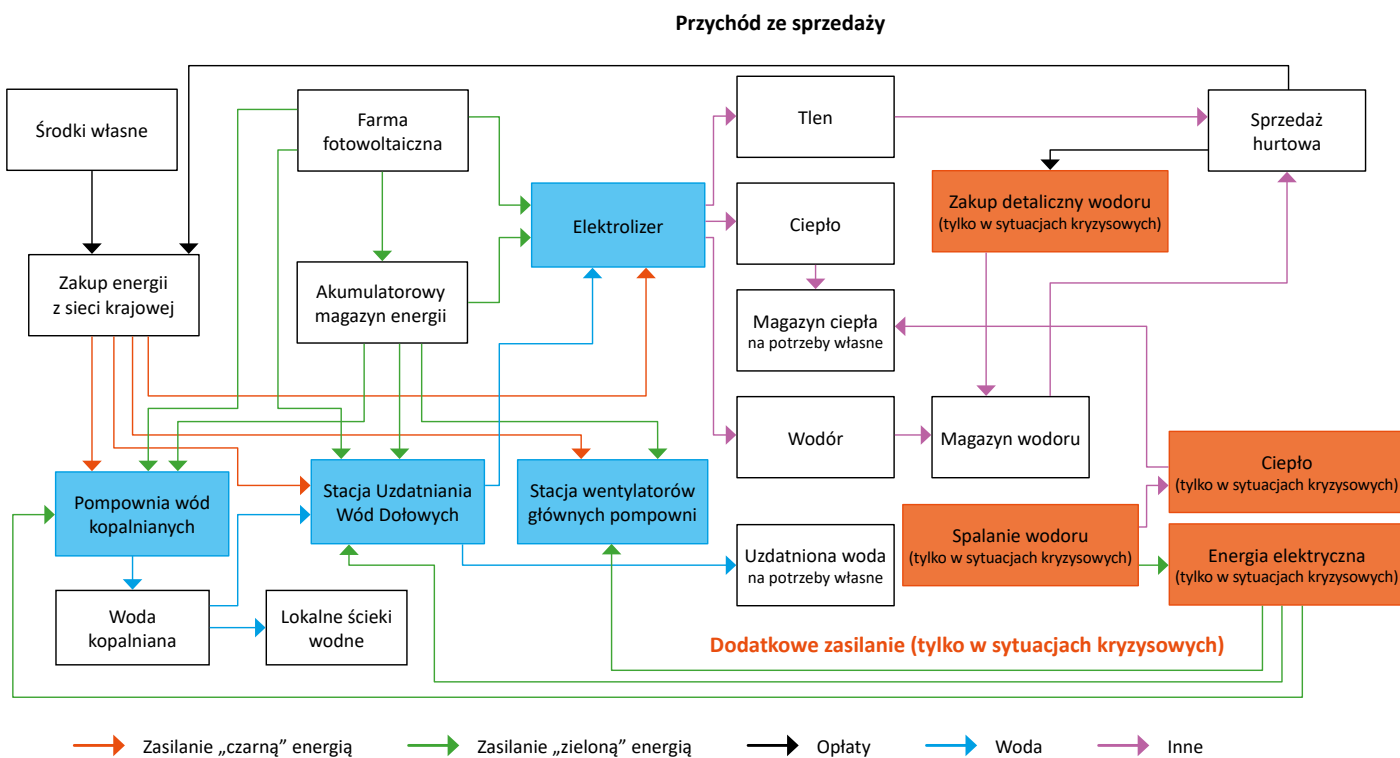
wietrzania, Stacja Uzdatniania Wód Dołowych (SUWD) i elektrolizer. Przyjęto, że najbardziej energochłonne wyposażenie pompowni będzie uruchamiane, o ile to jest możliwe, w czasie, gdy energia elektryczna będzie najtańsza lub w dni słoneczne w czasie największego nasłonecznienia. Ze względu na ograniczenia prawne obrotu energią elektryczną zrezygnowano z ubiegania się o koncesję na dystrybucję energii elektrycznej.

### 3.2. Model funkcjonalny zmodernizowanej pompowni wód kopalnianych

Ostatecznie, na podstawie przeprowadzonych badań, przyjęto model pompowni współpracującej z farmą fotowoltaiczną. Aby nie ujawniać danych wrażliwych właściciela pompowni koszt modernizacji pompowni przeliczo-

no po cenach energii elektrycznej w Q2 2024. Koszt ten wyniósłby w przeliczeniu 127 105 MWh.

W zaproponowanym modelu funkcjonalnym [2,6] w dni słoneczne możliwe będzie wykorzystanie jedynie części wygenerowanej energii elektrycznej. Tym samym, pozostała część wygenerowanej energii będzie nadwyżką możliwą do zmagazynowania i późniejszego wykorzystania w okresach deficytu [18,24]. Jako, że wodór umożliwia długotrwałe magazynowanie nadwyżek wygenerowanej „zielonej” energii [1,21], w zaproponowanym modelu przyjęto, że nadmiar energii będzie wykorzystywany do pozyskania wodoru w procesie elektrolizy wody, a magazynowanie akumulatorowe będzie stosowane jedynie dla buforowania wytworzonej energii lub na ewentualne potrzeby stabilizacji pracy wyposażenia pompowni (rys 1).



Rys. 1. Schemat funkcjonalny zmodernizowanej pompowni wód kopalnianych

Ze względów ekonomicznych, przy ustalaniu modelu funkcjonowania pompowni zrezygnowano z faktycznego magazynowania całości wodoru we własnym magazynie na rzecz częściowego wirtualnego magazynowania go w formie pieniężnej. Realizowane to ma być przez hurtową sprzedaż wodoru miejscowemu dystrybutorowi (rys. 1). Przy planowaniu modernizacji pompowni przewidziano budowę instalacji dostosowanej do hurtowej dystrybucji wodoru, w tym magazynu o pojemności zapewniającej prawidłowe funkcjonowanie sprzedaży hurtowej i pięciodniową rezerwę wodoru na ewentualne własne zapotrzebowanie energetyczne w razie braku zasilania zewnętrznego. W modelu funkcjonalnym modernizacji pompowni przewidziano podstawowy tryb pracy pompowni oraz dwa tryby pracy awaryjnej w okresach braku zasilania, tryb awaryjny „wodorowy” i tryb awaryjny „finansowy”.

W trybie podstawowym pracy pompowni przyjęto mechanizm maksymalnego spożycia wyprodukowanej „zielonej” energii na cele własne i sprzedaż wyprodukowanej nadwyżki „zielonej” energii elektrycznej zmagazynowanej w formie wodoru lokalnemu dystrybutorowi po cenach hurtowych. Dodatkowym źródłem przychodu będzie hurtowa sprzedaż tlenu, ubocznego produktu procesu elektrolizy wody. Ze względu na trudne od określenia na tym etapie projektowania koszty dostaw tych gazów, przy modelowaniu funkcjonowania zmodernizowanej pompowni [2,6], przyjęto, że będą one sprzedawane za 60% ich aktualnej ceny detalicznej. Przyjęto, że uzyskane przychody ze sprzedaży hurtowej wodoru i tlenu przeznaczone będą na zakup brakującej części energii elektrycznej, a w sytuacjach kryzysowych na zakup dodatkowych ilości wodoru do zasilania pompowni. W normalnym trybie pracy, obniży to koszty eksploatacyjne na prowadzenie odwadniania zrobów kopalń, a w sytuacjach kryzysowych na wydłużenie czasu pracy pompowni bez zasilania z sieci krajowej [12,14]. Zakup energii u lokalnego dostawcy

będzie odbywał się zgodnie z aktualnie wynegocjowaną ceną zakupu energii.

W przypadku długotrwałego zaniku zasilania z sieci krajowej, tzw. *blackout*, po uzyskaniu zgody lokalnej komisji zarządzania kryzysowego pompownia przejdzie do jednego z trybów pracy awaryjnej. Wiąże się to z rozpoczęciem procedury pracy w trybie tzw. „pracy wyspowej”. Powoduje to czasowe przerwanie połączeń energetycznych z siecią krajową. Włączenie tych połączeń nastąpi również po uzyskaniu zgody od lokalnej komisji zarządzania kryzysowego. W trybach pracy awaryjnej pompowni, w czasie nasłonecznienia całość zapotrzebowania energetycznego będzie pokrywana przez pracę instalacji fotowoltaicznej. Pomimo zaistnienia sytuacji kryzysowej pompownia nadal będzie pracować w trybie podstawowym. W okresach niesłonecznych w zależności od długości braku zasilania z sieci krajowej, pompownia przejdzie w jeden z trybów pracy awaryjnej. Początkowo pompownia wejdzie w „wodorowy” tryb pracy awaryjnej i zmagazynowany na miejscu wodorów kierowany będzie do zasilania pompowni z silników kogeneracyjnych. W przypadku wykorzystania całości zmagazynowanego wolumenu wodoru i dalszego braku zasilania z sieci krajowej, pompownia wejdzie w kolejny „finansowy” tryb pracy. W tym trybie nadwyżka finansowa z wcześniejszej sprzedaży tlenu i wodoru posłuży do zakupu wodoru po cenach detalicznych (100% ceny rynkowej) u lokalnego dystrybutora.

Za najbardziej przyszłościową i rekomendowaną technologię magazynowania energii przez wytwarzanie wodoru uważa się elektrolizę wody. W sytuacji idealnej, pracujące elektrolizery do pozyskania 1 kg wodoru poza zasilaniem w energię elektryczną wymagają około 9 dm<sup>3</sup> wody. W praktyce zapotrzebowanie elektrolizerów na wodę dochodzi do 20 dm<sup>3</sup> wody na 1 kg wodoru [30]. Aby obniżyć koszty zakupu wody dla procesu elektrolizy zaplanowano budowę Stacji Uzdatniania Wód Dołowych (SUWD). Wielkość SUWD jest dostosowana do wolumenu

nu wody niezbędnej do procesu elektrolizy oraz dla celów użytkowych pompowni (rocznie 1,5 mln m<sup>3</sup>). Wybrano taką opcję wielkości SUWD ze względu na zbyt wysoki koszt uzdatniania wody kopalnianej. Badania pompowanej wody wykazały, że koszt uzdatniania wody jest niższy niż cena zakupu wody z sieci wodociągowej, lecz wyższy niż potencjalna hurtowa cena sprzedaży uzdatnionej wody do sieci. Z tego wynika, że ekonomicznie nieuzasadnione byłoby uzdatnianie większego wolumenu wody niż niezbędny na potrzeby własne pompowni.

### 3.3. Ocena parametrów modernizacji pompowni dla różnych cen jednostkowych energii elektrycznej

Zaprojektowany model funkcjonowania pompowni wód kopalnianych, zakładający magazynowanie wygenerowanej nadwyżki energii elektrycznej w formie wodoru pozyskanego w procesie elektrolizy, charakteryzuje się dużym poziomem bezpieczeństwa przed zjawiskiem *blackout*. Atrybutem jest możliwość długoterminowego magazynowania nadwyżek energii [30]. W zależności od analizowanej wysokości jednostkowej ceny zakupu energii elektrycznej od lokalnego dostawcy, model funkcjonalny w różnym stopniu zabezpiecza pompownię przed długotrwałym brakiem zasilania z sieci krajowej.

W ramach przeprowadzonych badań dokonano analizy modelu modernizacji pompowni [2,6,33] nakierowanej na maksymalne zapewnienie bezpieczeństwa zasilania w sytuacji braku zasilania z sieci krajowej. Zaprojektowany układ techniczno-organizacyjny optymalizowano również dla osiągnięcia samowystarczalności energetycznej, ale ta optymalizacja miała znaczenie drugorzędne [12,14]. Do analizy przedstawiono 4 wynegocjowane wysokości jednostkowej ceny zakupu energii elektrycznej od lokalnego dostawcy dla poszczególnych kwartałów 2024 roku (Q1-Q4 2024). W tym okresie nie nastąpiła i najprawdopodobniej nie nastąpi istotna zmia-

na innych uwarunkowań rynkowych. Umożliwi to analizę wpływu jednostkowej ceny zakupu energii niezaburzonej nakładaniem się innych czynników. Dla oceny tego wpływu, w tabeli 1 zaprezentowano roczne wyniki finansowe i techniczne, wyliczone dla różnych przykładowych cen energii elektrycznej.

Modernizacja w pełni zabezpiecza pompownię przed brakiem zasilania z sieci krajowej w okresach nasłonecznienia i w zależności od wielkości rezerwy wodoru we własnych magazynach zabezpieczą pracę pompowni w pozostałym okresie [10,13]. Zmiana wynegocjowanej ceny zakupu energii elektrycznej nie wpłynęła na nakłady inwestycyjne czy ograniczenie śladu węglowego procesu pompowania wód kopalnianych (tabela 1). Wzrost tej ceny powoduje zwiększenie rentowności przedsięwzięcia co zanotowano przez zwiększenie oszczędności przy zakupie energii rozumiane jako zastąpienie części zużywanej energii elektrycznej przez energię wygenerowaną przez farmę fotowoltaiczną i obniżenie czasu zwrotu dodatkowych nakładów (tabela 1). Dla odmiany zmniejszenie ceny zakupu energii poprawia parametry techniczne przedsięwzięcia modernizacji pompowni (np. zwiększenie rezerwy finansowej na zakup energii lub wodoru).

Ocenia się, że forma funkcjonowania pompowni w trybie pracy podstawowej zapewniłaby pokrycie ponad 18% zapotrzebowania rocznego pompowni energią pozyskaną bezpośrednio z instalacji fotowoltaicznej, a hurtowa sprzedaż tlenu i wodoru umożliwi w trybie normalnej pracy na dodatkowe pokrycie około 10% kosztów rocznego zapotrzebowania energetycznego pompowni lub częściowo zabezpieczy funkcjonowanie pompowni przy braku zasilania zewnętrznego w okresach niesłonecznych przez 40 do 45 godzin w roku (tabela 1). Niezależnie od jednostkowej ceny zakupu energii elektrycznej, rocznie wygenerowana przez farmę „zielona energia” spowoduje ograniczenie ekwiwalentnej rocznej emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery o około 4742 Mg CO<sub>2</sub>. Do obliczeń przyjęto 823,257 kg

CO<sub>2</sub>/1MWh (zg. z CSRD i ESRS). Dla jednostkowych cen zakupu energii elektrycznej odpowiadających cenom zakupu z Q1 do Q4 2024 przewidywany czas zwrotu nakładów na projekt w trybie podstawowym pracy pompowni ocenia się na około 16 do 18 lat. Praca w którymś z trybów awaryjnych dodatkowo wydłuży okres zwrotu inwestycji, ale jak należy przypuszczać praca pompowni w trybach awaryjnych będzie pracą incydentalną. Symulacje takiej pracy wskazują, że w trybach awaryjnych przy teoretycznym zmagazynowaniu nadwyżek energii w formie wodoru i w całości spalaniu go w okresach niedoboru energii, taki układ techniczno-organizacyjny pracy pompowni mógłby pracować dłużej. Uzyskałoby się teoretycznie możliwość pracy przez 1790 godzin w skali roku. Obejmuje to 1600 godzin słonecznych rocznie i 190 godzin pracy rocznie przy zasilaniu wodorem własnym oraz zakupionym z przychodu ze sprzedaży tlenu. Taki tryb pracy przynosiłby straty i ewentualne jego uruchomienie mogłoby wynikać

tylko z zaistnienia szczególnie długiego braku zasilania zewnętrznego.

Z przeprowadzonych (niezależnych) symulacji wynika, że potencjalne beznakładowe zwiększenie powierzchni farmy fotowoltaicznej lub sprzedaż uzdatnianej wody mogłyby zwiększyć bezpieczeństwo zasilania pompowni i efektywność energetyczną układu. Spełnienie tych warunków jest wprawdzie teoretycznie możliwe, ale efekt ekonomiczny tych zmian niekoniecznie przyniesie poprawę rentowności. Powiększenie farmy wiązałoby się z koniecznością dodatkowego finansowania zakupu kolejnych terenów. Podobnie zwiększenie wolumenu uzdatnianej wody dostarczyłoby przychodu z jej sprzedaży, ale przy aktualnych kosztach uzdatniania przyniosłoby to stratę. Efektywne jest jedynie uzdatnianie niskozmineralizowanej wody kopalnianej pochodzącej z wyższych poziomów. Niestety wody z niższych poziomów eksploatacyjnych charakteryzują się wyższą mineralizacją [19,20],

Tabela 1. Porównanie zmian wyników finansowych i technicznych zabezpieczenia pompowni przed utratą zasilania zewnętrznego w układzie rocznym dla przykładowych jednostkowych cen energii elektrycznej

Wyszczególnienie	Jednostka	Cena 1	Cena 2	Cena 3	Cena 4
Przykładowa jednostkowa cena energii elektrycznej	[MWh]	1,08	1	0,96	0,98
Praca w okresie nasłonecznienia w ciągu roku	[h]	1600	1600	1600	1600
Roczne zabezpieczenie finansowe zakupu wodoru	[h]	39,9	42,9	44,5	43,8
Godzinowa niezależność pompowni w roku	[h]	1640	1643	1645	1644
Obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej	[MWh]	7745	7314	7114	7209
Nakłady inwestycyjne	[MWh]	127105	127105	127105	127105
Czas zwrotu dodatkowych nakładów	[lata]	16,4	17,4	17,9	17,6
Pokrycie zapotrzebowania energetycznego z OZE	%	26,9%	27,6%	27,9%	27,8%
Ograniczenie śladu węglowego	[Mg CO <sub>2</sub> ]	4742	4742	4742	4742

Źródło: opracowanie własne

a w pompowni brak jest możliwości selektywnego pompowania z różnych poziomów. Zapewnienie takiej możliwości zwiększałoby koszty uzdatniania obniżając rentowność całego przedsięwzięcia. Ze względów na braki wody pitnej nie można jednak takiej modernizacji wykluczyć.

Inne niezłączone symulacje wskazują, że sprzedaż wodoru po cenach zbliżonych do cen detalicznych, pomimo dodatkowych nakładów na dystrybucję i budowę własnej stacji tankowania, poprawiłaby efektywność ekonomiczną przedsięwzięcia przy zwiększeniu odporności układu na zjawisko *blackout*.

W zaproponowanej modernizacji pompowni wątpliwość budzi sensowność zakupu stacjonarnych silników kogeneracyjnych, które przy teoretycznym niewystąpieniu zjawiska *blackout*, nigdy nie byłyby uruchomione. Ze względów na zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii z sieci i rentowności układu kilku pompowni należałoby jednak rozważyć zakup mobilnej wersji tych urządzeń, możliwej do zastosowania w razie potrzeby w różnych lokalizacjach.

Zastosowana procedura pozwoli w przyszłości na wybór i przyjęcie właściwego rozwiązania dla innych konkretnych uwarunkowań ekonomicznych, politycznych czy społecznych. Podejmowanie decyzji inwestycyjnych realizacji projektu nastawionego na zapewnienie bezpieczeństwa ogólnego wyłącznie przez pryzmat wielkości ekonomicznych jest niepoprawny [12,14]. Należy uwzględnić również inne czynniki dotyczące bezpieczeństwa ogólnego jak i atrakcyjności inwestycyjnej.

#### 4. Wnioski

W obecnych realiach, niezmiernie ważnym wyzwaniem dla górnictwa, jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii w sytuacji nagłego jej braku w sieci krajowej. *Blackout* jako nieprzewidziany, nieoczekiwany i długotrwały brak dostaw energii elektrycznej z sieci krajowej może spowodować zagrożenie bezpieczeństwa

powszechnego. Pompownie wód kopalnianych mają pewną retencję niemniej dłuższy czas postoju mógłby doprowadzić do problemów środowiskowych. Zaprzeszanie odpompowywania wód kopalnianych naraziłoby działalność kopalni macierzystej, kopalń sąsiednich i niżej położonych terenów na zalanie. Zalanie przypowierzchniowych warstw wodonośnych mogłoby spowodować ich zanieczyszczenie. Usuwanie powstałych szkód wymagałoby wielkich nakładów finansowych i prawdopodobnie przeciągnęłoby się w czasie.

Główną przyczyną inwestowania kopalni w OZE i magazynowanie nadwyżek wygenerowanej energii jest obniżenie kosztów działalności oraz ochrona środowiska naturalnego. Ograniczenie nakładów finansowych na zakup energii elektrycznej, jednego z największych składników kosztów nieco zwiększyłoby rentowność pompowania wód kopalnianych.

Planowane przedsięwzięcie poprawy bezpieczeństwa dostaw energii i zapewnienia przynajmniej częściowej samowystarczalności energetycznej może pozytywnie wpłynąć na społeczność lokalną i gospodarkę regionu górniczego Górnego Śląska. Poza aspektami bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej udział w opisanych działaniach będzie sprzyjał rozwojowi innych sektorów gospodarki dzięki wprowadzaniu nowych technologii.

Zagospodarowanie i wykorzystanie terenów poindustrialnych zdegradowanych w wyniku intensywnej eksploatacji złóż, będzie wizerunkowo pozytywnie odbierane przez samorządy lokalne i lokalną społeczność.

Modernizacja pompowni przewiduje wytwarzanie energii elektrycznej jedynie na potrzeby własne i wymaga uzyskania jedynie podstawowych pozwoleń zewnętrznych. Należy przyjąć, że realizacja projektu pod względem prawnym nie będzie utrudniona.

Projekt wpisuje się w działania Unii Europejskiej w zakresie zrównoważonego rozwoju, a w szczególności w zakresie procesu Sprawiedliwej Transformacji. ■

## Literatura

- [1]. Álvarez, M., Bodeman, C., Cafferata Ferri, S., Di Blasi Regner, M., Fasce, C., Morgaday, M.E., and Santos, S., (2024). *Modelización matemática. Propuestas para su enseñanza*, Ed. Dunken, ISBN: 978-987-85-3389-6, Buenos Aires, Argentina.
- [2]. Bazaluk, O., Sadovenko, I., Zahrytsenko, A., Saik, P., Lozynskiy, V., and Dychkovskiy, R., (2021). Forecasting Underground Water Dynamics within the Technogenic Environment of a Mine Field. Case Study, *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su13137161>.
- [3]. Biały, W., Moni, V., Gibesova, B., Stalmachova, B., and Mikolas, M., (2020). Rehabilitation of Post-Mining Areas in the Bohumin City Area (Czech Republic). Case Study. *New Trends in Production Engineering*, 3 (1), 367-378, <https://doi.org/10.2478/ntp-2020-0031>.
- [4]. Bondaruk, J., Janson, E., Wysocka, M., and Chałupnik, S., (2015). Identification of hazards for water environment in the Upper Silesian Coal Basin caused by the discharge of salt mine water containing particularly harmful substances and radionuclides. *Journal of Sustainable Mining*. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2016.01.001>.
- [5]. Calderón, I., Di Blasi, M., Capello, V., Tomazzeli, G., Balbi, M., Cuello, N., Ochoa Rodriguez, P., Sacco, L., Martínez, H., Rozenhauz, J., and Cuenca Pletsch, L., (2023). *Buenas prácticas Desarrollo de la Competencia de Modelización Matemática*. ISBN 978-987-8992-26-6, edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.
- [6]. Chmiela, A., Guja, S., and Smolinski, A., (2024b). Analysis of resilience to lack of power supply from the national grid in a modernized mine water pumping station. *Rynek Energii* 02(171)/2024, <https://rynek-energii.pl/pl/taxonomy/term/335>.
- [7]. Chmiela, A., Wrona, P., Magdziarczyk, M., Liu, R., Zhang, L., and Smolinski, A., (2024a). Hydrogen Storage and Combustion for Blackout Protection of Mine Water Pumping Stations. *Energies* 17, no. 10: 2357. <https://doi.org/10.3390/en17102357>.
- [8]. Doorga, J.R.S., Hall, J.W., and Eyre, N., (2022). Geospatial multi-criteria analysis for identifying optimal wind and solar sites in Africa: Towards effective power sector decarbonization, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112107>.
- [9]. Fernández-Muñiz, Z., Pallero, J.L.G., and Fernández-Martínez, J.L., (2020). Anomaly shape inversion via model reduction and PSO, *Computers & Geosciences*, Volume 140, 104492, ISSN 0098-3004, <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2020.104492>.
- [10]. Gajdzik, B., Wolniak, R., Nagaj, R., Grebski, W.W., and Romanynshyn, T. (2023). Barriers to Renewable Energy Source (RES) Installations as Determinants of Energy Consumption in EU Countries. *Energies*. 16(21):7364. <https://doi.org/10.3390/en16217364>.
- [11]. Gawęda, A., (2022). ESG Rating and Market Valuation of the Firm: Sector Approach. *European Journal of Sustainable Development*, 11(4), 91. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2022.v11n4p91>.
- [12]. Howaniec, N., Zdeb, J., Gogola, K., and Smolinski, A., (2023). Utilization of Carbon Dioxide and Fluidized Bed Fly Ash in Post-Industrial Land Remediation. *Materials*. <https://doi.org/10.3390/ma16134572>.
- [13]. Janicka, M., and Sajnog, A., (2022). The ESG Reporting of EU Public Companies – Does the Company’s Capitalisation Matter?. *Sustainability*, 14, 7. <https://doi.org/10.3390/su14074279>.
- [14]. Khomenko, D., and Jelonek, I., (2023). Study of a Low-Cost Method for Estimating Energy Fuel Resources in Anthropogenic Sediments. *Management Systems in Production Engineering*, 31(4), 434-441. <https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0049>.
- [15]. Krzemień, A., Álvarez Fernández, J.J., Riesgo Fernández, P., Fidalgo Valverde, G., and Garcia-Cortes, S., (2023). Valuation of Ecosystem Services Based on EU Carbon Allowances-Optimal Recovery for a Coal Mining Area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20(1), 381. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010381>.
- [16]. Krzemień, A., Álvarez Fernández, J.J., Riesgo Fernández, P., Fidalgo Valverde, G., and Garcia-Cortes, S., (2022). Restoring Coal Mining-Affected Areas: The Missing Ecosystem Services. *International Journal of Environmental Research and Public*

- Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114200>.
- [17]. Krzemień, A., Frejowski, A., Fidalgo Valverde, G., Riesgo Fernández, P., and Garcia-Cortes, S., (2023). Repurposing End-of-Life Coal Mines with Business Models Based on Renewable Energy and Circular Economy Technologies. *Energies*. 16(22): 7617. <https://doi.org/10.3390/en16227617>.
- [18]. Labaj, P., Wysocka, M., Janson, E., and Deska, M., (2020). Application of the Unified Stream Assessment Method to Determine the Direction of Revitalization of Heavily Transformed Urban Rivers. *Water Resources* 47(4), <https://doi.org/10.1134/S0097807820040120>.
- [19]. Labus, K., Tarkowski, R., and Wdowin, M., (2015). Modeling gas-rock-water interactions in carbon dioxide storage capacity assessment: A case study of Jurassic sandstones in Poland. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 12, 2493-2502 <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0652-6>.
- [20]. Magdziarczyk, M., Chmiela, A., and Smoliński, A., (2024). The management of power supply security of mine water pumping station, *Scientific Papers of Silesian University of Technology - Organization and Management Series - Issue No. 194*, <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2024.194.17>.
- [21]. Mitchell, A., and Mackasey, W.O., (1997). A systematic inventory of abandoned mines - A powerful tool for risk management. *International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment*, 11:2, 83-90, <https://doi.org/10.1080/09208119708944065>.
- [22]. Mucha, Z., Generowicz, A., Wójcik, W., Jóźwiakowski, K., and Baran, S., (2016). Application of multi-criterial analysis to evaluate the method of utilization of sludge from small wastewater treatment plants with sustainable development of rural areas. *Environment Protection Engineering*. <https://doi.org/10.5277/epe160408>.
- [23]. Prakash Pandey, B., and Prasad Mishra, D., (2022). Improved Methodology for Monitoring the Impact of Mining Activities on Socio-Economic Conditions of Local Communities. *Journal of Sustainable Mining*. <https://doi.org/10.46873/2300-3960.1348>.
- [24]. Saik, P., Falshtynskiy, V., Lozynskiy, V., Dychkovskiy, R., Berdnyk, M., and Cabana, E., (2023). Substantiating the operating parameters for an underground gas generator as a basic segment of the mining energy-chemical complex. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1156(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1156/1/012021>.
- [25]. Salom, A.T., and Kivinen, S., (2020). Closed and abandoned mines in Namibia: a critical review of environmental impacts and constraints to rehabilitation, *South African Geographical Journal*, 102:3, 389-405. <https://doi.org/10.1080/03736245.2019.1698450>.
- [26]. Siostrzonek, T., (2023). The Mine Shaft Energy Storage System-Implementation Threats and Opportunities. *Energies*, 16, 5615. <https://doi.org/10.3390/en16155615>.
- [27]. Smith, F.W., and Underwood, B., (2000). Mine closure: the environmental challenge, *Mining Technology*, 109:3, 202-209, <https://doi.org/10.1179/mnt.2000.109.3.202>.
- [28]. Smolinski, A., and Howaniec, N., (2020). Hydrogen energy, electrolyzers and fuel cells - The future of modern energy sector, *International Journal of Hydrogen Energy* 45(9). <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.11.076>.
- [29]. Tokarski, S., Magdziarczyk, M., and Smolinski, A. (2021). Risk management scenarios for investment program delays in the Polish power industry, *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en14165210>.
- [30]. Tokarski, S., Magdziarczyk, M., and Smolinski, A., (2024). An Analysis of Risks and Challenges to the Polish Power Industry in the Year 2024. *Energies*. 17(5):1044. <https://doi.org/10.3390/en17051044>.
- [31]. Villar, Y., Menéndez, M., Fernández, Z., and Bernardo, A., (2020). Sustainable earthworks: Optimization with the ICOM method. *Energy Reports*, Volume 6, Supplement 6, 404-419. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.08.060>.
- [32]. Wrona, P., (2017). The influence of climate change on CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentration near closed shaft - numerical simulations, *Archives of Mining Sciences*, 62, No. 3, pp. 639-652, <https://doi.org/10.1515/amsc-2017-0046>.



**r.pr. Wojciech Pawłuszko**

Pełnomocnik Zarządu ARP S.A. ds. Zgodności  
Biuro Prawne ARP S.A.

## Nowe unijne ramy prawne dla rozwoju infrastruktury wodorowej i rynków wodorowych

Rada UE 21 maja 2024 r. przyjęła rozporządzenie i dyrektywę ustanawiające wspólne zasady rynku wewnętrznego dla gazów odnawialnych i naturalnych oraz wodoru, a także regulacje w zakresie reformy obecnie obowiązujących przepisów UE dotyczących gazu. Nowe rozwiązania prawne to część pakietu legislacyjnego „Gotowi na 55” (Fit for 55) wdrażającego Europejski Zielony Ład. Mają one na celu aktualizację istniejącego rozporządzenia i dyrektywy w sprawie gazu przyjętych jeszcze w 2009 roku, które nie uwzględniały rozwoju gospodarki wodorowej.

### Nowe rozporządzenie i dyrektywa

Komisja Europejska zaprezentowała projekty rozporządzenia i dyrektywy 15 grudnia 2021 r. Po latach prac legislacyjnych finalne teksty obu aktów prawnych zostały przyjęte przez Parlament Europejski 11 kwietnia 2024 r., a Rada UE złożona z przedstawicieli rządów krajów członkowskich UE zaakceptowała je formalnie 21 maja 2024 r. Rozporządzenie zacznie obowiązywać bezpośrednio wszystkie kraje UE sześć miesięcy po jego opublikowaniu w dzienniku urzędowym UE, a w przypadku dyrektywy państwa członkowskie będą miały dwa lata na dostosowanie swojego krajowego ustawodawstwa do jej przepisów, licząc od dnia publikacji dyrektywy w dzienniku urzędowym UE.

### Zwiększenie udziału wodoru w systemie energetycznym

Nowe rozporządzenie ma przyczynić się do realizacji unijnego celu w postaci ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa dostaw i prawidłowego funkcjonowania rynków wewnętrznych gazu ziemnego i wodoru. Głównym celem rozporządzenia jest uzupełnienie dotychczasowych inicjatyw UE mających zachęcić do obniżenia emisyjności

gospodarki unijnej oraz zapewnienia jej utrzymania na drodze do neutralności klimatycznej do 2050 r. poprzez zapewnienie rozwoju rynku wodoru oraz efektywnego rynku gazu ziemnego. Unia określiła sposób modernizacji jej rynków energii, w tym w zakresie obniżenia emisyjności rynków gazu, w komunikatach Komisji – z 8 lipca 2020 r. pt. „Impuls dla gospodarki neutralnej dla klimatu: strategia UE dotycząca integracji systemu energetycznego” oraz pt. „Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu”, a także w rezolucji Parlamentu Europejskiego z 10 lipca 2020 r. w sprawie kompleksowego europejskiego podejścia do magazynowania energii. Ponadto celem rozporządzenia jest zwiększenie udziału gazu odnawialnego i niskoemisyjnego oraz wodoru w systemie energetycznym, umożliwiając odejście od kopalnego gazu ziemnego, a także umożliwienie gazowi odnawialnemu i niskoemisyjnemu oraz wodorowi odegrania ważnej roli w osiągnięciu celów klimatycznych Unii na 2030 r. oraz neutralności klimatycznej do 2050 r.

### Przejrzysty rynek wodoru

Rozporządzenie ustanawia niedyskryminacyjne zasady określające warunki dostępu do systemów gazu ziemnego i wodoru z uwzględnieniem specyfiki rynków

krajowych i regionalnych w celu zapewnienia właściwego funkcjonowania rynku wewnętrznego gazu ziemnego i rynku wewnętrznego wodoru. Ma też przyczynić się do elastyczności systemu energetycznego. Rozporządzenie ma również ułatwić powstanie i działanie właściwie funkcjonującego i przejrzystego rynku gazu ziemnego i rynku wodoru, charakteryzującego się wysokim poziomem bezpieczeństwa dostaw oraz zapewnić mechanizmy harmonizacji zasad dostępu do sieci dotyczących transgranicznej wymiany gazu ziemnego i wodoru.

### **Obowiązki informacyjne operatorów wodorowych**

Zgodnie z rozporządzeniem operatorzy sieci wodorowych będą oferować swoje usługi wszystkim użytkownikom bez dyskryminacji, na równoważnych warunkach umownych za te same usługi. Będą też regularnie oceniać zapotrzebowanie rynkowe na nowe inwestycje, biorąc pod uwagę bezpieczeństwo dostaw i efektywność końcowych zastosowań wodoru. Operatorzy sieci wodorowej będą podawać do wiadomości publicznej szczegółowe informacje dotyczące oferowanych przez nich usług i stosowanych warunków, wraz z informacjami technicznymi niezbędnymi użytkownikom sieci wodorowej do uzyskania skutecznego dostępu do sieci. Będą ujawniać również informacje dotyczące jakości wodoru transportowanego w ich sieciach, które mogłyby mieć wpływ na użytkowników sieci, oraz informacje dotyczące zapotrzebowania i popytu, w tym okresowe prognozy i informacje zarejestrowane. Co istotne, informacje będą musiały być podawane w sposób zrozumiały, wymiennie jasny, łatwo dostępny i niedyskryminacyjny. Ponadto rozporządzenie wskazuje, że w celu zapewnienia stosowania przejrzystych, obiektywnych i niedyskryminacyjnych taryf oraz w celu ułatwienia skutecznego wykorzystania sieci wodorowej, od 1 stycznia 2031 r. operatorzy sieci wodorowych lub odpowiednie organy regulacyjne (w Polsce Prezes URE) będą podawać do wiadomości publicznej

pełne informacje dotyczące podstaw, metod obliczania i struktury taryf.

Z kolei operatorzy terminali wodorowych oraz operatorzy instalacji magazynowania wodoru będą zobligowani oferować swoje usługi bez dyskryminacji wszystkim użytkownikom sieci odpowiadającym na zapotrzebowanie rynkowe; w szczególności w przypadku gdy operator terminalu wodorowego lub operator instalacji magazynowania wodoru oferuje te same usługi różnym odbiorcom, musi robić to na równoważnych warunkach umownych. Wskazani operatorzy będą musieli oferować usługi, które są zgodne z wykorzystywaniem wzajemnie połączonych systemów transportu gazu ziemnego i wodoru, a także ułatwiać dostęp poprzez współpracę z operatorem systemu przesyłowego lub operatorem sieci wodorowej. Będą też podawać do wiadomości publicznej dane o wykorzystywaniu i dostępności usług, w terminach zgodnych z rozsądnymi potrzebami handlowymi użytkowników terminali wodorowych lub instalacji magazynowania wodoru.

### **Europejska sieć operatorów sieci wodorowych**

Rozporządzenie przewiduje, że powstanie niezależna europejska sieć operatorów sieci wodorowych (ENNO-H). ENNO-H ma promować rozwój i właściwe funkcjonowanie rynku wewnętrznego wodoru i handel transgraniczny. Ma też zapewnić optymalne zarządzanie europejską siecią przesyłową wodorową, jej skoordynowaną eksploatację oraz solidny rozwój techniczny. Sieć będzie współpracować z europejską siecią operatorów systemów przesyłowych gazu (ENTSO-G) i siecią operatorów systemów przesyłowych energii elektrycznej (ENTSO-E) w ramach określania synergii i wspierania integracji systemów między nośnikami energii, aby ułatwić ogólną efektywność systemu energetycznego. ENNO-H ma działać z myślą o ustanowieniu właściwie funkcjonującego i zintegrowanego rynku wewnętrznego wodoru oraz przyczyniać się

do efektywnego i trwałego osiągnięcia celów określonych w ramach unijnej polityki klimatyczno-energetycznej, w szczególności poprzez wkład w efektywną integrację wodoru wytwarzanego z odnawialnych źródeł energii oraz w zwiększanie poziomu efektywności energetycznej, przy jednoczesnym utrzymaniu bezpieczeństwa systemu wodorowego.

### **10-letni Plan rozwoju sieci wodorowej o zasięgu unijnym**

Na mocy rozporządzenia ENNO-H co dwa lata będzie przyjmować i publikować niewiążący 10-letni plan rozwoju sieci wodorowej o zasięgu unijnym obejmujący europejską prognozę dotyczącą dostaw (pierwszy plan autorstwa organizacji ma być gotowy na 2028 r.). Plan obejmie modelowanie zintegrowanej sieci wodorowej, opracowywanie scenariuszy, europejską prognozę dotyczącą dostaw oraz ocenę odporności systemu na awarie. Będzie bazował na planach rozwoju krajowych sieci przesyłowych wodorowych. Określi też luki inwestycyjne, w szczególności w odniesieniu do niezbędnych zdolności transgranicznych, aby zrealizować priorytetowe korytarze wodoru i elektrolizerów. Opcjonalnie do planu może zostać załączony przegląd barier hamujących wzrost transgranicznej zdolności sieci wynikających z różnych procedur lub praktyk zatwierdzania. W stosownych przypadkach takiemu przeglądowi może towarzyszyć kompleksowy plan usuwania barier i przyspieszenia realizacji priorytetowych korytarzy wodoru i elektrolizerów. Natomiast unijna Agencja ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki (ACER) z siedzibą w Lublanie będzie opiniować krajowe plany rozwoju sieci przesyłowych wodorowych, aby w stosownych przypadkach ocenić ich spójność z 10-letnim planem rozwoju sieci wodorowej o zasięgu unijnym.

Niemniej, w okresie przejściowym do 1 stycznia 2027 r. to ENTSO-G opracowuje plan rozwoju sieci wodo-

rowej o zasięgu unijnym na 2026 r., przy pełnym zaangażowaniu operatorów sieci przesyłowych wodorowych oraz we współpracy z ENNO-H gdy tylko zostanie ustanowiona. Plan rozwoju sieci wodorowej o zasięgu unijnym na 2026 r. będzie się składać z dwóch odrębnych rozdziałów dotyczących odpowiednio wodoru i gazu ziemnego. Do 1 stycznia 2027 r. ENTSO-G niezwłocznie przekaże ENNO-H wszystkie informacje, w tym dane i analizy zebrane podczas przygotowywania planów rozwoju sieci wodorowej o zasięgu unijnym.

ENNO-H będzie też przyjmować roczną prognozę dostaw wodoru obejmującą państwa członkowskie, w których wódór jest wykorzystywany do wytwarzania energii elektrycznej. Do 15 maja 2026 r., a następnie co dwa lata ENNO-H będzie przyjmować sprawozdanie z monitorowania jakości wodoru, w tym zmian i prognoz dotyczących oczekiwanego rozwoju parametrów jakości wodoru, a także informacje dotyczące przypadków związanych z różnicami w specyfikacjach jakości wodoru i sposobu rozstrzygania takich przypadków.

### **Kodeksy sieci**

Operatorzy będą musieli opracować kodeksy sieci dotyczące alokacji zdolności przesyłowych dla sieci przesyłowych wodorowych. Komisja Europejska ustanowi też kodeksy sieci w obszarze efektywności energetycznej sieci wodorowych i ich komponentów, a także efektywności energetycznej w odniesieniu do planowania sieci i inwestycji umożliwiających najbardziej efektywne energetycznie rozwiązanie z perspektywy systemu. Dodatkowo kodeks sieci zostanie ustanowiony w obszarze zasad dotyczących interoperacyjności sieci wodorowej, w tym w zakresie umów dotyczących wzajemnych połączeń, jednostek, wymiany danych, przejrzystości, komunikacji, przepisów dotyczących informacji i współpracy między odpowiednimi uczestnikami rynku, a także jakości wodoru, w tym wspólnych specyfikacji w punktach po-

łączeń międzysystemowych i normalizacji, nawaniania, analiz kosztów i korzyści służących usunięciu ograniczeń w przepływie transgranicznym wynikających z różnic w jakości wodoru oraz sprawozdawczości w zakresie jakości wodoru.

### **Wspólne zakupy gazu**

Rozporządzenie reguluje również procedurę wspólnych zakupów gazu ziemnego przez kraje członkowskie UE za pośrednictwem Komisji Europejskiej, na którą rozporządzenie nakłada szereg obowiązków, w tym sprawozdawczych wobec Parlamentu Europejskiego. Komisję będzie wspierała Rada Sterująca, która będzie złożona z przedstawicieli państw członkowskich i jednego przedstawiciela Komisji.

### **Mechanizmy wsparcia rozwoju rynku wodoru**

Rozporządzenie obejmuje też przepisy w sprawie mechanizmu wsparcia rozwoju rynku wodoru. Komisja Europejska będzie mogła ustanowić taki mechanizm obejmujący elementy do wdrożenia w ramach działań Europejskiego Banku Wodoru. Komisja będzie mogła zawrzeć umowę z odpowiednim dostawcą usług, aby wdrożyć następujące z nich:

- zbieranie i przetwarzanie danych rynkowych dotyczących, np. dostępności infrastruktury lub rozwoju przepływów i cen wodoru, aby zwiększyć przejrzystość rozwoju rynku wodoru;
- zbieranie danych i ocena zapotrzebowania u odbiorców;
- zbieranie od dostawców ofert dotyczących wodoru;
- dostęp dostawców i odbiorców do odpowiednich i niezbędnych informacji, pod warunkiem że wyrażą na to zgodę oraz zgodnie z unijnymi przepisami dotyczącymi konkurencji.

Powyższy dobrowolny mechanizm będzie można wprowadzić do 31 grudnia 2029 r. Komisja przedłoży

Parlamentowi Europejskiemu i Radzie sprawozdanie oceniające jego skuteczność, w tym w szczególności Komisja oceni wkład tego mechanizmu w rozwój rynku wodoru w Unii. Co istotne udział w mechanizmie wsparcia rozwoju rynku wodoru musi być otwarty na niedyskryminacyjnych zasadach dla przedsiębiorstw wodorowych i przedsiębiorstw zużywających wodór z siedzibą w Unii.

Rozporządzenie zawiera też przepisy dotyczące transgranicznej koordynacji w odniesieniu do jakości wodoru. Operatorzy sieci przesyłowych wodorowych będą mieli obowiązek współpracy, aby uniknąć ograniczeń w przepływach transgranicznych wodoru wynikających z różnic w jego jakości oraz spełnienia wymogów w zakresie jakości dotyczących różnych zastosowań końcowych zgodnie z mającymi zastosowanie normami jakości wodoru. Z kolei operatorzy sieci dystrybucyjnych wodorowych będą mieli obowiązek współpracy z innymi operatorami sieci dystrybucyjnych wodorowych i operatorami sieci przesyłowych wodorowych, aby koordynować konserwację, rozwój sieci wodorowej, nowe połączenia, likwidację i eksploatację systemu wodorowego, zapewnić integralność systemu wodorowego, z myślą o zmaksymalizowaniu zdolności i zminimalizowaniu zużycia energii dla potrzeb eksploatacji systemu wodorowego.

### **Wspólne ramy dekarbonizacji rynku wodoru**

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wspólnych zasad rynków wewnętrznych gazu odnawialnego, gazu ziemnego i wodoru ustanawia wspólne ramy dekarbonizacji rynków gazu ziemnego i wodoru. Ma przyczynić się do osiągnięcia unijnych celów w zakresie klimatu i energii. Dyrektywa ustanawia też wspólne zasady dotyczące transportu, dostaw i magazynowania wodoru z wykorzystaniem systemu wodorowego. Ustanawia zasady dotyczące organizacji i funkcjonowania tego sektora, dostępu do rynku, kryteriów i procedur mających zastosowanie do udzielania zezwoleń dla sieci, na dosta-

wy i magazynowanie wodoru oraz na eksploatację tego systemu. Wreszcie dyrektywa ustanawia zasady dotyczące stopniowego tworzenia ogólnounijnego wzajemnie połączonego systemu wodorowego.

### **Kluczowe pojęcia dla rynku wodoru**

Dyrektywa definiuje szereg pojęć istotnych dla tworzenia rynku wodoru, w tym system wodorowy, instalację magazynowania wodoru, operatora magazynowania wodoru, pojemność akumulacyjną sieci wodorowych, terminal wodorowy, operatora terminalu wodorowego, jakość wodoru, wodór niskoemisyjny, sieć wodorowa, transport wodoru, sieć przesyłową i dystrybucyjną wodorową, operatora sieci wodorowej, operatora sieci przesyłowej i dystrybucyjnej wodorowej, wodorowego połączenia wzajemnego czy przedsiębiorstwa wodorowego. Przez to ostatnie pojęcie dyrektywa rozumie osobę fizyczną lub prawną, która prowadzi co najmniej jeden z następujących rodzajów działalności: produkcja, transport, dostawa, zakup lub magazynowanie wodoru lub eksploatacja terminalu wodorowego, i która jest odpowiedzialna za zadania handlowe, techniczne lub w zakresie obsługi technicznej dotyczące tych rodzajów działalności, z wyłączeniem odbiorców końcowych. Wszystkie te pojęcia będą musiały zostać przeniesione do polskiej ustawy - Prawo energetyczne.

### **Konkurencyjne rynki wodoru – nowe obowiązki dla państw członkowskich**

Zgodnie z dyrektywą państwa członkowskie będą musiały zapewnić, aby wszyscy odbiorcy mieli swobodę zakupu wodoru od wybranego przez nich dostawcy oraz zapewnić wszystkim odbiorcom swobodę zawarcia więcej niż jednej umowy na dostawy wodoru jednocześnie, pod warunkiem, że są utworzone wymagane przyłączenia i punkty pomiarowe. Ponadto krajowe porządki prawne państw członkowskich nie będą mogły utrudniać bezza-

radnie transgranicznego handlu wodorem, funkcjonowania i powstawania płynnego obrotu wodorem, udziału konsumentów, inwestycji, w szczególności w gaz odnawialny i gaz niskoemisyjny, lub magazynowania energii między państwami członkowskimi, oraz by ceny wodoru odzwierciedlały rzeczywisty poziom zapotrzebowania i dostaw. Na krajowych rynkach wewnętrznych wodoru nie będą mogły istnieć żadne nieuzasadnione przeszkody w zakresie wchodzenia na rynek, opuszczania go, prowadzenia obrotu i prowadzenia działalności.

Państwa członkowskie i organy regulacyjne będą musiały zapewnić, aby przedsiębiorstwa energetyczne podlegały przejrzystym, proporcjonalnym i wolnym od dyskryminacji przepisom, opłatom i zasadom traktowania, w szczególności w odniesieniu do przyłączenia do sieci, dostępu do rynków hurtowych, dostępu do danych, procedur zmiany dostawcy oraz systemów rozliczeń, a w stosownych przypadkach udzielania koncesji. Natomiast uczestnicy rynku z państw trzecich działający na rynkach wewnętrznych wodoru będą musieli przestrzegać mającego zastosowanie prawa Unii i prawa krajowego, w tym odnoszącego się do środowiska i bezpieczeństwa. Co istotne, państwa członkowskie będą miały obowiązek zapewnić ukierunkowane na odbiorcę i efektywne energetycznie podejście na rynku wodoru. Wykorzystanie wodoru będzie musiało być ukierunkowane na odbiorców w sektorach trudnych do dekarbonizacji o wysokim potencjale redukcji emisji gazów cieplarnianych, w przypadku gdy nie są dostępne żadne bardziej energooszczędne i racjonalne pod względem kosztów rozwiązania.

Dostawcom ma przysługiwać swoboda w ustalaniu ceny, po jakiej dostarczają wodór odbiorcom. Z kolei na mocy dyrektywy państwa członkowskie będą musiały podjąć odpowiednie działania regulacyjne w celu zapewnienia skutecznej konkurencji między dostawcami oraz zapewnić przystępne ceny dla odbiorców końcowych. Opierając się na swojej strukturze organizacyjnej i z nale-

żyтым uwzględnieniem zasady pomocniczości, będą musiały też zapewnić działanie przedsiębiorstw wodorowych zgodnie z zasadami dyrektywy, mając na celu stworzenie konkurencyjnego, bezpiecznego i zrównoważonego pod względem środowiskowym rynku wodoru. Państwa członkowskie nie będą też mogły dyskryminować tych przedsiębiorstw pod względem ich praw lub obowiązków. Niemniej, będą mogły w ogólnym interesie gospodarczym nałożyć na przedsiębiorstwa wodorowe obowiązki użyteczności publicznej, które mogą odnosić się do bezpieczeństwa, w tym również do bezpieczeństwa dostaw, regularności i jakości dostaw: ochrony środowiska, w tym również do wydajności energetycznej: produkcji energii ze źródeł odnawialnych i ochrony klimatu.

### **Zasady przyznawania koncesji**

Dyrektywa obejmuje też warunki, zgodnie z którymi mają być regulowane procedury udzielania koncesji na prowadzenie działalności wodorowej: muszą one przewidywać jawne obiektywne i niedyskryminacyjne kryteria oraz uwzględniać w stosownych przypadkach znaczenie projektu dla rynku wewnętrznego wodoru. Nie mogą też trwać dłużej niż dwa lata, z uwzględnieniem wszystkich odpowiednich procedur właściwych organów. Jeżeli jest to należycie uzasadnione ze względu na wystąpienie nadzwyczajnych okoliczności, będzie można przedłużyć ten okres maksymalnie o rok.

### **Ochrona konsumentów**

Dyrektywa zawiera też przepisy dotyczące wzmocnienia pozycji i ochrony konsumentów zainteresowanych zakupem wodoru. Reguluje podstawowe prawa wynikające z umowy pomiędzy dostawcami i odbiorcami końcowymi, w tym wymienia obowiązkowe elementy umowy. Dyrektywa wprost przesądza, że warunki kontraktu muszą być uczciwe i znane z góry, w jasnym i jednoznacznym języku przyjaznym dla konsumenta. Odbiorcy końcowi mają

otrzymywać jedno streszczenie kluczowych warunków umowy w przystępnej i zwięzłej formie, zredagowane prostym językiem. Dostawcy będą musieli zapewnić odbiorcom końcowym przejrzyste informacje o mających zastosowanie cenach, taryfach i standardowych warunkach dotyczących dostępu do usług i korzystania z usług dotyczących wodoru, w szczególności informacje na temat tego, czy cena jest stała czy zmienna oraz, w stosownych przypadkach, na temat promocji i zniżek. Dostawcy będą musieli wskazać odbiorcom końcowym kluczowe informacje umowne. Odbiorcy końcowi będą mieli prawo do dobrej jakości usług oraz do rozpatrywania skarg przez ich dostawców. Dostawcy będą musieli rozpatrywać skargi w prosty, sprawiedliwy i szybki sposób.

### **Dostęp stron trzecich do infrastruktury wodorowej**

Dyrektywa zawiera przepisy regulujące dostęp stron trzecich do sieci wodorowych. Państwa członkowskie będą musiały zapewnić wdrożenie systemu regulowanego dostępu stron trzecich do sieci i terminali wodorowych opartego na opublikowanych taryfach zatwierdzonych przez organ regulacyjny, mającego zastosowanie w sposób obiektywny i bez dyskryminacji między użytkownikami sieci wodorowych. Do 31 grudnia 2032 r. państwa członkowskie będą mogły zdecydować o niestosowaniu wskazanego systemu, ale w takim przypadku państwo członkowskie będzie musiało wdrożyć system negocjowanego dostępu stron trzecich do sieci wodorowych zgodnie z obiektywnymi, przejrzystymi i niedyskryminacyjnymi kryteriami. Organy regulacyjne z kolei przyjmą niezbędne środki w celu umożliwienia użytkownikom sieci wodorowych negocjowania dostępu do sieci wodorowych oraz w celu zapewnienia, by strony były zobowiązane do negocjowania dostępu do sieci wodorowych w dobrej wierze. W dyrektywie znajdują się też przepisy dotyczące dostępu do terminali wodorowych i magazynów wodoru.

### Zadania operatorów wodorowych

Każdy operator sieci, magazynów lub terminali wodorowych będzie odpowiedzialny za eksploatację, utrzymywanie oraz rozwój, w tym przekształcenie – w warunkach opłacalności ekonomicznej – bezpiecznej i niezawodnej infrastruktury transportu lub magazynowania wodoru z należyтым uwzględnieniem środowiska, w ścisłej współpracy z operatorami przyłączonych lub sąsiednich sieci wodorowych z myślą o optymalizacji wspólnej lokalizacji produkcji i wykorzystania wodoru oraz na podstawie dziesięcioletniego planu rozwoju sieci. Operatorzy będą też odpowiedzialni za zapewnienie długoterminowej zdolności systemu wodorowego do zaspokojenia uzasadnionych potrzeb zidentyfikowanych w zakresie transportu i magazynowania wodoru zgodnie z dziesięcioletnim planem rozwoju sieci, zapewnienie odpowiednich środków w celu spełniania swoich obowiązków, dostarczanie operatorowi innych sieci lub systemów, z którymi jego system jest wzajemnie połączony, informacji, w tym na temat jakości wodoru, wystarczających do zapewnienia bezpiecznego i wydajnego działania, skoordynowanego rozwoju oraz interoperacyjności wzajemnie połączonego systemu. Wśród zadań operatorów znajdzie się też powstrzymanie się od stosowania dyskryminacji wobec użytkowników systemu wodorowego lub kategorii użytkowników infrastruktury, w szczególności na korzyść powiązanych z nim przedsiębiorstw, jak również dostarczanie użytkownikom systemu wodorowego informacji niezbędnych do skutecznego dostępu do infrastruktury i stosowanie wszelkich dostępnych rozsądnych środków w celu zapobiegania emisjom wodoru i ich minimalizacji w swojej działalności oraz wykonywanie regularnych kontroli wykrywania nieszczelności i badań dotyczących napraw wszystkich istotnych komponentów wchodzących w zakres odpowiedzialności operatora. Operatorzy będą też odpowiedzialni za przekazywanie właściwym organom spr-

wozдания z kontroli wykrywania nieszczelności i, w razie potrzeby, programu napraw lub wymiany komponentów oraz coroczne podawanie do wiadomości publicznej informacji statystycznych na temat wykrywania nieszczelności i napraw.

### Plany rozwoju sieci wodorowych

Co najmniej co dwa lata wszyscy operatorzy systemów przesyłowych i operatorzy sieci przesyłowych wodorowych będą przedstawiać właściwemu organowi regulacyjnemu 10-letni plan rozwoju sieci oparty na istniejącej i prognozowanej podaży oraz istniejącym i prognozowanym popycie, po konsultacji ze wszystkimi właściwymi zainteresowanymi stronami. Operatorzy sieci przesyłowych wodorowych, w stosownych przypadkach, będą zobowiązani ściśle współpracować z operatorami systemów przesyłowych energii elektrycznej i operatorami systemów dystrybucyjnych energii elektrycznej z myślą o koordynacji wspólnych wymogów dotyczących infrastruktury, takich jak lokalizacja elektrolizerów i odpowiedniej infrastruktury przesyłowej, oraz w jak największym stopniu uwzględniają opinie tych operatorów. Plany rozwoju sieci będą publikowane i dostępne na stronie internetowej wraz z wynikami konsultacji z zainteresowanymi stronami, a sama strona internetowa będzie musiała być regularnie aktualizowana w celu zapewnienia, aby wszystkie zainteresowane strony były informowane o terminach, sposobie i zakresie konsultacji.

Plan będzie zawierać kompleksowe i szczegółowe informacje o najważniejszej infrastrukturze, którą należy zbudować lub zmodernizować w ciągu następnych dziesięciu lat, z uwzględnieniem wszelkiego wzmocnienia infrastruktury niezbędnego do przyłączenia instalacji gazów odnawialnych i gazów niskoemisyjnych oraz z uwzględnieniem infrastruktury, która powstała w celu umożliwienia przepływów zwrotnych do sieci przesyłowej. Obejmie też

informacje na temat wszelkich inwestycji, o których już zdecydowano i określi nowe inwestycje oraz rozwiązania po stronie popytu niewymagające nowych inwestycji w infrastrukturę, które muszą być zrealizowane w ciągu najbliższych trzech lat.

Operatorzy dystrybucyjnych sieci wodorowych co cztery lata przekazują organowi regulacyjnemu plan przedstawiający infrastrukturę sieci wodorowych, którą zamierzają rozwijać. Plan ten będzie opracowywany w ścisłej współpracy z operatorami systemów dystrybucyjnych w odniesieniu do gazu ziemnego i energii elektrycznej, a także, w stosownych przypadkach, z operatorami systemów ciepłowniczych i chłodniczych, w celu zapewnienia skutecznej integracji systemu energetycznego i przy uwzględnieniu w jak największym stopniu opinii wyrażonych przez tych operatorów. Państwa członkowskie mogą zezwolić operatorom dystrybucyjnych sieci wodorowych – i operatorom systemów dystrybucyjnych – którzy prowadzą działalność w tym samym regionie, na opracowanie wspólnego planu. Plan rozwoju dystrybucyjnej sieci wodorowej będzie musiał obejmować informacje na temat potrzeb w zakresie zdolności, zarówno pod względem wolumenu, jak i czasu, wynegocjowanych między użytkownikami dystrybucyjnych sieci wodorowych a operatorami dystrybucyjnych sieci wodorowych, na temat dostaw wodoru oraz na temat potrzeb w zakresie zdolności, zarówno pod względem wolumenu, jak i czasu, istniejących i potencjalnych przyszłych odbiorców końcowych, którym trudno jest obniżyć emisje, z uwzględnieniem potencjału redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz efektywności energetycznej i racjonalności pod względem kosztów w odniesieniu do innych wariantów oraz lokalizacji tych odbiorców końcowych z myślą o ukierunkowaniu stosowania wodoru odnawialnego i niskoemisyjnego w tych sektorach.

### **Podsumowanie**

Nowe unijne regulacje wodorowe tworzą kompleksowe ramy prawne niezbędne dla rozwoju gospodarki wodorowej w UE, która ma być jednym z filarów dekarbonizacji Unii. Wdrożenie nowej dyrektywy nie powinno stanowić większego problemu dla krajów członkowskich z uwagi na podobieństwo nowych przepisów do obowiązujących regulacji gazowych. Przewidywalne ramy prawne powinny przyczynić się do poprawy warunków inwestycyjnych i przyspieszenia budowy infrastruktury wodorowej, która pochłonie wiele miliardów euro i stanowi szansę dla przedsiębiorstw budowlanych na nowe wieloletnie projekty. ■



**r.pr. Wojciech Pawłuszko**

Pełnomocnik Zarządu ARP S.A. ds. Zgodności  
Biuro Prawne ARP S.A.

## Komisja Europejska chce zwiększyć liczbę dolin wodorowych

Z wielomiesięcznym opóźnieniem 24 czerwca 2024 r. Komisja Europejska opublikowała dokument roboczy swoich służb pt. „W kierunku planu działania na rzecz przyspieszenia wdrażania dolin wodorowych w Europie: wyzwania i możliwości”. Jego powstanie było efektem konsultacji Komisji z interesariuszami z całej UE, w tym z Agencji Rozwoju Przemysłu S.A., trwających od lipca do września 2023 r. pod hasłem „Zwiększanie potencjału energetycznego UE dzięki dolinom wodorowym (plan działania)”. W planie działania przedstawiono strategiczne priorytety i kroki niezbędne do osiągnięcia celu zawartego w planie REPowerEU, jakim jest podwojenie liczby dolin wodorowych w UE do 2025 r.

W opublikowanym dokumencie roboczym KE podsumowano dotychczasowe osiągnięcia oraz przedstawiono strategiczne priorytety i działania wdrażane w celu budowy lub uruchomienia w UE co najmniej 50 dolin wodorowych do 2030 r. Dokument obejmuje też odniesienia do kluczowych dokumentów strategicznych w obszarze transformacji energetycznej UE, takich jak komunikat KE pt. „Europejski Zielony Ład” opublikowany 11 grudnia 2019 r., unijna „Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu” opublikowana 8 lipca 2020 r. czy Plan REPowerEU opublikowany 18 maja 2022 r.

KE ocenia, że odnawialny wodór jest kluczowym filarem zielonej transformacji energetycznej w UE. Ma zastąpić gaz ziemny, węgiel i ropę naftową w trudnych do dekarbonizacji gałęziach przemysłu i niektórych zastosowaniach transportowych. Zauważa też, że doliny wodorowe oraz lokalne klastry przemysłowe lub transportowe, w których podaż odnawialnego wodoru odpowiada na lokalny popyt, są podstawą i budulcem rentownej europejskiej gospodarki wodorowej. W zaprezentowanym dokumencie doliny są definiowane jako obszary geograficz-

ne- miasto, region, wyspa lub klaster przemysłowy- gdzie kilka zastosowań wodoru, nowych i/lub istniejących, jest połączonych w zintegrowany ekosystem wodorowy, który zużywa znaczną ilość wodoru. Projekty te powinny obejmować cały łańcuch wartości: produkcję, magazynowanie, dystrybucję i wiele zastosowań końcowych. Wspólną cechą tych projektów jest możliwość zademonstrowania uzasadnienia biznesowego dla różnych zastosowań wodoru odnawialnego, a także przyczynienie się do szerszej akceptacji technologii wodorowych.

Doliny wodorowe są wskazywane przez KE jako kluczowy przykład, jeśli chodzi o sojusze przemysłowe i symbiotyczne klastry przemysłowe w UE i jej sąsiedztwie. Komisja wskazuje, że powodem, dla którego doliny wodorowe stanowią trzon ambitnego programu UE w zakresie wodoru odnawialnego, jest fakt, że w wyjątkowy sposób łączą one produkcję, magazynowanie, dystrybucję i końcowe wykorzystanie wodoru, co przekłada się na w pełni funkcjonujące i zrównoważone lokalne lub regionalne łańcuchy wartości. Mogą one wspierać pracowników i społeczności obecnie uzależnione od gałęzi przemysłu, których znaczenie spada. Co więcej, doliny wodorowe

tworzą ekosystemy, w których wyniki badań i innowacji mogą zostać zademonstrowane i od razu znaleźć zastosowanie przemysłowe, prowadząc do dalszych postępów w sektorze wodoru. Doliny wodorowe mogą być zatem kluczowymi elementami w rozwoju rynku wodoru i silnym instrumentem pokazującym firmom, władzom publicznym i obywatelom, jak integracja wodoru działa na poziomie lokalnym.

**Według KE cechy charakterystyczne dolin wodorowych to zazwyczaj:**

**A – Duża skala:** Zakres projektu wykracza poza zwykłe działania demonstracyjne. Przyczynia się do budowania czystej transformacji energetycznej i dekarbonizacji sektorów przemysłowych. Projekt ma długoterminową perspektywę, a system jest zrównoważony. Wiąże się zatem z co najmniej dwucyfrową inwestycją o wartości wielu milionów euro. Zazwyczaj obejmuje kilka podprojektów, które składają się na większy „portfel” doliny.

**B – Jasno określony zakres geograficzny:** Doliny wodorowe to ekosystemy wodorowe obejmujące określony obszar geograficzny. Ich zasięg może wahać się od lokalnego lub regionalnego do określonego regionu krajowego lub międzynarodowego.

**C – Obejmują wiele etapów wodorowego łańcucha wartości:** Etapy te obejmują produkcję wodoru (a często nawet dedykowaną produkcję energii odnawialnej), a następnie magazynowanie wodoru i dystrybucję do odbiorców za pośrednictwem różnych środków transportu.

**D – Dostawy do różnych sektorów końcowych:** Doliny wodorowe zazwyczaj prezentują wszechstronność wodoru, idealnie zaopatrując kilka trudnych do zlikwidowania sektorów w swojej geografii, takich jak mobilność, przemysł i energia końcowa. Doliny wodorowe to ekosystemy lub klastry, w których różne zastosowania końcowe korzystają ze wspólnej infrastruktury dostaw wodoru.

**W dokumencie KE zostały też przedstawione fazy tworzenia doliny wodorowej:**

**Faza 1 – Opracowanie koncepcji projektu:** W tej fazie zespół ds. rozwoju projektu opracowuje wizję dla konkretnego regionu i gromadzi różnych interesariuszy w celu bardziej szczegółowego zdefiniowania doliny wodorowej i wypracowania zobowiązań interesariuszy do wyprowadzenia doliny wodorowej poza „ideę projektu”.

**Faza 2 – Trwa studium wykonalności:** Konsorcjum interesariuszy przekształca wstępną koncepcję w plan doliny wodorowej, w którym szczegółowo opisano wszystkie elementy związane z produkcją, dystrybucją i magazynowaniem wodoru oraz potencjalnymi użytkownikami końcowymi. Podaż i popyt są zrównoważone, co prowadzi do stworzenia biznesplanu o solidnych podstawach. Pod koniec tej fazy zespół projektowy dostarcza konkretne plany inżynierskie i finansowy plan inwestycyjny.

**Etap 3 – Przed podjęciem ostatecznej decyzji inwestycyjnej:** Na tym etapie zespół ds. rozwoju projektu rozpocznie procedury wydawania pozwoleń i będzie dążył do zamknięcia finansowego. Pod koniec tego etapu odpowiednie zainteresowane strony i inwestorzy podejmą finalną decyzję inwestycyjną („FDI”). Ważne jest, aby władze lokalne wspierające decyzję oparły ją na swojej regionalnej wizji transformacji w zakresie czystej energii.

**Etap 4 – Po FID:** Na tym etapie wstępne plany inżynierskie są przekształcane w ostateczne plany inżynierskie, a deweloperzy projektu zabezpieczają niezbędne pozwolenia, a także zasoby finansowe (w tym finansowanie publiczne i prywatne).

**Faza 5 – W trakcie budowy:** Po zabezpieczeniu pozwoleń i środków finansowych zespół projektowy rozpocznie budowę różnych elementów doliny wodorowej w danym regionie.

**Faza 6 – Operacyjna:** W tym momencie wszystkie elementy budowlane zostały ukończone, a dolina wodorowa zaczyna działać.

Komisja Europejska wskazuje, że aby przyspieszyć rozwój dolin wodorowych, potrzebne są znaczne inwe-

stycje w badania i innowacje, a także wspólny wysiłek publiczny i prywatny. Obecny program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji „Horyzont Europa” wspiera Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Czystego Wodoru (Clean Hydrogen Joint Undertaking) kwotą 1 mld EUR (2021-2027), której towarzyszy taka sama kwota ze strony przemysłu i partnerów badawczych. Ponadto w ramach Planu REPowerEU Komisja przeznaczyła dodatkowe 200 mln euro na podwojenie liczby dolin wodorowych w UE do 2025 r. Na podstawie zaproszeń do składania wniosków w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia na rzecz Czystego Wodoru poświęconego dolinom wodorowym wsparcie otrzymało dotychczas 17 projektów o łącznym budżecie 262 mln euro, a w przyszłości są planowane dodatkowe działania w oparciu o finansowanie udostępnione głównie przez REPowerEU.

KE wskazała w dokumencie pięciu bloków działań, by do 2030 r. w UE powstało lub działało co najmniej 50 dolin wodorowych:

### **1) Badania i rozwój**

Ważne będzie stymulowanie wykorzystania wyników badań w projektach demonstracyjnych dolin wodorowych w celu osiągnięcia efektywności kosztowej i poprawy działania z uwzględnieniem bezpieczeństwa i ochrony środowiska. W ocenie KE bardziej skoordynowane ramy badań i innowacji pomogą w rozwoju dolin wodorowych. Grupa robocza ds. wdrażania strategicznego planu w dziedzinie technologii energetycznych w zakresie wodoru ma pomóc zapewnić optymalne dostosowanie inicjatyw unijnych, krajowych i regionalnych, wykorzystując i rozszerzając istniejącą infrastrukturę badawczą i technologiczną. W dokumencie są też wskazane konkretne inicjatywy w zakresie współpracy badawczej przy wykorzystaniu różnych branżowych grup roboczych, organizacji i instytucji unijnych. Komisja ocenia, że dolinom wodorowym pomogłoby wykorzystanie narzędzi cyfrowych i platform wiedzy w celu wsparcia projekto-

wania projektów lub przyspieszenia wymiany wiedzy, dostępu do danych i kojarzenia. Biorąc pod uwagę różne fazy rozwoju dolin wodorowych, może być potrzebne tzw. wsparcie w rozwoju projektu (Project Development Assistance) dla menadżerów odpowiedzialnych za tworzenie nowych dolin wodorowych.

Komisja przewiduje utworzenie tzw. „Instrumentu na rzecz Dolin Wodorowych” („Hydrogen Valley Facility”), którego celem będzie przyspieszenie powstawania dolin wodorowych w Europie. Instrument, finansowany w ramach programu Horyzont Europa i wdrażany przez Wspólne Przedsięwzięcie na rzecz Czystego Wodoru, będzie obejmował pomoc w opracowywaniu projektów w celu wspierania dolin wodorowych na różnych poziomach dojrzałości.

Komisja ocenia, że aby zmaksymalizować możliwości inwestycyjne w zakresie dalszego zwiększania skali i wdrażania dolin wodorowych w UE, synergie między różnymi programami wsparcia innowacji mogłyby być dalej wzmacniane wzdłuż trzech głównych osi:

1. Kontynuowanie współpracy w zakresie synergii między partnerstwami lub misjami programu „Horyzont Europa” poprzez wspólne kształtowanie odpowiednich tematów lub umożliwienie wymiany danych między projektami w ramach partnerstw.
2. Działania w zakresie współpracy z poziomem krajowym i regionalnym.
3. Konkretnie działania w zakresie pomocy w opracowywaniu projektów dla dolin wodorowych.

Dzięki temu doliny wodorowe zostaną włączone do regionalnych, krajowych i unijnych programów inwestycyjnych, takich jak Fundusz Innowacji, Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego oraz Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności. Ponadto jest opracowywany również „punkt kompleksowej obsługi” dla zaproszeń do

składania wniosków dotyczących wodoru, aby pomóc wnioskodawcom w znalezieniu odpowiednich źródeł finansowania publicznego.

## **2) Ramy regulacyjne**

Komisja podkreśla, że kilka wyzwań, które zostały podniesione przez interesariuszy w czasie konsultacji treści dokumentu roboczego, zostało od tego czasu uwzględnionych w prawodawstwie UE, które zostało przyjęte lub zaproponowane. Chodzi m.in. o rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia ram środków na rzecz wzmocnienia europejskiego ekosystemu produkcji technologii neutralnych emisyjnie (NZIA), dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (tzw. dyrektywa RED II) oraz projektowaną dyrektywę RED III.

## **3) Przyciąganie inwestycji i finansowania**

W ramach unijnych programów ramowych w zakresie badań naukowych i innowacji na lata 2007-2023 przeznaczono łącznie 2,9 mld euro na 776 projektów dotyczących zagadnień związanych z wodorem. W 2024 r. UE wydała do tej pory 308 mln euro na wsparcie 19 dolin wodorowych. Pomimo dużych funduszy na badania i innowacje, nadal potrzebne są znaczne inwestycje w celu tworzenia dolin wodorowych. Oczekuje się, że projekty zmobilizują dodatkowe inwestycje prywatne i publiczne w wysokości co najmniej pięciokrotnie przewyższającej kwotę finansowania zapewnionego przez UE. W większości przypadków potrzebny kapitał jest znacznie wyższy. Jednym z narzędzi wspierania inwestycji jest Europejski Bank Wodoru, który już rozpoczął działalność. Ma na celu odblokowanie inwestycji w łańcuchy wartości wodoru w UE i krajach trzecich poprzez połączenie podaży wodoru odnawialnego z pojawiającym się popytem ze strony europejskich odbiorców, a tym samym ustanowienie bazowego rynku wodoru

odnawialnego. Pierwsza aukcja została uruchomiona jesienią 2023 roku. Siedem projektów w całej UE otrzyma łącznie 720 mln euro w formie stałej premii za każdy kilogram wodoru odnawialnego wyprodukowanego w okresie 10 lat. Dodatkowe 2,2 mld euro zarezerwowano na drugą aukcję w drugiej połowie 2024 roku. Szereg państw członkowskich korzysta też z Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności w celu wsparcia budowy potencjału przemysłowego w zakresie technologii odnawialnych. Produkcja i wdrażanie mogą korzystać z gwarancji oferowanych w ramach programu InvestEU.

## **4) Edukacja, szkolenia i umiejętności**

W ocenie KE szkolenia i edukacja są potrzebne, aby zwiększyć liczbę wykwalifikowanych osób, które będą w stanie zrealizować rozwój dolin wodorowych, w tym dla organów regulacyjnych i lokalnych organów administracji wdrażających zasady wydawania pozwoleń. W ramach priorytetów politycznych unijnego Paktu na rzecz umiejętności utworzono nową Europejską Akademię Wodoru, koordynowaną przez Uniwersytet Chemii i Technologii w Pradze. Docelowo Akademia przekształci się w Europejską Akademię Technologii Neutralnych Emisyjnie. Akademia przyczyni się do procesu wzajemnego uznawania umiejętności w całej Unii, w celu zapewnienia, że projekty krajowe i regionalne mogą być kontynuowane i ekstrapolowane na inne państwa członkowskie. Z kolei wymiana wiedzy i kojarzenie partnerów za pośrednictwem platformy Hydrogen Valley, w oparciu o istniejące doświadczenie, ułatwi tworzenie klastrów doskonałości i przyspieszy pomyślny rozwój nowych projektów wodorowych.

## **5) Globalny rozwój dolin wodorowych**

Choć pierwotnie była to europejska koncepcja, doliny wodorowe rozprzestrzeniają się obecnie na całym świecie. Misja Czystego Wodoru w ramach inicjatywy Mission Innovation, która jest globalnym forum wspól-

pracy dla zainteresowanych rządów i która jest wspólprowadzona przez Komisję, wyznaczyła cel powstania 100 dolin wodorowych na całym świecie do 2030 roku. Biorąc pod uwagę ściślejsze powiązanie z wdrażaniem, mogłyby one zostać opracowane we współpracy z ministerialną inicjatywą H2 na rzecz czystej energii. W miarę rozwoju globalnego rynku wodoru ważne będzie połączenie dolin wodorowych. Będzie to wymagało wydajnych i opłacalnych rozwiązań w zakresie dystrybucji i magazynowania wodoru, a także położy duży nacisk na rolę portów na całym świecie. Współpraca w zakresie dolin wodorowych poza UE może odbywać się z międzynarodowymi partnerami w zakresie wdrażania wodoru odnawialnego i rozwoju rynków wodoru, zgodnie z priorytetami polityki i prawodawstwem UE. Ponieważ UE będzie polegać na imporcie wodoru odnawialnego w celu osiągnięcia swoich planów dekarbonizacji, popyt UE na import wodoru odnawialnego może przyczynić się do przyspieszenia inwestycji w krajach partnerskich. Może również nadać priorytet lokalnym potrzebom w zakresie energii odnawialnej i wody, a także ocenić rzeczywisty wpływ potencjalnego importu do UE.

W dokumencie roboczym Komisja podsumowała dotychczasowe osiągnięcia i przedstawiła środki wdrażane w celu budowy lub uruchomienia co najmniej 50 dolin wodorowych w UE do 2030 roku. Podsumowując powyższe wątki, główne kierunki działań są następujące:

### **1) Mnożenie nowych dolin wodorowych w Europie**

W maju 2022 r. istniały 23 doliny w 11 państwach członkowskich UE. Wiele z nich miało jedynie plan wysokiego szczebla lub koncepcję projektu. Obecnie działa 98 dolin na całym świecie, z czego 67 znajduje się w UE, z czego 17 jest wspieranych poprzez zaproszenia konkursowe w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia na rzecz Czystego Wodoru. Z kolei dofinansowanie w ramach Planu REPowerEU w wysokości 200 mln euro dla Wspólnego Przedsięwzięcia na rzecz Czystego Wodoru jest

uruchamiane za pośrednictwem zaproszeń do składania wniosków poświęconych wyłącznie wdrażaniu dolin wodorowych (zarówno na małą, jak i dużą skalę), a także za pośrednictwem instrumentu Hydrogen Valley Facility zapewniającemu pomoc w opracowywaniu projektów w celu wspierania dolin wodorowych na różnych poziomach dojrzałości.

### **2) Zwiększanie podaży i stymulowanie popytu**

Przyspieszenie rozwoju europejskiej gospodarki wodorowej wymaga drastycznego obniżenia kosztów i zwiększenia skali produkcji, dystrybucji i wykorzystania wodoru. W tym celu w zaproszeniu do składania wniosków w ramach programu Horyzont 2020 dotyczącym Zielonego Ładu wyraźnie wezwano do opracowania dużych (100 MW) elektrolizerów. Zaproszenie do składania wniosków na 2023 r. w ramach Funduszu Innowacji obejmuje wsparcie w celu wdrożenia 15 projektów związanych z wodorem w zakresie elektrolizerów, czystej stali, amoniaku i e-paliw. Ponadto po raz pierwszy 65 projektów infrastruktury wodorowej będzie kwalifikować się do otrzymania finansowania z instrumentu „Łącząc Europę”. Aby stymulować stronę popytową, pierwsza aukcja Banku Wodoru została uruchomiona jesienią 2023 roku. Siedem projektów w całej UE otrzyma łącznie 720 mln euro w formie stałej premii za każdy kilogram wodoru odnawialnego wyprodukowanego w okresie 10 lat. Dodatkowe 2,2 mld euro zarezerwowano na drugą aukcję, która ma zostać uruchomiona później w 2024 r.

### **3) Wzmocnienie współpracy i synergii na poziomie europejskim i globalnym**

Współpraca i synergia na wszystkich poziomach pozwolą na bardziej efektywne i ukierunkowane wykorzystanie zasobów. Do tej pory Komisja zatwierdziła cztery inicjatywy IPCEI związane z wodorem, umożliwiając pomoc państwa w celu promowania rozwoju rynku zielonych technologii wodorowych (Hy2Tech), infra-

struktury (Hy2Use i Hy2Infra) oraz zastosowań końcowych w przemyśle (Hy2Use) i mobilności (Hy2Move). Ponadto Komisja zatwierdziła w ramach TCTF i CEEAG kilka środków pomocy ukierunkowanych konkretnie na produkcję wodoru odnawialnego, w tym środek ukierunkowany konkretnie na doliny wodorowe. W ramach strategicznego planu w dziedzinie technologii energetycznych (planu EPSTE) planowane jest wdrożenie nowego etapu prac w ramach programu pilotażowego ERA dotyczącego zielonego wodoru. Współpraca z globalnymi partnerami w ramach misji „Czysty wódór” w ramach misji „Innowacje”, której współkieruje Komisja, zostanie zintensyfikowana w celu uruchomienia do 2030 r. 100 wielkoskalowych dolin wodorowych na całym świecie.

#### **4) Budowanie społeczności wiedzy i umiejętności w zakresie wodoru**

W rodzącym się sektorze wodoru odnawialnego wymiana najlepszych praktyk i zdobytych doświadczeń ma kluczowe znaczenie. Europejskie Obserwatorium Wodoru zostało ponownie uruchomione we wrześniu 2023 r. i będzie dalej rozwijane w centrum wiedzy na temat czystego wodoru, aby zapewnić interesariuszom informacje potrzebne do podejmowania decyzji opartych na wiedzy. Gospodarka wodorowa wymaga również udostępnienia studentom i pracownikom nowych lub ulepszonych umiejętności. Europejska Akademia Wodorowa uruchomiona w styczniu 2024 r., koncentruje się na opracowywaniu nowych kursów uniwersyteckich, przekwalifikowaniu i tworzeniu sieci szkół. ■

