

Nowoczesne technologie magazynowania energii elektrycznej

1. Uzasadnienie wyboru tematu konkursu

Polityka Unii Europejskiej wyrażona w pakiecie Fit for 55 oraz w dokumentach RePowerEU obliguje wszystkie kraje europejskie do realizacji transformacji energetycznej w kierunku Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) oraz do odchodzenia od paliw kopalnych, zwłaszcza pochodzących z Rosji.

Polska polityka energetyczna również włącza się w trend europejskiej transformacji energetycznej. Liczne programy dedykowane rozwojowi instalacji prosumenckich doprowadziły do masowego wzrostu ich liczby na terenie naszego kraju. W przyszłości w coraz większym stopniu pozyskiwać będziemy energię z turbin wiatrowych, instalacji fotowoltaicznych, biogazowni. Z danych Agencji Rynku Energii wynika, że na koniec listopada 2022 roku łączna liczba prosumentów wyniosła prawie 1,2 mln. Polacy zaczęli dostrzegać korzyści płynące z produkowania własnej energii, do których można zaliczyć głównie niskie koszty pozyskiwania energii oraz stosunkowo szybki zwrot kosztów instalacji, prostotę eksploatacji, a przede wszystkim eliminację emisji produktów spalania paliw kopalnych do środowiska naturalnego.

Jednym z ważniejszych wyzwań stojących przed transformacją energetyczną jest opracowywanie nowych technologii magazynowania energii, które powinny odznaczać się wysoką gęstością przechowywanej energii i żywotnością, a jednocześnie charakteryzować się niskim kosztem produkcji i możliwością powszechnego stosowania. Kluczowym parametrem innowacyjnych magazynów energii będzie ich bezpieczeństwo użytkowania oceniane w aspekcie zastosowania łatwopalnych oraz wybuchowych materiałów. Oferowane rozwiązania powinny umożliwić przechowywanie magazynów energii przez dłuższy czas bez ich trwałego uszkodzenia lub kilkukrotnego zmniejszenia żywotności. Istotną cechą opracowywanej technologii będzie także możliwość wykorzystania w dużym stopniu do jej budowy surowców dostępnych lokalnie, które będzie można poddać recyklingowi.

Trend w magazynowaniu energii zmierza w kierunku technologii oferujących wyższą gęstość energii, dłuższy cykl życia i niższe koszty wytwarzania. W miarę pojawiania się coraz większej liczby instalacji odnawialnych źródeł energii magazynowanie energii będzie miało coraz większe znaczenie dla zrównoważenia podaży i popytu na energię w cyklu dniowym bądź sezonowym oraz zapewnienia niezawodnego i zrównoważonego systemu energetycznego. Nowoczesne rozwiązania w zakresie magazynowania energii powinny odpowiadać na poniżej występujące potrzeby rynkowe:

- **Niestabilność pracy źródeł OZE.** Odnawialne Źródła Energii charakteryzują się niestabilnością dostarczanej energii, zmieniającej się w zależności od warunków pogodowych, co utrudnia utrzymanie stabilnych dostaw. Wykorzystanie magazynów energii może pomóc w zrównoważeniu podaży i popytu na energię poprzez magazynowanie jej nadmiaru w momencie, gdy jest ona generowana i uwalnianie jej w momencie, gdy jest potrzebna.
- **Odporność sieci energetycznej.** Zwiększenie odporności sieci energetycznej, w sytuacjach uszkodzenia jej elementów na skutek np. działania klęski żywiołowej. W celu zapewnienia zasilania awaryjnego sieci energetycznej, magazyny energii umożliwią ciągłość działania krytycznej infrastruktury i usług, takich jak szpitale i służby ratownicze, nawet w przypadku awarii sieci energetycznej.

- **Przesunięcie czasowe.** Oznacza magazynowanie energii w okresach niskiego popytu i uwalnianie jej w okresach wysokiego popytu. Może to pomóc w zmniejszeniu potrzeby korzystania z elektrowni szczytowych, które są zazwyczaj droższe i mniej wydajne niż elektrownie bazowe.
- **Pojazdy elektryczne.** Odbiorcą magazynów energii jest również przemysł motoryzacyjny. Rosnący rynek pojazdów elektrycznych zwiększa zapotrzebowanie na wysokosprawne magazyny energii. Obecnie wykorzystywane są głównie rozwiązania oparte na technologii litowo-jonowej. Jednak dalszy rozwój tej branży będzie wymuszał wytwarzanie coraz tańszych magazynów energii charakteryzujących się wysoką gęstością energii, z dłuższym czasem życia oraz bardziej bezpiecznych dla użytkownika.
- **Stacjonarne magazyny energii do zastosowań domowych i przemysłowych.** Ze względu na stale zwiększającą się liczbę instalacji fotowoltaicznych, przyłączenia instalacji OZE do sieci elektroenergetycznej stają się problematyczne dla zakładów energetycznych. Coraz częściej pojawiają się problemy związane z przeciążeniem sieci dystrybucyjnej, brakiem bilansowania łącznej planowanej mocy wytwórczej z zapotrzebowaniem w danym węzle sieciowym, do którego nastąpić miałyby przyłączenia, oraz przekroczeniem dopuszczalnego poziomu napięcia w sieci dystrybucyjnej. Dalszy rozwój instalacji i elektrowni fotowoltaicznych limitowany jest dostępnością mocy przyłączeniowych. Rozwiązaniem tej kwestii może być zastosowanie niedrogich i efektywnych magazynów energii w miejscach gdzie podłączenie do sieci energetycznej może wiązać się z dużymi kosztami finansowymi.

Obserwując wskazane powyżej potrzeby Narodowe Centrum Badań i Rozwoju uruchamia konsultacje rynkowe w celu weryfikacji możliwości realizacji projektów magazynowania energii elektrycznej wykorzystujących wszystkie możliwości, bazujące zarówno na metodach elektrochemicznych (m.in. ogniwach galwanicznych), jak również procesach fizycznych. Poszukujemy technologii, które będą odpowiadać na następujące **wyzwania**:

- **Koszt.** Koszty technologii magazynowania energii często stanowią przeszkodę w ich powszechnym wykorzystaniu. Wiele nowych technologii magazynowania znajduje się wciąż w fazie B+R i nie jest jeszcze konkurencyjna cenowo w stosunku do tradycyjnych źródeł energii. W rezultacie istnieje potrzeba ciągłych inwestycji w badania i rozwój w celu obniżenia kosztów produkcji i instalacji tych technologii.
- **Skalowalność.** Wyzwaniem stojącym przed nowymi technologiami magazynowania energii jest skalowalność. Wiele z nich jest wciąż na wczesnym etapie rozwoju i nie zostało jeszcze przetestowanych na dużą skalę..
- **Bezpieczeństwo.** Bezpieczeństwo jest problemem w przypadku niektórych technologii magazynowania energii, szczególnie tych, które wymagają użycia łatwopalnych i wybuchowych substancji lub wysokich ciśnień. Istnieje potrzeba zapewnienia, aby technologie były bezpieczne w użyciu i nie stwarzały zagrożenia dla zdrowia publicznego i środowiska.
- **Efektywność.** Technologie magazynowania energii muszą być efektywne energetyczne, co oznacza, że powinny magazynować i uwalniać energię z minimalnymi jej stratami. Sprawność technologii magazynowania energii może mieć znaczący wpływ na ich ogólną opłacalność, cykl życia produktu i wpływ na środowisko.
- **Recykling.** Ponieważ technologie magazynowania energii stają się coraz bardziej rozpowszechnione, istnieje potrzeba recyklingu wyeksploatowanych magazynów. Wiele rozwiązań opiera się na metalach rzadkich lub szlachetnych, a ich powszechne stosowanie może prowadzić do wyczerpywania zasobów i szkód w środowisku, jeśli nie będzie odpowiednio zarządzane.
- **Wysoka gęstość energii.** Możliwość magazynowania dużych ilości energii w przeliczeniu na jednostkę masy i objętości jest kluczowym wyzwaniem stawianym przed magazynami energii przyszłości. Maksymalizacja tego parametru jest szczególnie ważna w przypadku mobilnych magazynów energii, których zastosowanie ma wpływ na rozwój elektromobilności. Opracowanie baterii o wysokiej gęstości magazynowania energii wpłynie na zwiększenie zasięgu pojazdów mobilnych a przez to umożliwi ich zastosowanie na dłuższych dystansach bez konieczności postoju na ładowanie baterii.
- **Żywotność ogniwa.** Żywotność ogniw zależy głównie od odpowiedniego doboru materiałów aktywnych biorących udział w procesie magazynowania energii, konstrukcji ogniwa oraz szybkości ładowania/rozładowywania magazynu energii. Wyzwaniem stojącym przed technologiami magazynowania

energii jest zmniejszenie degradacji materiałów aktywnych, z których wykonane są magazyny energii oraz możliwość zastąpienia ich materiałami o niższej dezaktywacji w czasie. Zaimplementowanie tego typu rozwiązań pozwoli zwiększyć żywotność magazynów energii i zapewni ich bezproblemową wieloletnią pracę.

- **Łatwość produkcji.** Kluczowym wyzwaniem stawianym przed technologią magazynowania energii jest jej prostota produkcji umożliwiająca wytworzenie nieograniczonej ilości egzemplarzy w krótkim czasie przy minimalnym zaangażowaniu czasu i środków finansowych.

Jednym z wyzwań stojących przed transformacją energetyczną jest opracowywanie nowych technologii magazynowania energii, które powinny odznaczać się wysoką gęstością przechowywanej energii i żywotnością, a jednocześnie charakteryzować się niskim kosztem produkcji i możliwością powszechnego stosowania w otaczającej nas rzeczywistości. Kluczowym parametrem innowacyjnych magazynów energii będzie ich bezpieczeństwo użytkowania oceniane w aspekcie ograniczenia zastosowania łatwopalnych oraz wybuchowych materiałów. Możliwość ponownego wykorzystania surowców oraz stosunkowo prosty ich recykling, z których zbudowane będą magazyny energii również będzie niewątpliwą zaletą zgłoszonej technologii.

2. Formuła konkursów

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (dalej: NCBR), wspierając innowacje, od lat prowadzi programy i konkursy mające na celu wsparcie realizacji prac badawczo-rozwojowych podnoszących konkurencyjność polskiej gospodarki. Wśród szerokiej oferty programów i konkursów NCBR na szczególną uwagę zasługują przedsięwzięcia prowadzone w trybie **zamówień przedkomercyjnych** (ang. pre-commercial procurements, PCP) – formule, która zostanie zastosowana również w przypadku niniejszych konkursów.

Prowadząc przedsięwzięcia w trybie PCP, wykorzystujemy model tzw. **innowacji ciągnionych** (ang. Pull innovations), w którym to instytucja publiczna określa najważniejsze obszary rozwoju, definiując przy tym oczekiwane parametry nowych technologii, co w konsekwencji powoduje sterowanie zmianą (rozwojem) na danym rynku. Instytucje publiczne dzięki tej metodzie mogą koncentrować się na rozwiązaniach i nowych technologiach, które są aktualnie najbardziej potrzebne gospodarce oraz przełamywać te bariery technologiczne, które trzeba hamują rozwój danego sektora.

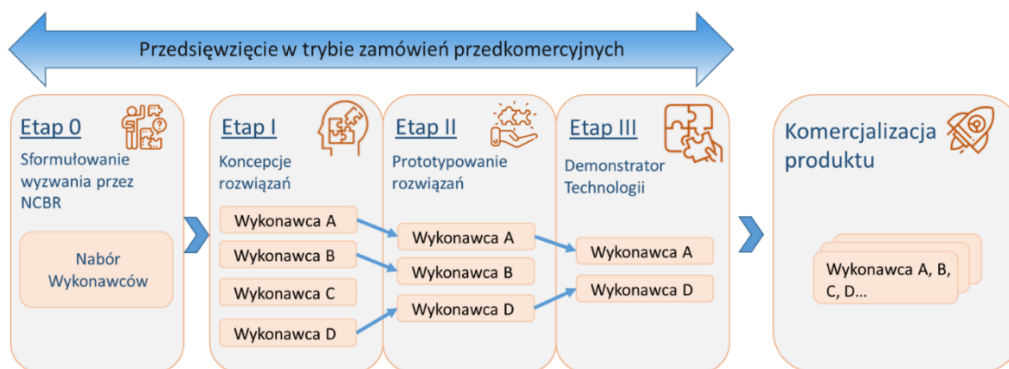
Tryb PCP sprawdza się szczególnie, gdy potrzebna jest w gospodarce skokowa zmiana. Zmiana, której rynek sam nie wykona, przez co należy agendę rozwoju i zmiany narzucić odgórnie. Obecnie obszarem, który najbardziej wymaga takiej interwencji jest transformacja gospodarki do Zielonego Ładu (ang. Green Deal). Co więcej, wyzwania badawcze każdorazowo są tworzone zarówno z ekspertami danej branży, naukowcami, analitykami megatrendów, jak również przedsiębiorcami z danego sektora w ramach konsultacji rynkowych. Dzięki temu NCBR jako zamawiający nowe technologie ma pewność, że przedmiotowe technologie i rozwiązania są wysoce pożądane i wręcz poszukiwane na rynku, a jednocześnie wykonalne.

Kolejnym kluczowym aspektem przedsięwzięć PCP realizowanych przez NCBR jest wymaganie, aby opracowywane rozwiązania osiągały dużo lepsze parametry techniczne niż obecne dostępne rozwiązania, dzięki czemu stają się one niezwykle atrakcyjne dla użytkowników i konkurencyjne na rynku. Zgodnie z przyjętą przez NCBR formułą, każde przedsięwzięcie w trybie PCP obejmuje opracowanie technologii, testy technologii a także zademonstrowanie jej działania w pełnej skali w rzeczywistych warunkach operacyjnych. Dzięki temu wykonawcy danego zamówienia przedkomercyjnego kończą konkurs z rozwiązaniem gotowym do komercjalizacji.

W zamówieniu przedkomercyjnym, NCBR jako Zamawiający publikuje regulamin postępowania wraz z pełną dokumentacją konkursu (w tym wymagania dot. przedmiotu zamówienia, kryteria oceny wniosków i kryteria selekcji wykonawców w trakcie realizacji umowy). Wykonawcy w odpowiedzi na ogłoszone postępowanie składają wnioski, w których przedstawiają m.in. założenia dot. oferowanego rozwiązania i koszty prac B+R. Zamawiający dokonuje oceny złożonych wniosków i zawiera umowy z kilkoma lub nawet kilkunastoma najlepszymi wykonawcami. Następnie

Wykonawcy rywalizują pomiędzy sobą w trakcie procesu PCP opracowanymi rozwiązaniami. Do kolejnych etapów dopuszczane są najlepsze rozwiązania. Skala finansowania rośnie. PCP kończy się opracowaniem produktu/rozwiązania w pełnej skali i zademonstrowaniem jego działania przez kilku najlepszych wykonawców.

. Schemat realizacji przedsięwzięcia PCP przedstawiono na Rys. 1.



Rysunek 1. Schemat realizacji przedsięwzięcia PCP

3. Opis konkursów

Tematy konkursów

Celem konkursów będzie opracowanie technologii magazynowania energii elektrycznej na bazie procesów chemicznych lub/i procesów fizycznych.

Zakres może obejmować opracowanie nowych (1) ogniw chemicznych i/lub (2) systemów magazynowania, które w przyszłości zostaną zastosowane do efektywnego magazynowania energii elektrycznej na potrzeby aplikacji domowych, przemysłowych, zaspokoją oczekiwania przemysłu motoryzacyjnego lub zostaną wykorzystane w urządzeniach codziennego użytku.

W zależności od efektu przeprowadzonych konsultacji rynkowych NCBR może ogłosić jeden lub więcej konkursów, lub nie ogłosić żadnego konkursu.

Etapy prac badawczych

Etap 1 – „Konceptja” – obejmujący przygotowanie koncepcji opracowywanej technologii magazynowania energii oraz modeli/prototypów laboratoryjnych potwierdzających możliwość wykonania technologii .

Pomiary po Etapie 1 - etap weryfikacji teoretycznych założeń przedstawionych w koncepcji rozwiązania oraz wstępna ocena złożonych do oceny modeli/prototypów laboratoryjnych potwierdzających prawidłowość przedstawionych obliczeń i założeń.

Selekcja do kolejnego etapu tych wykonawców, którzy uzyskali najwyższą ocenę.

Etap 2 – „Prototyp” – obejmujący prace badawczo-rozwojowe zakończone opracowaniem prototypu zgłoszonej technologii magazynowania energii. Każdy z Wykonawców będzie zobligowany do przygotowania kilku urządzeń prototypowych.

Pomiary po Etapie 2 - etap weryfikacji zadeklarowanych na Etapie 2 parametrów technicznych zgłoszonego rozwiązania i uzyskanych rezultatów prac badawczo-rozwojowych. Na podstawie uzyskanych wyników Pomiarów po Etapie 2 zostanie dokonana przez ekspertów szczegółowa ocena prawdopodobieństwa otrzymania parametrów technicznych.

Selekcja do kolejnego etapu tych wykonawców, którzy uzyskali najwyższą ocenę.

Etap 3 – „Demonstrator”– obejmujący prace wdrożeniowe mające na celu przedstawienie demonstratora opracowanej technologii magazynowania energii w skali 1:1. Każdy z Wykonawców będzie zobligowany do przygotowania jednego lub kilku demonstratorów.

Pomiary po Etapie 3 – etap weryfikacji otrzymanych parametrów technicznych zgłoszonego Demonstratora w rzeczywistym środowisku pracy zadeklarowanym przez Wykonawcę.

W trakcie konsultacji rynkowych zostaną przedyskutowane zagadnienia dotyczące celowości poszczególnych etapów, czasu ich trwania, ilości wykonawców opracowujących rozwiązanie oraz oczekiwanych rezultatów.

Przykładowe wymagania

Realizacja konkursów ma zapewnić opracowanie rozwiązań z zakresu magazynowania energii elektrycznej, które będą charakteryzować się m.in.:

- wysoką gęstością energii w przeliczeniu na masę i objętość ogniwa – zdefiniowaną jako stosunek maksymalnej energii możliwej do magazynowania w ogniwie w odniesieniu do jego całkowitej masy oraz objętości;
- wysoką żywotnością ogniwa – znormalizowaną ilością cykli czasu pracy ogniwa w trybie „ładowanie-rozładowanie”, po których pojemność ogniwa nie spadnie poniżej określonej wartości początkowej;
- niskim stopniem samorozładowania ogniwa – zdefiniowanym jako zmiana pojemności ogniwa w stosunku do początkowej wartości bez jego obciążenia w określonej jednostce czasu;
- wysoką pojemnością i mocą;
- skalalnością opracowanego rozwiązania – rozumianą jako bezproblemową i nisko kosztową możliwość uzyskania baterii o większej pojemności/mocy;
- wysokim stopniem recyklingu – zdefiniowanym jako udział wagi kluczowych surowców, z których zbudowane jest ogniwo (m.in. materiały elektrodowe i elektrolit) wykorzystanych ponownie do produkcji po zastosowaniu odpowiedniej procedury regeneracji do masy całkowitej ogniwa;
- niskimi kosztami (CAPEX i OPEX technologii magazynowania energii) - rozumianymi jako koszty produkcji w tym koszty inwestycyjne (m.in. koszty zakupu i wytworzenia linii produkcyjnej oraz koszt jej montażu) oraz koszty operacyjne czyli koszty użytkowania technologii (m.in. koszty serwisowe, koszty strat energii itd.) ;
- dostępnością krajowych surowców do produkcji – rozumianą jako udział wagi surowców dostępnych w Polsce do produkcji kluczowych elementów ogniwa (m.in. elektrod i elektrolitu);
- wysokim bezpieczeństwem użytkowania proponowanej technologii magazynowania energii pod kątem jej wybuchowości oraz łatwopalności.