

- **Dr hab. inż. Łukasz Bartela, prof. PŚ,**
Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska
- **Dr inż. Paweł Gładysz,**
Wydział Energetyki i Paliw, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
- **Dr inż. Dorota Homa,**
Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska



Kierunek transformacji energetyki zgodnie ze ścieżką Coal-to-Nuclear

Założenia i cele projektu DEsire

Z początkiem kwietnia br. rozpoczął się projekt badawczy o akronimie DEsire. Głównym celem projektu jest opracowanie planu dekarbonizacji polskiej energetyki zawodowej na drodze wykorzystania reaktorów jądrowych generacji III/III+ oraz IV. Realizacja siedmiu zadań badawczych ma pozwolić na ocenę zyskującej na świecie popularności ścieżki transformacji Coal-to-Nuclear, przede wszystkim w kontekście potencjału krajowego. Projekt realizowany jest w ramach konsorcjum utworzonego przez pięć podmiotów: Politechnikę Śląską, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Energoprojekt-Katowice SA, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej oraz Fundację Instytut Sobieskiego. Finansowanie projektu uzyskano w ramach VI konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju „Gospostrateg”.

Globalnie postępująca transformacja gospodarek, ukierunkowana ku osiągnięciu neutralności klimatycznej, jak również w ostatnim roku ukierunkowana ku uniezależnieniu rynków od dostaw nośników energii z Rosji, przekłada się na bardzo poważne zmiany w strukturach wykorzystywania pierwotnych źródeł energii. Na negatywne gospodarczo skutki dynamicznie zmieniających kierunków transformacji oraz formułowanych zobowiązań

dekarbonizacyjnych narażone są głównie te państwa, w których na przestrzeni dekad wykształciła się monokultura węgla. Do tych państw należy także Polska. Zabiegami sprzyjającymi osiągnięciu stawianych celów mogą być integracje dużych systemów wytwórczych z instalacjami separacji CO₂ lub też modernizacje ukierunkowane na zmianę paliwa węglowego na paliwa nisko- lub zeroemisyjne. Nowym i bardzo obiecującym kierunkiem dekarbonizacji źródeł

węglowych jest ich przekształcanie na źródła jądrowe. Zakres działań inwestycyjnych może być bardzo różny i może polegać na:

- zastąpieniu wyłącznie wyspy kotłowej reaktorem lub systemem reaktorów jądrowych,
- wykorzystaniu zaledwie infrastruktury pomocniczej elektrowni w ramach nowego systemu jądrowego.

Formuła optymalnej ścieżki modernizacji dla konkretnej lokalizacji jest zależna od wielu czynników, a w tym od zdiagnozowanego stanu technicznego źródła węglowego. Opcja modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych może być interesująca dla krajowej energetyki węglowej z uwagi na działanie obecnie w systemie kilku nowoczesnych bloków na parametry nadkrytyczne, które mimo doskonałego stanu technicznego już obecnie produkują energię elektryczną przy wysokich kosztach. Zagadnieniami związanymi z coraz popularniejszą ścieżką dekarbonizacji jednostek węglowych, nazwaną ścieżką *Coal-to-Nuclear*, zajęto się w Polsce w ostatnim czasie w ramach projektu „Plan dekarbonizacji krajowej energetyki zawodowej na drodze modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych” (akronim DEsire). Projekt poza opracowaniem tytułowego planu dekarbonizacji ma za zadanie ocenić potencjał tej ścieżki dekarbonizacyjnej dla warunków krajowych, jak również wykształcić narzędzia nadające impuls organizacyjny dla podmiotów będących potencjalnymi beneficjentami przyszłych inwestycji.

Zarys sytuacji energetyki zawodowej w Polsce

Z dużym prawdopodobieństwem należy stwierdzić, iż niezależnie od kondycji gospodarczej Polski oraz technicznego stanu krajowych bloków węglowych ich funkcjonowanie w obecnej formie eksploatacyjnej nie będzie możliwe już w najbliższych kilku dekadach. Decydować mają o tym zobowiązania UE formułowane przez porozumienia międzynarodowe. W myśl tzw. porozumienia paryskiego celem Unii Europejskiej jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r., objawiającej się zerową emisją gazów cieplarnianych netto. Miarodajnym celem porozumienia jest utrzymanie globalnego wzrostu temperatury poniżej 2°C i dążenie do utrzymania go na poziomie 1,5°C. Szacuje się, iż w Polsce mniej więcej połowa mocy zainstalowa-

nej w blokach węglowych (uwzględniając wyłącznie bloki o mocach wyższych niż 50 MW) przekroczyła wiek 20 lat. Wśród tych jednostek dominują bloki klasy 200 MW oraz bloki klasy 360 MW. Wiele tych niskosprawnych jednostek wytwórczych przekroczyło wiek 40 lat. Z uwagi na niską ekonomikę ich pracy oraz wysokie koszty utrzymania - dla wielu tych jednostek przewidziano w najbliższych latach wyłączenia z eksploatacji. Potrzeba dofinansowania inwestycyjnego, z uwagi na wzrastające wymagania środowiskowe oraz wzrastające koszty emisji dwutlenku węgla, przyczyniają się do coraz niższej konkurencyjności również tych nowszych źródeł węglowych. Wśród jednostek węglowych uruchomionych w bieżącym wieku istotnym potencjałem wytwórczym (łącznie 6083 MW zainstalowanej mocy), charakteryzują się duże bloki na parametry nadkrytyczne. Zaledwie trzy jednostki, spośród ośmiu krajo-

” Zagadnieniami związanymi z coraz popularniejszą ścieżką dekarbonizacji jednostek węglowych, nazwaną ścieżką *Coal-to-Nuclear*, zajęto się w Polsce w ostatnim czasie w ramach projektu „Plan dekarbonizacji krajowej energetyki zawodowej na drodze modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych” (akronim DEsire)

wych bloków na parametry nadkrytyczne, odznaczają się mocami niższymi od 500 MW. Moce zainstalowane w pozostałych blokach zawierają się w zakresie od 858 MW do 1075 MW. Choć wydaje się, iż wytwarzanie energii elektrycznej oraz ciepła w oparciu o paliwa węglowe zostało w Europie istotnie zrehabilitowane w związku z toczącymi się działaniami wojennymi w Ukrainie, to całkowite wycofanie w użytku bloków węglowych w perspektywie najbliższych trzech dekad nadal jest nieodzowne. Trzeba mieć przy tym jednak na uwadze, iż choć daty wyłączeń bloków węglowych są formułowane w planach podmiotów nimi zarządzających, to wyjątkowa sytuacja w jakiej obecnie znajduje się Europa może prowadzić do potrzeby dokonania w tym

zakresie korekt. Wynika to głównie z roli jaką obecnie bloki węglowe odgrywają w kontekście bezpieczeństwa energetycznego.

Możliwości modernizacyjne jednostek wytwórczych

Niezależnie od wieku funkcjonujących w kraju węglowych systemów wytwórczych, a więc i niezależnie od ich stanu technicznego, każda lokalizacja właściwa dla tych systemów jest potencjalnie korzystna w kontekście prowadzenia procesów inwestycyjnych, mających na celu kontynuację działalności energetycznej po zakończeniu funkcjonowania bloków węglowych. Związane jest to w pierwszej kolejności z zastanym w bliskim otoczeniu jednostki węglowej wysokim potencjałem kadrowym w zakresie zarządzania i obsługi

dużych systemów wytwórczych energetyki, na ogół niezależnie od przewidzianej w zakresie inwestycji technologii. Utrzymanie miejsc pracy na obszarach, na których wygaszana jest działalność energetyki węglowej, w tym również bardzo często działalność współfistniejących z systemami wytwórczymi kopalni węgla, jest korzystna w kontekście społecznym, ale również przekłada się na wyższą akceptowalność dla planowanych działań inwestorskich. Przykładowi lokalizacji, w których potencjalne zaprzestanie produkcji energii elektrycznej mogłoby prowadzić do wystąpienia bardzo niekorzystnych efektów społeczno-gospodarczych są: obszar Śląska i Zagłębia Dąbrowskiego, obszar Zagłębia Bełchatowskiego oraz obszar dział-

ności zespołu elektrowni PAK. Umieszczenie inwestycji w ścisłej lokalizacji energetycznego systemu węglowego może również prowadzić do istotnej redukcji kosztów inwestycyjnych, co może mieć związek z wykorzystaniem w ramach nowego źródła części zastanej infrastruktury technicznej i budowlanej. W skrajnym, niekorzystnym w tym zakresie przypadku, w którym w miejscu eksploatacji bloku węglowego nie występuje wysoka wartość materialna zastanej infrastruktury, proces inwestycyjny przebiegać może i tak z identyfikowalną wartością dodaną, np. w postaci dostępności do infrastruktury przesyłowej, infrastruktury kolejowej i drogowej, uporządkowanymi własnościami gruntów, dostępnością do zbiorników wodnych, itp. W związku z powyższym prowadzenie inwestycji w tej sytuacji, tzw. inwestycji typu *brownfield*, będzie wymagało niższych nakładów inwestycyjnych, względem tzw. inwestycji typu *greenfield*, a okres wymagany dla przeprowadzenia procesu inwestycyjnego będzie krótszy. Drugim, skrajnym przypadkiem, potencjalnie bardzo korzystnym dla prowadzenia działań inwestycyjnych, jest przypadek, w którym nowy system ma być zlokalizowany w miejscu dotychczasowej działalności bloku węglowego, odznaczającego się występowaniem infrastruktury wytwórczej oraz towarzyszącej o wysokiej wartości materialnej, którego potrzeba wyłączenia wynikać może z decyzji politycznych, ekonomicznych lub obostrzeń ekologicznych. Potencjalnie tego typu inwestycje mogą być realizowane w nieodległej przyszłości w lokalizacjach właściwych dla funkcjonujących obecnie bloków na parametry nadkrytyczne. Choć funkcjonowanie tych obiektów jest zaplanowane na najbliższe przynajmniej kilkanaście lat, to ostatnie wydarzenia zaistniałe w ramach działalności kopalni węgla brunatnego w Bogatyni sprawiają, iż tego typu plany tracą wiarygodność. W oparciu o doświadczenia światowe można przyjmować, iż czas życia bloków nadkrytycznych wynosić może od 35 do 50 lat. Oznacza to,

że wygaszanie najnowszych jednostek węglowych z technicznego punktu widzenia mogłoby mieć w Polsce miejsce nawet w 2070 r., a więc 20 lat po planowanym osiągnięciu neutralności klimatycznej. Aby tak się jednak stało należy ograniczyć ilość dwutlenku węgla emitowanego przez te jednostki. W tym celu konieczne jest zrealizowanie właściwych programów modernizacyjnych, które zasadniczo mogłyby przebiegać w następujących kierunkach [1]:

- integracja bloków z instalacjami CCS,
- retrofity polegające na zastąpieniu kotłów węglowych kotłami zasilanymi biopaliwami lub zabiegi mające na celu przystosowanie kotłów węglowych do spalania biopaliw (i ewentualnie dodatkowa integracja z instalacjami CCS, umożliwiająca pracę bloków jako źródeł o ujemnej emisji CO₂),
- retrofity polegające na zastąpieniu kotłów węglowych systemami reaktorów jądrowych.

Czynnikami, które determinują sukces modernizacyjny jednostek węglowych wydają się głównie być: wysokość poniesionych na modernizację nakładów inwestycyjnych, wysokość kosztów operacyjnych, dostępność do technologii i paliw oraz polityka ekologiczna determinująca koszty ponoszone przez emisję gazów cieplarnianych. Pierwsze dwa wymienione kierunki modernizacji były w ostatnich dwóch dekadach bardzo często brane pod uwagę w kontekście potrzeby sprostanania wyzwaniom ekologicznym, również w ramach krajowej energetyki. W działania mające na celu rozwój technologii CCS oraz technologii pozyskiwania paliw oraz energii z biomasy istotnie angażowały się jednostki naukowe, instytuty naukowo-badawcze oraz podmioty przemysłowe, m. in. w ramach zadań sformułowanych w programie strategicznym - Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii, finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju i realizowanym w latach 2010-2015.

Technologia Coal-to-Nuclear

Trzecia z wymienionych ścieżek, tj. technologia *Coal-to-Nuclear*, stała się przedmiotem zainteresowania Departamentu Energii Stanów Zjednoczonych, który w połowie września 2022 r. opublikował raport [2], skoncentrowany na ocenie potencjału jej implementacji w USA. Autorzy raportu wskazują, iż spośród 157 wyłączonych z eksploatacji elektrowni węglowych oraz 237 elektrowni pozostających wciąż w eksploatacji, łącznie 215 elektrowni posiada potencjał do przeprowadzenia modernizacji o różnym stopniu złożoności. Daje to łącznie potencjał 260 GW w zainstalowanej mocy elektrycznej, która może być poddana dekarbonizacji zgodnie ze ścieżką *Coal-to-Nuclear*. W ramach raportu zaproponowano trzy warianty wdrożenia technologii *Coal-to-Nuclear* związane z budową elektrowni jądrowej w miejscu likwidowanej elektrowni węglowej oraz jeden wariant, który obejmował lokalizację w pobliżu i z wykorzystaniem potencjału doświadczonej kadry inżynierskiej. Przedstawione wyniki analiz dotyczyły takich obszarów jak: dobór technologii oraz mocy nowych układów energetycznych, redukcji nakładów inwestycyjnych związanych z realizacją przedsięwzięć dla różnych wariantów technologicznych oraz wpływu na rynek pracy i środowisko naturalne. Przykładowe korzyści z modernizacji elektrowni węglowej o mocy ok. 900 MW_e poprzez zabudowę elektrowni jądrowej z wykorzystaniem części infrastruktury, zostały oszacowane dla analizowanego regionu na ok. 275 mln USD oraz 650 nowych miejsc pracy. Potencjał dla wykorzystania technologii *Coal-to-Nuclear* był również analizowany dla Chin. Autorzy artykułu [3] oszacowali, iż moc bloków węglowych, które mogą podlegać procesowi dekarbonizacji zgodnie ze ścieżką *Coal-to-Nuclear* wynosi tam ponad 850 GW.

Choć z całą pewnością w przypadku Polski nie można mówić o tak spekta-

kularnym potencjale wdrożeniowym dla technologii *Coal-to-Nuclear*, jak ma to miejsce w przypadku USA oraz Chin, to ścieżka ta powinna stanowić przedmiot zainteresowania dla krajowych decydentów. Szczególnie interesująca wydaje się tutaj perspektywa kolejnych dwóch dekad, w których to z dużym prawdopodobieństwem na rynek wprowadzone zostaną reaktory jądrowe IV generacji, które charakteryzować będą się niższymi mocami niż obecnie proponowane reaktory generacji III, jak również będą charakteryzowały się możliwościami uzyskiwania pary o temperaturze przystającej do poziomów obecnie stosowanych w ramach konwencjonalnej energetyki wykorzystującej węgiel. W latach 2019-2020 kilkusobowy polsko-szwedzki zespół przeprowadził szereg analiz mających na celu identyfikację oraz ocenę potencjalnych ścieżek dekarbonizacji dla systemów scentralizowanego wytwarzania energii elektrycznej. Rezultaty analiz zaprezentowano w [1, 4]. Analizy wykazały szczególnie wysoki potencjał dla modernizacji zgodnych ze ścieżką *Coal-to-Nuclear*. Rezultaty studium przypadku, w którym posilkowano się charakterystyką jednego z krajowych bloków na parametry nadkrytyczne Autorzy opublikowali w [4]. Warto wspomnieć, iż wspomniane dwa artykuły zostały przywołane przez Autorów raportu DOE. W raporcie wskazano m. in. na wysoką zgodność predykcji własnych w zakresie oszczędności wynikających z tego typu inwestycji, w stosunku do wyników prezentowanych w publikacjach [1, 4]. Dalsze prace polsko-szwedzkiego zespołu, tym razem ukierunkowane już wyłącznie na ocenę potencjału technologii *Coal-to-Nuclear*, realizowane były w latach 2021-2022. Analizowano m. in. możliwość integracji jednostek jądrowych z systemami magazynowania ciepła w stopionej soli, co jak wykazano w [5] pozwala bardzo znacząco uelastyczyć bloki jądrowe w zakresie mocy oddawanej do sieci elektroenergetycznej. Jak to podkreślono w artykule, taka integracja wydaje się szczególnie pożądana w kontekście wzrastającego

udziału w krajowym miksie energetycznym systemów wytwórczych wykorzystujących niestabilne, odnawialne źródła energii, tj. wiatr oraz słońce. Zespół w ramach prac przeanalizował również opcję przekształcenia w źródło jądrowe bloku gazowo-parowego.

Przedstawione wnioski z prac badawczych, dla których wyniki zaprezentowano w publikacjach [1, 4], stanowią genezę projektu DEsire, który został zaproponowany w 2021 r. w postaci wniosku projektowego opracowanego przez Konsorcjum pięciu podmiotów, tj. Politechnikę Śląską (lider projektu), Ministerstwo Klimatu i Środowiska (lider merytoryczny), Energoprojekt-Katowice SA (partner technologiczny), Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (partner technologiczny) oraz Fundacja Instytut Sobie-

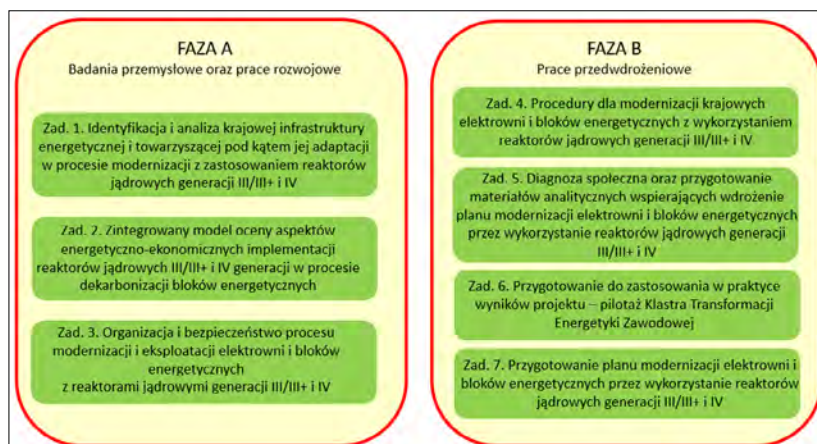
infrastruktury bloków węglowych w ramach inwestycji jądrowych. W przypadku reaktorów generacji III/III+, z uwagi na stosunkowo niskie temperatury generowanej pary, konwersje powinny być raczej prowadzone z uwzględnieniem całej infrastruktury pomocniczej elektrowni, bez podstawowego systemu biorącego udział w procesie produkcyjnym, jakim jest zespół turbiny parowej. Wstępne analizy przeprowadzone w Katedrze Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej wskazują na możliwość wykorzystania w ramach systemów jądrowych wyposażonych w reaktory generacji III/III+ także obiegów ciepłych istniejących turbin parowych, nawet projektowanych dla pracy przy zasilaniu parą nadkrytyczną. Wymagane jednak w tych przypadkach

” Realizowany od 1 kwietnia 2022 r. projekt naukowo-badawczy pt. „Plan dekarbonizacji krajowej energetyki zawodowej na drodze modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych” (akronim DEsire) podejmuje się oceny potencjału technicznego, ekonomicznego oraz poziomu akceptowalności społecznej i w oparciu o to wykreowania planu modernizacji krajowych jednostek wytwórczych zgodnie z transformacją *Coal-to-Nuclear*

skiego (partner społeczno-gospodarczy). Wniosek złożony został w konkursie Gospostrateg VI Narodowego Centrum Badań i Rozwoju i otrzymał wysoką ocenę panelu ekspertów, co pozwoliło na uzyskanie finansowania na realizację zaplanowanych zadań badawczych.

Realizowany od 1 kwietnia 2022 r. projekt naukowo-badawczy pt. „Plan dekarbonizacji krajowej energetyki zawodowej na drodze modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych” (akronim DEsire) podejmuje się oceny potencjału technicznego, ekonomicznego oraz poziomu akceptowalności społecznej i w oparciu o to wykreowania planu modernizacji krajowych jednostek wytwórczych zgodnie z transformacją *Coal-to-Nuclear*. Ważnym aspektem poznawczym jest ocena możliwości wykorzystania zastanej

zabiegi modernizacyjne sprowadzają się do bardzo wyraźnych redukcji mocy zespołów turbinowych, a szeroki zakres tych zabiegów sprawia, iż tego typu modernizacje należy traktować raczej w kategoriach teoretycznych. Z tego też powodu tego typu ścieżki modernizacji nie są brane pod uwagę w projekcie. Proponowane analizy modernizacji elektrowni węglowych na drodze wykorzystania reaktorów jądrowych generacji III/III+ sprowadzają się w głównej mierze do oceny możliwości zabudowy bloków jądrowych, stanowiących zintegrowany system reaktora oraz zespołu turbiny parowej, jak i infrastruktury pomocniczej, w środowisku właściwym dla systemu węglowego, ale co ważne, przy założeniu możliwie najszerszego wykorzystania zastanej infrastruktury jednostki węglowej, co stanowi nowość



Rys. 1. Zadania badawcze w ramach projektu DEsire

z punktu widzenia podejścia do formułowania ścieżek inwestycji jądrowych, a w szczególności z punktu widzenia wyboru lokalizacji pod te inwestycje. Mowa tu nie tylko o standardowo branych w takich przypadkach pod uwagę rozwiniętych sieciach przesyłowych, ale także o infrastrukturze technologicznej (system chłodzenia wraz z podległymi mu zbiornikami wodnymi, system wyprzewodzenia mocy) i budowlanej.

U podstaw sformułowanych wyzwań postawionych przed Uczestnikami projektu DEsire stoi teza:

Odstawienie bloków węglowych z eksploatacji, bez podjęcia prób ich dekarbonizacji, oznacza utratę istotnego kapitału, zarówno w rozumieniu kapitału rzeczowego, jak i kapitału ludzkiego.

Podstawowe cele oraz struktura projektu DEsire

Realizacja projektu DEsire, zgodnie ze sformułowanymi we wniosku projektowym założeniami, przyczyni się do oszacowania potencjału wprowadzenia technologii *Coal-to-Nuclear* do krajowej energetyki, wraz z przygotowaniem działań wyprzedzających, adekwatnych w stosunku do planowanych redukcji mocy zainstalowanej w obrębie aktywów węglowych. Podstawowymi celami projektu są:

- przygotowanie tytułowego planu modernizacji krajowych bloków węglowych przez wykorzystanie reaktorów jądrowych generacji III/III+ i IV, uwzględniającego kryteria zrównoważonego rozwoju,
- przygotowanie oraz przeprowadzenie pilotażu Klastra Transformacji Energetyki Zawodowej, który stanowić będzie zaplecze badawczo-doradcze dla wsparcia procesu dekarbonizacji scentralizowanych systemów wytwórczych.

Dla realizacji celów podstawowych wymagana będzie realizacja celów pośrednich, którymi będą:

- opracowanie narzędzi badawczych do przygotowania planu modernizacji,
- przeprowadzenie wstępnych studiów wykonalności dla trzech lokalizacji w zakresie modernizacji krajowych elektrowni i bloków energetycznych z wykorzystaniem reaktorów jądrowych,
- sformułowanie procedur technicznych i organizacyjnych dla procesu inwestycyjnego, ze szczególnym zwróceniem uwagi na bezpieczeństwo modernizacji i eksploatacji,
- identyfikacja kompetencji krajowych podmiotów inżynierjno-budowlanych pod kątem

potencjalnego zaangażowania w procesie inwestycyjnym (aktualizacja w przypadku technologii jądrowych generacji III/III+),

- opracowanie procedur w zakresie rozszerzenia lub zdobycia kompetencji wymaganych przez kadrę inżynierjno-techniczną modernizowanych bloków,
- diagnoza społeczna oraz przygotowanie materiałów analitycznych wspierających wdrożenie planu modernizacji elektrowni i bloków energetycznych przez wykorzystanie reaktorów jądrowych generacji III/III+ i IV,
- przygotowanie i przeprowadzenie szeregu działań upowszechniających efekty projektu, dedykowanych dla różnych grup interesariuszy.

Prace badawczo-rozwojowe w projekcie zostały podzielone na dwie fazy, w ramach których zrealizowanych zostanie siedem zadań badawczych (rys. 1).

W ramach projektu opracowany zostanie plan dekarbonizacji krajowej energetyki zawodowej na drodze modernizacji z wykorzystaniem reaktorów jądrowych generacji III/III+ i IV, który będzie stanowił mapę drogową dla organizacji procesów inwestycyjnych mających na celu transformację scentralizowanych systemów wytwórczych z uwzględnieniem kryteriów zrównoważonego rozwoju. Plan będzie spójny z założeniami Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. (PEP2040) oraz Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ), uwzględniając takie aspekty jak bezpieczeństwo energetyczne, klimat i środowisko oraz ekonomię. Będzie też stanowił jego aktualizację uwzględniającą zachodzące zmiany w zakresie rozwoju technologii jądrowych. Plan realizować będzie działania wpisujące się w potrzeby precyzowane w PEP2040, tj. konieczność zastępowania starzejącego się majątku wytwórczego w podstawie obciążenia systemu oraz dokonywania modernizacji istniejącej infrastruktury energetycznej celem zaadaptowania jej przy wdrażaniu

kolejnych elektrowni jądrowych. Ponadto plan realizować będzie sformułowaną w PPEJ potrzebę poszukiwania kolejnych, po już wskazanych, miejsc pod inwestycje jądrowe, koncentrując się jednak na tych lokalizacjach, które są wyposażone w potencjalnie użyteczną inwestycyjnie infrastrukturę techniczną oraz są bogate w kapitał ludzki. Plan stanowił będzie wsparcie decyzyjności w zakresie przekształcenia jednostek węglowych w źródła o zerowej emisji na wypadek zajścia szczególnych okoliczności (np. politycznych, ekologicznych, ekonomicznych), w których zachodzić będzie szybsza niż zakładana w planach działalności grup energetycznych (czy też spółki Skarbu Państwa skupiającej aktywa węglowe) potrzeba odstawienia jednostek węglowych z ruchu.

Drugim, podstawowym celem projektu jest pilotaż Klastra Transformacji Energetyki Zawodowej (KTEZ), który stanowił będzie zaplecze organizacyjne dla działań mających na celu zwiększenie efektywności różnych grup interesariuszy w procesie transformacji krajowych elektrowni oraz elektrociepłowni. KTEZ w początkowym etapie działań, właściwym dla okresu pilotażu związanego z realizacją wnioskowanego projektu, będzie podejmował się działań mających na celu organizację łańcucha wartości, właściwego dla transformacji jądrowej. Dzięki zintegrowaniu wiedzy oraz działaniom informacyjnym, KTEZ doprowadzi do wypełnienia luki w zakresie wiedzy na temat jądrowej opcji transformacji, która niewątpliwie jest identyfikowalna w odróżnieniu do wiedzy skupionej w środowisku interesariuszy, a w tym decydentów, na temat alternatywnych, popularnych w środowisku spo-

sobów dekarbonizacji krajowych systemów energetycznych. Pilotaż KTEZ jest potrzebny z uwagi na lukę informacyjną, która objawia się kreowaniem impulsów inwestycyjnych w zakresie energetyki jądrowej wyłącznie na poziomie wysokich szczebli administracji rządowej, bez inicjatyw oddolnych. KTEZ włączy się czynnie w postulowany w PPEJ proces tworzenia krajowego zaplecza dostawców technologii dla inwestycji jądrowych w krajowej elektroenergetyce, a tym samym pozyskanie kompetencji dla zwiększenia ich konkurencyjności na rynkach zagranicznych. Zamierzeniem Wnioskodawcy jest to, aby KTEZ w finalnym kształcie, po realizacji planowanych działań pilotażowych, stanowił zaplecze doradcze dla interesariuszy poszukujących wsparcia w zakresie różnych opcji sposobów ścieżek dekarbonizacyjnych w zakresie energetyki, nie tylko węglowej, ale również gazowej. Od samego początku działalności KTEZ będzie prowadził szeroki dialog bez wykluczania z niego merytorycznych ekspertów, niezależnie od poglądów technologicznych.

Podsumowanie

Niewątpliwie technologia *Coal-to-Nuclear* może mieć istotne znaczenie dla transformacji energetycznej w Polsce. Przeprowadzenie zabiegów modernizacyjnych dla obecnie funkcjonujących bloków węglowych, zakładających wykorzystanie reaktorów jądrowych, może prowadzić do skrócenia procesu inwestycyjnego, co jest pożądane w kontekście przewidywanych niedoborów mocy zainstalowanej, szczególnie w związku z potrzebą wycofywania w eksploatacji

wystużonych bloków węglowych oraz potrzebą ograniczenia konsumpcji gazu ziemnego. Ważnym jest tutaj aspekt społeczny, który objawia się w możliwości utrzymania działalności energetycznej w miejscach, w których przez lata energetyka kreowała rozwój gospodarczy, zapewniając zatrudnienie oraz wysoki standard życia lokalnym społecznościom.

Rozpoczęty w kwietniu br. projekt DEsire ma na celu ocenę możliwości przeprowadzenia w ramach krajowej elektroenergetyki zabiegów modernizacyjnych elektrowni węglowych, ukiepunkowanych na budowę w tych miejscach systemów jądrowych. Rezultaty projektu będą na bieżąco dokumentowane i upubliczniane na stronie projektu <https://projektdesire.pl/>. W drugiej fazie projektu do podmiotów społeczno-gospodarczych skierowane zostanie zaproszenie do udziału w pilotażu Klastra Transformacji Energetyki Zawodowej, który zgodnie z założeniami ma stanowić zaplecze badawczo-doradcze, którego celem będzie wsparcie procesu dekarbonizacji scentralizowanych systemów wytwórczych. Działania popularyzacyjne oraz merytoryczne, jakie będą proponowane przez uczestników Klastra powinny zgodnie z planem wypełnić lukę informacyjną w zakresie inwestycji zgodnych ze ścieżką *Coal-to-Nuclear*.

Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG (Numer umowy: Gospostrateg-VI/385872/0032/2021-00 z dn. 15.03.2022r.) □

Literatura:

- [1] Qvist, S.; Gładysz, P.; Bartela, Ł.; Sowizdzał, A. Retrofit decarbonization of coal power plants - a case study for Poland. *Energies* 2021, 14, 120. <https://doi.org/10.3390/en14010120>.
- [2] Hansen, J.; Jenson, W.; Wrobel, A.; Stauff, N.; Biegel, K.; Kim T.; Belles, R.; Omitaomu, F. Investigating Benefits and Challenges of Converting Retiring Coal Plants into Nuclear Plants. Nuclear Fuel Cycle and Supply Chain. U.S. Department of Energy Report, September 13, 2022, INL/RPT-22-67964.
- [3] Xu S., Lu Y.H.M., Mutailipu M., Yan K., Zhang Y., Qvist S., Repowering Coal Power in China by Nuclear Energy - Implementation Strategy and Potential. *Energies* 2022, 15, 1072. <https://doi.org/10.3390/en15031072>.
- [4] Bartela, Ł.; Gładysz, P.; Andreades, C.; Qvist, S.; Zdeb, J. Techno-Economic Assessment of Coal-Fired Power Unit Decarbonization Retrofit with KP-FHR Small Modular Reactors. *Energies* 2021, 14, 2557. <https://doi.org/10.3390/en14092557>.
- [5] Bartela, Ł.; Gładysz, P.; Ochmann, J.; Qvist, S.; Sancho, L.M. Repowering a Coal Power Unit with Small Modular Reactors and Thermal Energy Storage. *Energies* 2022, 15, 5830. <https://doi.org/10.3390/en15165830>.