

Zamówienie jest współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach poddziałania 4.1.3 Innowacyjne metody zarządzania badaniami Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, w ramach projektu pn. Podniesienie poziomu innowacyjności gospodarki poprzez wdrożenie nowego modelu finansowania przełomowych projektów badawczych zgodnie z umową z dnia 12 kwietnia 2017 r. numer POIR.04.01.03-00-0001/16

Rekomendacja Wykonawcy – dobre praktyki transformacji systemu elektrociepłowniczego w kierunku OZE

Raport wykonany w ramach Przedsięwzięcia nr 88/21/PU/P63 - Elektrociepłownia w lokalnym systemie energetycznym.

Kogeneracyjny układ wodorowy wspomagany magazynem ciepła

Konsorcjum:

- 1. Enea Ciepło sp. z o.o. ul. Warszawska 27, 15-062 Białystok*
- 2. Zakłady Pomiarowo – Badawcze Energetyki „ENERGOPOMIAR” sp. z o.o. ul. gen. J. Sowińskiego 3, 44-100 Gliwice*

Spis treści

| | |
|---|----|
| Streszczenie | 4 |
| 1. Wstęp..... | 4 |
| 1.1. Opis problemu badawczego | 4 |
| 1.2. Opis opracowanej Technologii Elektrociepłowni..... | 6 |
| 2. Lokalizacja Demonstratora Technologii | 10 |
| 3. Projektowanie Technologii Elektrociepłowni..... | 14 |
| 3.1. Wnioski dotyczące modelowania numerycznego zrealizowanego w oprogramowaniu TRNSYS 14 | |
| 3.2. Wnioski dotyczące osiągnięcia Wymagań Obligatoryjnych i Konkursowych | 19 |
| 3.3. Kogeneracja..... | 26 |
| 4. Analiza kosztów ciepła | 26 |
| 4.1. Analiza LCOH | 26 |
| 4.2. Analiza efektywności ekonomicznej Demonstratora Technologii | 28 |
| 5. Uwarunkowania formalno-prawne dotyczące Technologii Elektrociepłowni | 29 |
| 5.1. Zidentyfikowane bariery prawne ustalone na przykładzie Demonstratora | 29 |
| 5.2. Wpływ polityki energetycznej Unii Europejskiej z uwzględnieniem taksonomii klimatycznej na wdrażanie Technologii Elektrociepłowni | 30 |
| 6. Harmonogram budowy instalacji Demonstratora Technologii | 33 |
| 7. Skalowalność i replikowalność Technologii Elektrociepłowni | 35 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.1. | Skalowalność | 35 |
| 7.2. | Replikowalność | 36 |
| 7.3. | Potencjał dostosowania Demonstratora Technologii do zmian na rynku energii i ciepła... 36 | |
| 8. | Komponent Technologiczny..... | 37 |
| 9. | Obliczenia | 37 |
| 10. | Bezpieczeństwo | 44 |
| 11. | Informacje dodatkowe | 45 |
| 12. | Dane Wykonawcy..... | 46 |
| 12.1. | dane adresowe oraz rejestrowe | 46 |
| 12.2. | opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie działalności badawczo-rozwojowej..... | 46 |
| 12.3. | opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie branży ciepłowniczej | 50 |
| 12.4. | informacje o Zespole Projektowym | 53 |
| 13. | Lista skrótów i definicji | 55 |
| 14. | Załączniki | 56 |

Streszczenie

Konsorcjum Enea Ciepło sp z o. o. i Energopomiar sp. z o. o. w ramach konkursu ogłoszonego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju pod nazwą Elektrociepłownia w lokalnym systemie energetycznym zaproponowało innowacyjne przedsięwzięcie oparte na technologii wodorowej pn. „Kogeneracyjny układ wodorowy wspomagany magazynem ciepła”. Zaproponowana koncepcja układu zakłada jednoczesne wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła w silniku kogeneracyjnym spalającym czysty wodór. W kontekście wytwarzania energii elektrycznej docelowo Demonstrator Technologii jako źródło rozproszone będzie wspomagał autobilansowanie lokalnego systemu elektroenergetycznego. Zaproponowana koncepcja obejmuje zastosowanie elektrolizera z membraną elektrolitowo-polimerową (PEM), zasilanego energią elektryczną pochodzącą ze źródeł OZE, dla wytwarzania wodoru na potrzeby silnika kogeneracyjnego. W celu poprawy elastyczności pracy tego układu przewidziano zbiorniki magazynujące wodór pod wysokim ciśnieniem. Dodatkowo w rozwiązaniu przewidziano sezonowy magazyn ciepła typu naziemnego w celu akumulacji nadmiarowego ciepła (w postaci gorącej wody) i opróżnianiu go w zależności od potrzeb. Uzupełnieniem układu są dwa kotły wodne zasilane gazem ziemnym. Najważniejszym celem zaprezentowanego układu jest zapewnienie komfortu cieplnego odbiorców. Zaproponowana koncepcja jest dopasowana i dostosowana dla zapewnienia produkcji ciepła na cele grzewcze i użytkowe dla budynków o powierzchni mieszkalnej i usługowej wynoszącej 24 735,2 m². W ramach prowadzonych prac przeprowadzono kompleksowe studium wykonalności w ramach których dokonano między innymi identyfikacji wymagań formalno-administracyjnych, zdefiniowano ryzyka, dokonano ocenę oddziaływania na środowisko. Najważniejszym elementem była analizę techniczno-ekonomiczną bazującą na potwierdzonych i zweryfikowanych danych zewnętrznych dla potwierdzenia wykonalności projektu wraz z uwzględnieniem jego skalowalności i replikowalności.

1. Wstęp

1.1. Opis problemu badawczego

Zadanie i problem badawczy został podzielony na dwa obszary:

1. Modelowanie numeryczne demonstratora technologii.
2. Przygotowanie inwestycji, w tym studium wykonalności dla innowacyjnej technologii wodorowej zawierające analizę zgód i pozwoleń formalno-administracyjnych.

Pierwszy obszar dotyczył modelownia numerycznego Demonstratora Technologii w dedykowanym do tego celu programie TRNSYS.

Zaproponowaną koncepcją wymagała potwierdzenia wykonalności w między innymi o zbudowany model symulacyjny w dedykowanym programie TRNSYS. Model numeryczny wymagał parametryzacji i integracji zgodnie z wymaganiami konkursowymi. W tym zakresie konieczna była implementacja wymaganych danych do symulacji w zakresie parametrów: statycznych, zmiennych i swobodnych tym samym definiując warunki brzegowe w modelu numerycznym. Kolejną istotną kwestią było zdefiniowanie wymagań technicznych dla modelu numerycznego i uwzględnienie tych aspektów w ofertach od dostawców poszczególnych urządzeń. Takie podejście było niezbędne do urealnienia modelu numerycznego i uwzględnienia indywidualnych cech fizycznych zastosowanych komponentów oraz ich wzajemnego oddziaływania. Prace badawcze uwzględniają konieczność zaprojektowania systemu sterowania oraz analizę wrażliwości. Najtrudniejszy problem badawczy biorąc pod uwagę złożoność instalacji polegał na integracji i współpracy poszczególnych komponentów oraz ich optymalizację dla różnych reżimów pracy instalacji. Wymienione prace stanowiły także jako podstawę do opracowania analizy wielowariantowej, która pozwoliła na ostateczny wybór dostawców głównych elementów Demonstratora z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego. Końcowym elementem prac badawczych w była optymalizacja pracy Demonstratora z uwzględnieniem odbiorców końcowych, ale również źródeł zasilania w energię elektryczną Demonstratora. Konieczne w tym zakresie było określenie warunków pracy Demonstratora Technologii w aspekcie energetycznym oraz ekonomicznym wynikających z uwarunkowań rynkowych w aspekcie prognozy cen energii elektrycznej. W zakresie końcowych prac badawczych prace obejmowały analizę wrażliwości i wpływ zmiany wybranych parametrów na podstawowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne demonstratora technologii oraz aspekt związany z udziałem OZE w systemie elektrociepłowniczym.

Drugi problem badawczy zmierzał do opracowania studium wykonalności oraz identyfikacji wymaganych zgód, pozwoleń formalno- administracyjnych dla innowacyjnej technologii opartej na paliwie wodorowym.

W zakresie drugiego problemu badawczego, należy zaznaczyć, że był on ściśle powiązany z procesem modelowania numerycznego. A realizowane prace często ze względu na swoją specyfikę musiały być prowadzone równolegle. Takie działanie powodowało naturalne utrudnienia ze względu na konieczność procedowania wymaganych zgód i pozwoleń w oparciu o wyniki, które w kolejnych etapach modelowania ulegały zmianom ze względu na wprowadzane modyfikacje i udoskonalenia. Dlatego problem badawczy obejmował konieczność ścisłej kontroli wyników oraz wpływu zmian

technologicznych w demonstratorze w kontekście spełnienia wymaganych przepisów, normy oraz uwarunkowań formalno-prawnych oraz środowiskowych mających wpływ na uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, a w dalszym etapie uzyskania pozwolenia na budowę.

1.2. Opis opracowanej Technologii Elektrociepłowni

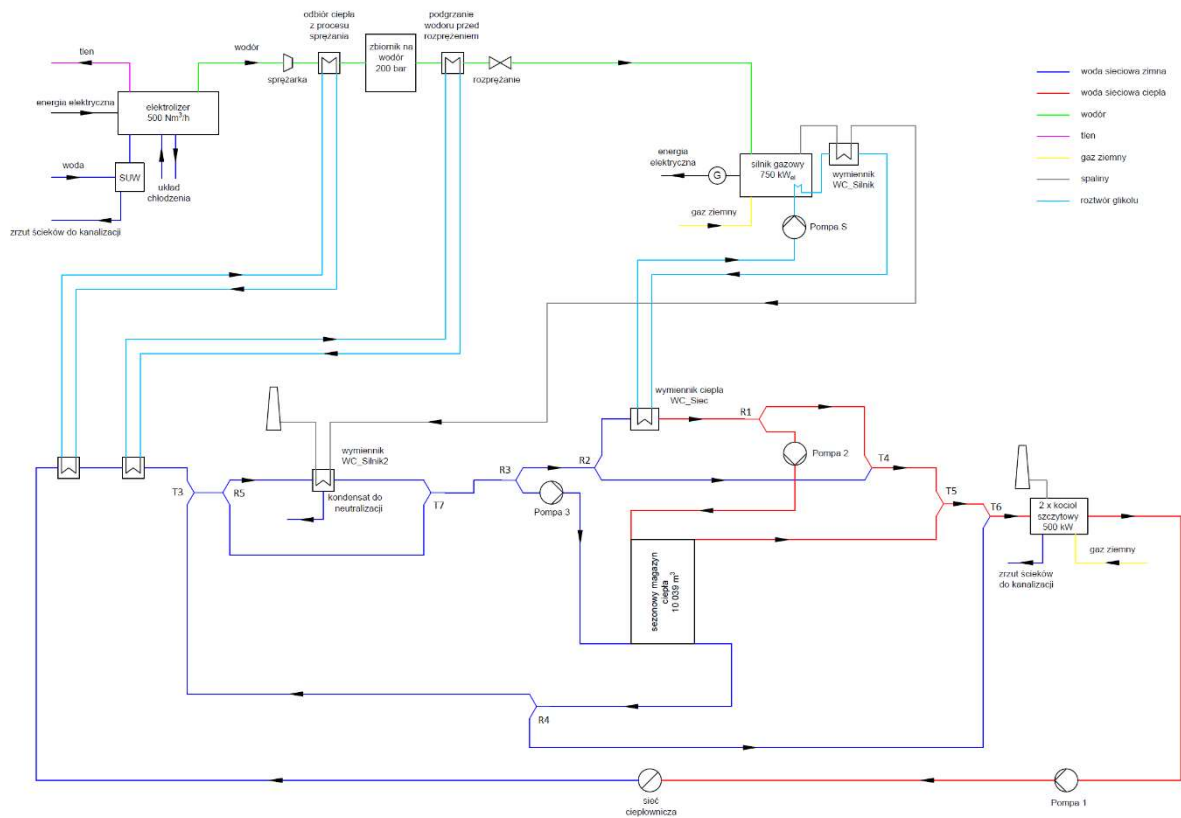
Kogeneracyjny układ wodorowy wspomagany magazynem ciepła zbudowany jest z następujących elementów:

- elektrolizera PEM o wydajności produkcji wodoru $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ i sprawności około 58,8%
- magazynu wodoru stanowiącego bufor dla układu kogeneracji o objętości 60 m^3
- układu kogeneracji, którym będzie silnik gazowy spalający tylko wodór o mocy elektrycznej 750 kW_e , mocy cieplnej 747 kW_t oraz sprawności całkowitej 82,2%,
- sezonowego magazynu ciepła typu TTES (Tank thermal energy storage) o objętości $10\,039 \text{ m}^3$,
- układu wyprowadzenia energii elektrycznej,
- instalacji wyprowadzenia ciepła do odbiorców,
- dwóch kotłów na gaz ziemny o mocy cieplnej każdy po 500 kW_t i sprawności 91,2%,
- rurociągu ciepłowniczego za pośrednictwem którego dostarczane będzie ciepło,
- system sterowania całym układem.

Elektrolizer zasilany energią elektryczną oraz wodą będzie wytwarzać wodór. Wyprodukowany wodór na dalszym etapie będzie sprężany i magazynowany pod wysokim ciśnieniem w specjalnie do tego celu zaprojektowanych zbiornikach. Ze zbiornika ciśnieniowego wodór będzie kierowany i spalany w silniku gazowym (w układzie kogeneracyjnym).

W silniku kogeneracyjnym energia chemiczna wodoru w wyniku spalania zostanie zamieniona na ciepło oraz energię elektryczną. Wytworzone ciepło kierowane będzie bezpośrednio do odbiorców końcowych lub do sezonowego magazynu ciepła. Dodatkowa ilość ciepła wytwarzana będzie w kotłach gazowych. W sytuacjach awaryjnych (np. awaria elektrolizera) dla zapewnienia bezpieczeństwa dostaw ciepła silnik kogeneracyjny będzie miał możliwość spalania gazu ziemnego, przy czym taki wariant nie jest rozpatrywany w ramach zadania badawczego. Energia elektryczna wyprodukowana w silniku na wodór oddawana będzie do sieci elektroenergetycznej. Zmagazynowane ciepło w sezonowym magazynie ciepła w zależności od zapotrzebowania na ciepło będzie kierowane do odbiorców końcowych lub magazynowane. Czynnikiem roboczym w sezonowym magazynie ciepła będzie gorąca woda. W czasie

szczytowego zapotrzebowania na ciepło (w okresie bardzo niskich temperatur) dla zapewnienia komfortu temperaturowego odbiorców, do pracy okresowej w układzie zostanie uruchomiony dodatkowy kocioł szczytowy opalany gazem ziemnym. Na poniższym schemacie zaprezentowano schemat technologiczny połączeń elementów demonstratora oraz zaprezentowane nośniki energii.

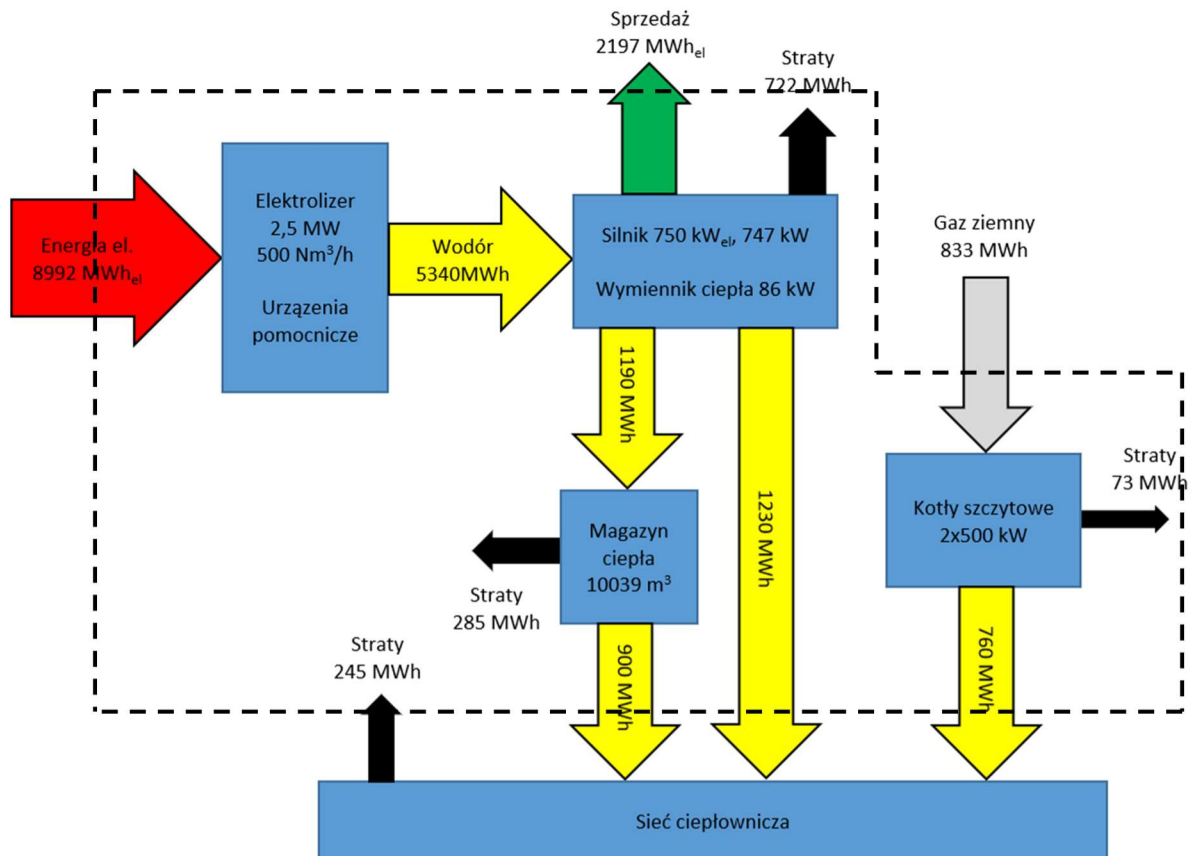


Rysunek 1. Schemat Demonstratora Technologii

Zgodnie z zaprezentowanych schematem nośniki energii można podzielić na dwie grupy:

- Zewnętrzne
- Wewnętrzne

Na poniższym rysunku zaprezentowano bilans energetyczny Demonstratora Technologii w ujęciu rocznym wraz zaznaczoną osłoną bilansową. Poprowadzona osłona bilansowa stanowi również granicę w kontekście podziału nośników na zewnętrzne oraz wewnętrzne .



Rysunek 2. Bilans energetyczny Demonstratora Technologii

W zakresie nośników energii zewnętrznych do układu doprowadza się :

- Energię elektryczną
- Gaz ziemny
- Wodę sieciową na zasilaniu i powrocie

W przypadku nośników energii wewnętrznych tzn. takich które nie wychodzą poza osłonę bilansową można wyróżnić:

- Wodór
- Woda krążąca w obiegach wewnętrznych poszczególnych komponentów.
- Ciecz niskowrząca krążąca w obiegu wewnętrznym silnika kogeneracyjnego

Z punktu widzenia przemian zachodzących w Demonstratorze Technologii można wyróżnić dwie grupy przemian:

- Chemiczne i elektrochemiczne

- Fizyczne

W przypadku przemian chemicznych można tutaj wyróżnić procesy zachodzące głównie w elektrolizerze np. stacji uzdatnia wody. Z punktu widzenia energetycznego główną przemianą zachodzącą w elektrolizerze jest elektroliza. Elektroliza to proces elektrochemiczny prowadzący do rozpadu związków chemicznych na oddzielne produkty pod wpływem energii elektrycznej. Na skutek działania napięcia elektrycznego przyłożonego do roztworu przewodzącego (elektrolitu) następuje proces przemieszczania się jonów w kierunku podłączonych do układu elektrod. W elektrolizerze PEM na anodzie dochodzi do wydzielania się gazowego tlenu, natomiast wytworzone w wyniku elektrolizy protony wędrują poprzez membranę w kierunku katody. Na katodzie w wyniku reakcji katalitycznej powstaje gazowy wodór.

W demonstratorze technologii większość przemian które zachodzą dotyczy przemian fizycznych zwłaszcza termodynamicznych takich jak :

- Procesy stechiometryczne (spalanie) w silniku kogeneracyjnym i kotle gazowym - w których energia chemiczna wodoru lub gazu ziemnego zamieniana jest odpowiednio na ciepło i energię elektryczną (w silniku kogeneracyjnym) oraz ciepło (w kotle gazowym).
- Przemiana sprężania wodoru.
- Przemiana rozprężania wodoru.
- Procesy związane z przepływem ciepła.
- Procesy związane z kondensacją pary wodnej ze spalin w wymienniku odzyskowym.

W kontekście optymalizacji efektywności energetycznej wytwarzania w układzie Demonstratora technologii zastosowano dwa wymienniki odzyskujące ciepło odpadowe ze spalin z silnika kogeneracyjnego. Dodatkowo przewidziano możliwość odzysku ciepła z procesu sprężania wodoru i wprowadzenia tego ciepła do obiegu wody ciepłowniczej.

Zaproponowana koncepcja ze względu na zaproponowany sposób zasilania elektrolizera generuje pewne ograniczenia, które wynikają z dostępności maksymalnej mocy elektrycznej w sieci oraz wolumenów mocy elektrycznej do wykorzystania. Powyższe czynniki przekładają się bezpośrednio na ilość w zakresie wytwarzania energii elektrycznej i generacji ciepła, a co za tym idzie wpływa bezpośrednio na wielkość Demonstratora Technologii pod kątem odbiorców ciepła. Pewnym ograniczeniem jest maksymalna temperatura do jakiej może podgrzać czynnik silnik kogeneracyjny. W tym przypadku wynosi 90°C. Biorąc pod uwagę tabelę regulacyjną, gdzie na zasilaniu temperatura

wody sieciowej czasami przekracza 110°C, determinuje to konieczność uruchamiania kotła lub kotłów na gaz ziemny w celu podwyższenia temperatury wody sieciowej na zasilaniu. Wadą takiego rozwiązania jest zwiększony udział w bilansie energetycznym OZE energii tzw. czarnej. Udział energii OZE możliwy do realizacji w układzie bazowym wynosi 90,89%. Teoretycznie udział ten mógłby wzrosnąć do poziomu 100%, gdyby zamiast kotła na gaz ziemny zastosować kocioł wodny na wodór jednak takie rozwiązanie wymagałoby dodatkowej ilości wodoru, którego ilość powiązana jest z wielkością elektrolizera oraz zbiornikami na wodór. Poza tym znacznie mniej ciepła wytwarzane byłoby w procesie skojarzonym.

Z punktu organizacyjnego przewiduje się zarządzanie Demonstratorem Technologii z poziomu nastawni zlokalizowanej obok Ciepłowni Zachód. W ramach obsługi i nadzoru przewiduje się zatrudnienie dodatkowej osoby oraz rozszerzenie obowiązków zespołu zatrudnionego w znajdującej się nieopodal Ciepłowni Zachód.

2. Lokalizacja Demonstratora Technologii

Planowane przedsięwzięcie polegające na budowie kogeneracyjnego układu wodorowego wspomaganego magazynem ciepła realizowane będzie na terenie, którego właścicielem jest Spółka Enea Ciepło sp. z o.o., na działkach o numerach 228/2, 229/2 i 230/4. Teren ten przynależy do Ciepłowni Zachód zlokalizowanej przy ul. Starosielce 2/1 w Białymstoku.

| Nr działki | Powierzchnia |
|-------------------|---------------------|
| 228/2 | 0,8936 ha |
| 229/2 | 0,5359 ha |
| 230/4 | 1,4696 ha |
| Suma | 2,9 ha |

Obszar planowany do zabudowy w wyniku realizacji przedsięwzięcia to ok. 0,45 ha.

Teren ten zlokalizowany jest w południowo-zachodniej części miasta Białystok w dzielnicy przemysłowo-składowej Bażantarnia, w pobliżu osiedla Ścianka i przynależy do Ciepłowni Zachód.

Teren Ciepłowni Zachód w Białymstoku jest objęty miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, przyjętym Uchwałą Rady Miasta Białegostoku Nr LXI/748/06 z dnia 25 września 2006

roku w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego części osiedla Nowe Miasto w Białymstoku (w rejonie Alei I. J. Paderewskiego).

Na rysunku poniżej przedstawiono teren przeznaczony pod lokalizację planowanego przedsięwzięcia.



Rysunek 3. Teren przeznaczony pod lokalizację planowanego przedsięwzięcia (źródło: <https://geoportal360.pl/>)

Teren planowanego przedsięwzięcia jest terenem niezabudowanym. Jest to obszar od lat nieużytkowany, położony na gruncie piaszczystym (litologia – piaski, żwiry i głązy lodowcowe).

W trakcie realizacji etapu I przeprowadzono wizję terenową, która miała na celu m.in. zebranie istniejących danych na temat walorów przyrodniczych obszaru planowanej inwestycji.

Koncepcja budowy instalacji demonstracyjnej przewiduje że poszczególne jej komponenty będą w zabudowie kontenerowej.

W zakresie infrastruktury energetycznej energia elektryczna wytworzona w źródle objętym wnioskiem dostarczana będzie do sieci dystrybucyjnej lokalnego OSD tj. PGE Dystrybucja S.A. poprzez połączenie z Ciepłownią Zachód istniejącą siecią energetyczną o napięciu 15 kV.

W zakresie wyprowadzenia ciepła z demonstratora technologii w ramach przedsięwzięcia planuje się budowę w technologii preizolowanej magistralnej sieci ciepłowniczej, osiedlowej sieci ciepłowniczej i przyłączy ciepłych do odbiorców. Magistrala ciepłownicza to odcinek od układu kogeneracyjnego (demonstratora) znajdującego na działkach o numerach geodezyjnych 228/2, 229/2 obr. 07 oznaczonego jako punkt A do punktu B. Sieć osiedlowa to odcinki od punktu B do punktu C oraz od C1 do C2. Przyłącza ciepłownicze to odcinki łączące osiedlową sieć ciepłą z odbiorcami (bloki wielorodzinne położone na terenie ograniczonym ulicami: Przyrodniczą, Ekologiczną, Transportową i Piotra Łodzińskiego). Kolorem niebieskim zaznaczono trasę alternatywną magistrali sieci ciepłowniczej pomiędzy punktami A1 i A2.



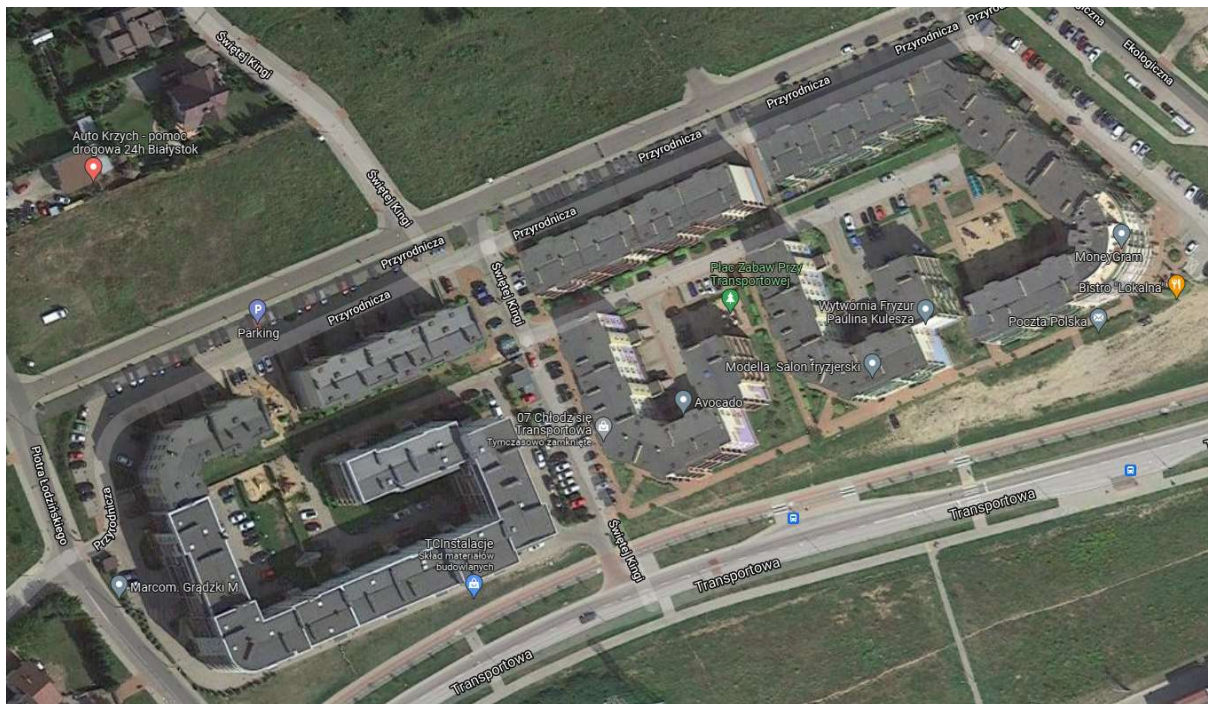
Rysunek 4. Schemat sieci ciepłowniczej Demonstratora Technologii

Część Systemu Demonstracyjnego podlegająca modernizacji została tak dobrana, aby zasilić lokale o łącznej Powierzchni Użytkowej 24 735,2 m². Wskazane poniżej budynki mieszkalne zostały oddane do eksploatacji nie później niż dnia 31 grudnia 2016 roku.

Tabela 1. Dane Odbiorców ciepła planowanych do zasilenia z Demonstratora Systemu

| L.p. | Lokalizacja obiektu | powierzchnia użytkowa budynku [m ²] | | rok oddania obiektu do eksploatacji |
|-------|--|---|----------|-------------------------------------|
| | | mieszkalne | usługowe | |
| 1. | ul. Transportowa 12, 15-399 Białystok | 2 570,4 | 347,6 | 2008 |
| 2. | ul. Transportowa 14, 15-399 Białystok | 2 747,0 | 190,8 | 2008 |
| 3. | ul. Transportowa 16, 15-399 Białystok | 4 587,2 | - | 2007 |
| 4. | ul. Przyrodnicza 3, 15-673 Białystok | 2 469,2 | - | 2008 |
| 5. | ul. Przyrodnicza 5, 15-673 Białystok | 1 674,4 | - | 2009 |
| 6. | ul. Przyrodnicza 7, 15-673 Białystok | 1 367,6 | - | 2009 |
| 7. | ul. Łódzińskiego 47, 15-672 Białystok | 2 773,4 | 134,6 | 2007 |
| 8. | ul. Ekologiczna 14, 15-673 Białystok | 2 217,5 | - | 2007 |
| 9. | ul. Ekologiczna 14a, 15-673 Białystok | 1 589,6 | - | 2007 |
| 10. | ul. Ekologiczna 16, 15-675 Białystok | 1 676,1 | 389,8 | 2007 |
| Razem | | 23 672,4 | 1062,8 | |

Wielkość demonstratora technologii w zakresie powierzchni do której dostarczane jest ciepło wynosi 24 735,2 m². W przypadku wielkości demonstratora w zakresie dostarczania ciepłej wody użytkowej powierzchnia ta również wynosi 24 735,2 m². Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono widok z góry fragmentu osiedla, które będzie zasilany w ciepłem pochodzącym z układu kogeneracyjnego demonstratora technologii.



Rysunek 5. Lokalizacja zasilana przez Demonstrator Technologii (źródło: Mapy Google)

Obiekty położone są na następujących działkach: 596/2, 596/6, 2060/1, 2060/2, 2060/3, 2060/4.

3. Projektowanie Technologii Elektrociepłowni

3.1. Wnioski dotyczące modelowania numerycznego zrealizowanego w oprogramowaniu TRNSYS

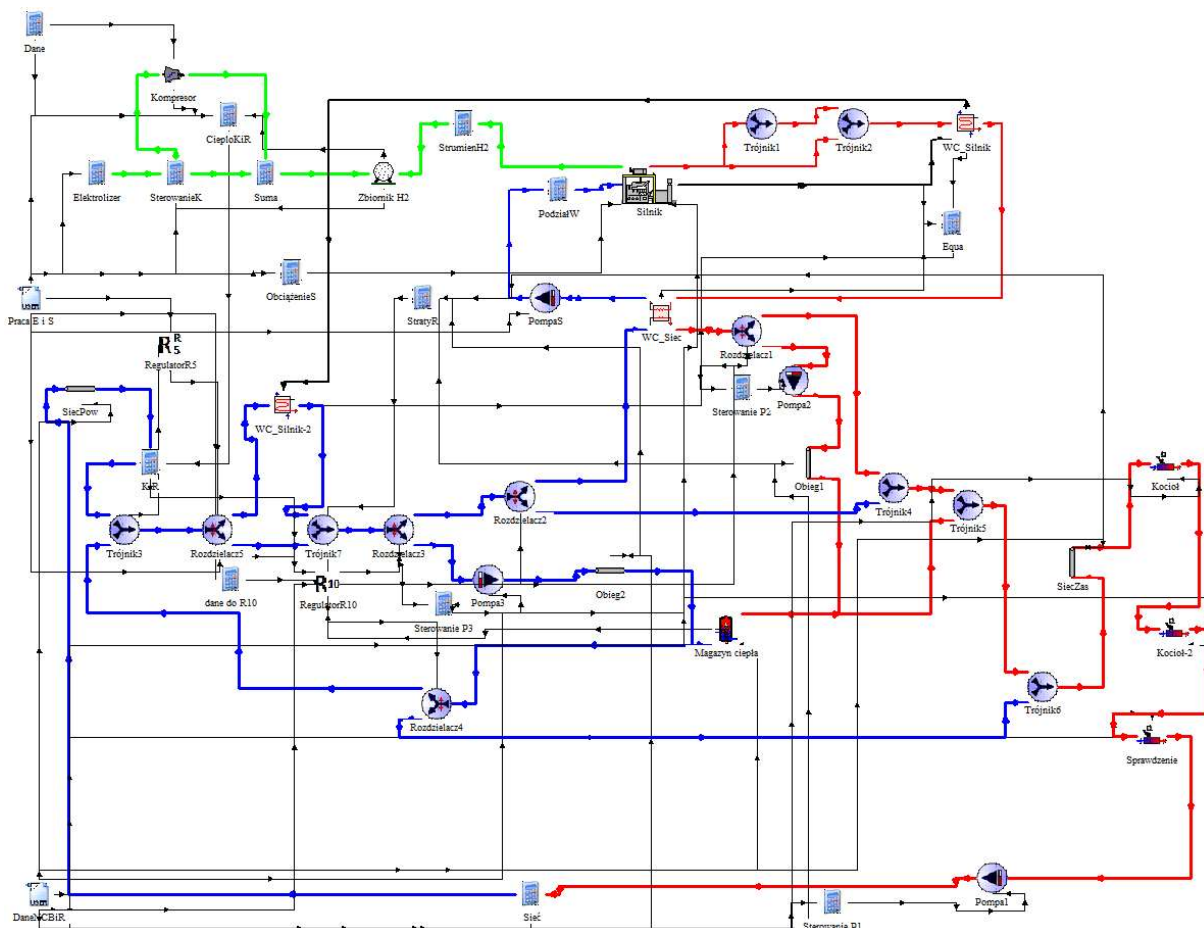
Na potrzeby modelowania numerycznego Zamawiający zdefiniował dane w postaci parametrów statycznych z podziałem na poszczególne grupy w celu wyznaczenia wskaźników techniczno-ekonomicznych oraz udziału OZE. Modelowanie numeryczne w programie TRNSYS przeprowadzane w sposób dynamiczny dla zmieniających się parametrów wejściowych dla danego okresu czasu i kroku czasowego.

Parametry wejściowe w procesie symulacji odnoszą się do:

- Parametrów otoczenia:
 - średnia temperatura powietrza,
 - nasłonecznienie powierzchni horizontalnej,

- Współczynnik odbicia promieniowania słonecznego gruntu,
- Współczynnik wykładniczy prędkości wiatru.
- Warunków pogodowych (w trybie godzinowym):
 - Temperatura suchego termometru,
 - Wilgotność względna,
 - Zawartość wilgoci,
 - Prędkość wiatru na wysokości 5 m i 100 m,
 - Kierunek wiatru,
 - Całkowite natężenie promieniowania,
 - Inne.
- Parametrów gruntu.
- Parametrów sezonu grzewczego.
- Cen energii i paliw (w trybie rocznym).
- Cen energii elektrycznej w trybie godzinowym na lata 2024, 2025, 2026.
- Cen substratów (w trybie rocznym).

Modelowanie w programie TRNSYS buduje się w graficznym interfejsie użytkownika za pomocą dostępnych komponentów poprzez ich odpowiednie połączenie i zdefiniowanie wielkości przekazywanych między poszczególnymi komponentami. Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono schemat hydrauliczny kogeneracyjnego układu wodorowego wspomaganego magazynem ciepła.



Rysunek 6. Schemat hydrauliczny modelu elektrociepłowni w programie TRNSYS

Komponentami (określanymi w programie jako typy) są modele urządzeń takie jak np. kotły, turbiny, sprężarki, zbiorniki, pompy, rurociągi, kolektory słoneczne, panele fotowoltaiczne, ale także regulatory oraz komponenty służące do wyświetlania zdefiniowanych wyników symulacji w postaci wykresów i zapisujących je do plików tekstowych. Parametry poszczególnych typów mogą być definiowane w oparciu o dane konkretnego urządzenia. Poza obszerną biblioteką typów urządzeń dostępnych z programem istnieje również możliwość zakupu bibliotek innych modeli opracowanych przez zewnętrznych dostawców. Można także tworzyć własne typy poprzez zaprogramowanie ich w języku Fortran lub C++.

W modelu wykorzystano następujące komponenty programu TRNSYS:

- Type9e – odczyt danych z plików,
- Type167 – kompresor wodoru,
- Type164b – zbiornik wodoru,
- Type907 – silnik kogeneracyjny,
- Type11h – trójniki,

- Type11f – rozdzielacze,
- Type5b – wymiennik ciepła woda-woda
- Type5g – wymiennik ciepła woda-spaliny,
- Type110 – pompy,
- Type31 – rurociągi,
- Type138 – kotły szczytowe,
- Type340 – sezonowy magazyn ciepła,
- Equa – kalkulatory obliczeniowe,
- Type65c – drukarki do odczytu danych,

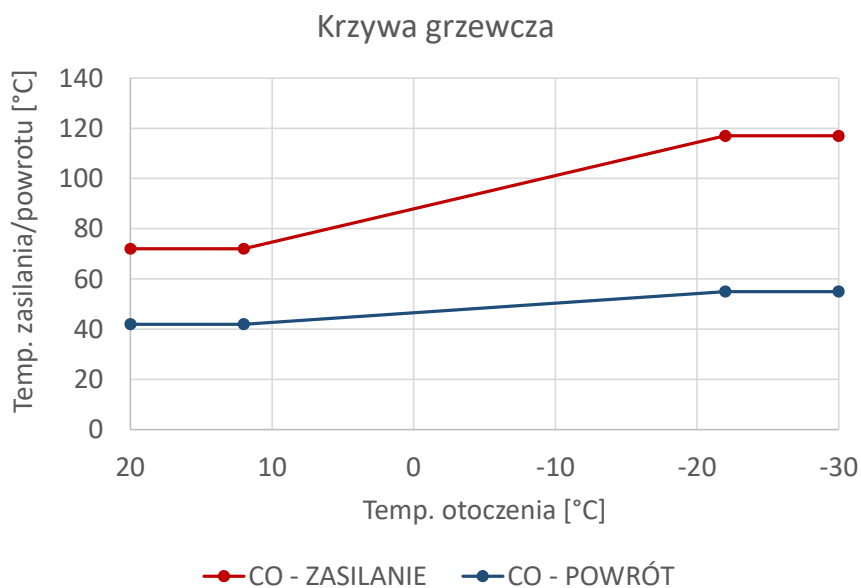
oraz dwa zdefiniowane typy własne:

- Type214 – ReglatorR5 – regulator do sterowania pracą rozdzielacza 5,
- Type215 – ReglatorR10 – regulator do sterowania pracą rozdzielaczy 1-4.

Proces modelowania polega na doborze konfiguracji układu oraz wielkości poszczególnych urządzeń i opracowywaniu algorytmów sterujących w celu zapewnienia jego optymalnej pracy. Po każdym wprowadzeniu zmian uruchamiany jest proces obliczeniowy, po którym następuje analiza uzyskanych wyników dająca wnioski do kolejnych prac modelowych.

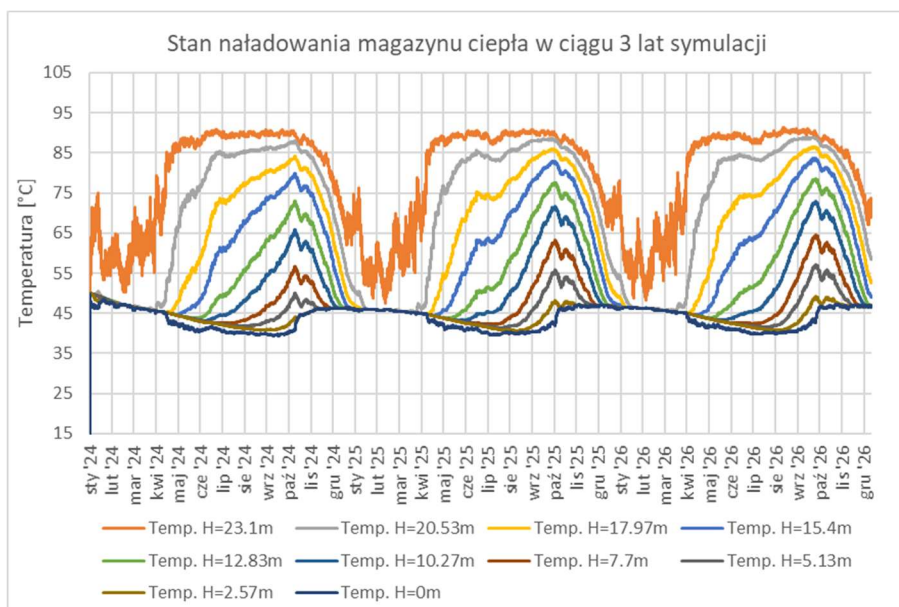
Parametry wody sieciowej zmieniają się w następującym zakresie:

- przepływ: 886–17 432 kg/h,
- temperatura wody na powrocie: 40–55°C,
- temperatura wody na zasilaniu: 60 -117°C.



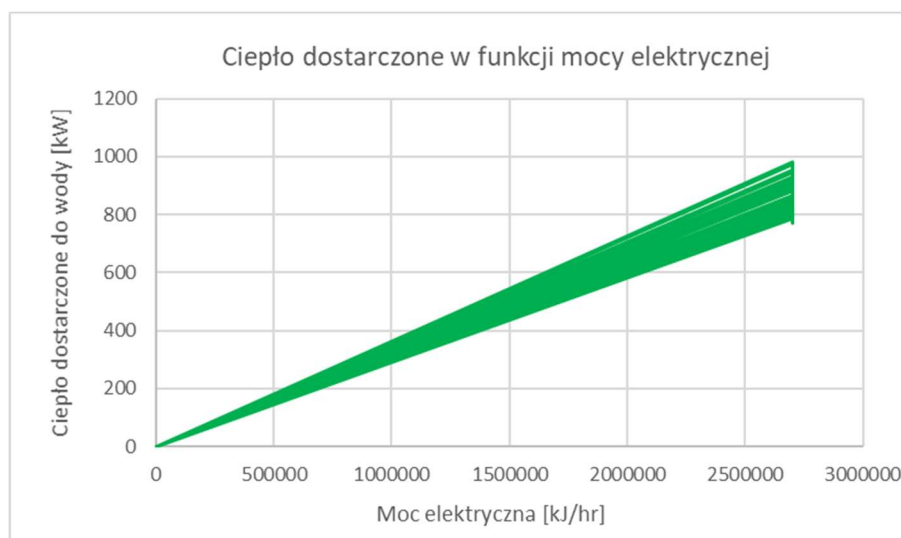
Rysunek 7. Krzywa grzewcza modelu sieci ciepłowniczej

Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono przykładowy rozkład temperatury wody w magazynie ciepła w ciągu 3 lat symulacji.



Rysunek 8. Rozkład temperatury w sezonowym magazynie ciepła

Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono wykres energii cieplnej wyprodukowanej w kogeneracji



Rysunek 9. Energia w postaci ciepła pozyskana z kogeneracji

Wynikiem prac modelowych była optymalizacja poprzez odpowiednie dobranie wskaźników algorytmów decydujących o częstotliwości pracy elektrolizera i silnika, tak aby uzyskać odpowiedni udział energii ze źródła odnawialnego w całościowym bilansie energetycznym układu.

3.2. Wnioski dotyczące osiągnięcia Wymagań Obligatoryjnych i Konkursowych

W ramach realizacji projektu zaproponowany układ demonstracyjny osiągnął i potwierdził wszystkie dotyczące go wymagane Obligatoryjne. W poniższej tabeli wyspecyfikowano wymagania obligatoryjne wraz z informacją o ich spełnieniu.

Tabela 2. Zestawienie wymagań obligatoryjnych

| L.p. | Nazwa Wymagania Obligatoryjnego | Spełnienie wymagania |
|---|---------------------------------|----------------------|
| 1. | Kogeneracja 100% OZE | SPEŁNIONE |
| Wykonawca w celu spełnienia powyższego wymagania oświadcza, że do zasilenia kogeneracji – silnika gazowego – został zastosowany wodór zielony wyprodukowany w elektrolizerze zasilanym 100% energią elektryczną wyprodukowaną z źródeł OZE. | | |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2. | Zdolność sprzedaży energii elektrycznej | SPEŁNIONE |
| <p>Energia elektryczna wytworzona w źródle objętym wnioskiem dostarczana będzie do sieci dystrybucyjnej lokalnego OSD tj. PGE Dystrybucja S.A. poprzez połączenie z Ciepłownią Zachód siecią o napięciu 15 kV. W związku z tym istnieją techniczne warunki przyłączenia i wyprowadzenia mocy poprzez istniejącą infrastrukturę energetyczną.</p> <p>Zasady sprzedaży energii elektrycznej określone zostały na poziomie Grupy Kapitałowej Enea. W związku z powyższym zastosowane zostaną mechanizmy:</p> <ul style="list-style-type: none"> – energia elektryczna zakupywana będzie przez Enea Trading sp. z o.o., która jednocześnie jest uczestnikiem Rynku Bilansującego. – funkcję podmiotu odpowiedzialnego za bilansowanie handlowe dla Enea Ciepło sp. z o.o. pełnić będzie Enea S.A. <p>Jako że Enea Trading stanowi aktualnie Centrum Handlu Hurtowego w ramach Grupy oraz wykonuje m.in. na rzecz Enea Ciepło Oddział Elektrociepłownia usługi związane z całością handlu hurtowego energią elektryczną (zarządza portfelem kontraktów na rynku hurtowym energii elektrycznej), spółka ta posiada i wykorzystuje wszelkie niezbędne narzędzia informatyczne umożliwiające handel energią elektryczną.</p> | | |
| 3. | Źródła OZE w lokalnym systemie energetycznym | SPEŁNIONE |
| <p>Wykonawca w ramach spełnienia wymagania planuje zakupić energię elektryczną (na podstawie listów intencyjnych) z OZE znajdujących się w promieniu 40 km od Demonstratora od następujących wytwórców:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adler Biogaz Sp. z o.o. (Ryboły 1/1, 16-060 Zabłudów) Biogazownia rolnicza – o mocy elektrycznej 1,000 MWe 2. POLBIOGAZ 3 sp. z o.o. Krasowo Cząstki 55 18-212 Nowe Piekuty Biogazownia rolnicza o mocy elektrycznej 0,779 MWe. <p><i>Wykonawca w celu zakupu energii elektrycznej z OZE ma zadeklarowany przez Dostawców łączny wolumen 9 500 MWh w skali roku.</i></p> <p>Planowana ilość do zakontraktowania energii OZE na potrzeby Demonstratora w okresie od 1 kwietnia do 31 marca następnego roku przyjęto wolumen zakupionej energii elektrycznej na poziomie 8 757,39 MWh co po przeliczeniu daje 31 526,60 GJ.</p> | | |
| 4. | Uwarunkowania dla modelowania | SPEŁNIONE |
| 5. | Zasilanie Magazynu Sezonowego | SPEŁNIONE |

W ramach wniosku Wykonawca proponuje zastosowanie sezonowego magazynu ciepła zasilanego ciepłem wytwarzanym w Kogeneracji OZE.

| | | |
|----|---|-----------|
| 6. | Zakaz zakupu ciepła | SPEŁNIONE |
| 7. | Udział Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) w Demonstratorze Technologii | SPEŁNIONE |

$$OZE = OZE_{\text{zakup}} + OZE_{\text{dolne}} + OZE_{\text{biogaz}} + OZE_{\text{PV}} + OZE_{\text{wiatr}} + OZE_{\text{kolektor}} + OZE_{\text{lokal}} + OZE_{\text{wodór}}$$

Wykonawca nie przewiduje:

1. Zakupu energii elektrycznej OZE od dostawców zewnętrznych i sklasyfikowanej jako pochodząca z odnawialnych źródeł energii w rozumieniu ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii - z gwarancją lub świadectwem pochodzenia w rozumieniu tej ustawy – OZE_{zakup}
2. Pobierania energii z dolnych źródeł przez pompy ciepła – OZE_{dolne}
3. Energii cieplnej i elektrycznej uzyskanych z biogazu rolniczego pochodzącego z produkcji własnej – OZE_{biogaz}
4. Energii wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną Demonstratora Technologii – OZE_{PV}
5. Energii wyprodukowanej przez instalację wiatraków Demonstratora Technologii – OZE_{wiatr}
6. Energii wyprodukowanej przez kolektory słoneczne, Demonstratora Technologii – OZE_{kolektor}
7. Zakupu energii wyprodukowanej z wodoru z OZE, dostarczonej spoza Demonstratora Technologii – $OZE_{\text{wodór}}$

ZMAGAZYNU energia pobrana z magazynu sezonowego

CZARNA suma wszystkich energii wprowadzonych do Demonstratora Technologii, wykorzystanych na potrzeby produkcji ciepła użytkowego, a nie będących energią *OZE* lub *ZMAGAZYNU* oraz naddatku zakupionej energii *OZE*, jeśli zakupiono więcej niż $15\% * (OZE + ZMAGAZYNU + CZARNA)$.

$$\%OZE = \frac{OZE + ZMAGAZYNU}{OZE + ZMAGAZYNU + CZARNA} \cdot 100 = 90,89\%$$

Obliczenia zostały przeprowadzone za okres 1 kwietnia 2024 do kończąco 31 marca 2025 .

| | | |
|----|--|-----------|
| 8. | Modelowanie numeryczne Demonstratora Technologii | SPEŁNIONE |
|----|--|-----------|

| | | |
|---|---|-------------|
| 9. | Skalowalność i replikowalność | SPEŁNIONE |
| <p>Wykonawca spełniając warunek skalowalności i replikowalności gwarantuje, że Technologia zastosowana w Demonstratorze Technologii, bez potrzeby zmian integralnych elementów wchodzących w skład instalacji, będzie skalowalna w górę, czyli mogła zostać zastosowana w innych systemach elektrociepłowniczych do mocy zainstalowanej cieplnej 20 MW_t. Zmiana skali nie powoduje zmiany w Technologii, a tylko zmiany w wielkości lub liczbie stosowanych urządzeń. Na obecnym etapie nie identyfikuje istotnych ograniczeń technicznych dla skalowalności zaproponowanej Technologii.</p> <p>Przy czym należy zwrócić uwagę na fakt, że zastosowanie takiego układu w innej lokalizacji wymagać będzie każdorazowej analizy rzeczywistych parametrów sieci ciepłowniczej. Ponadto konieczna będzie szczegółowa analiza lokalizacji pod kątem możliwości budowy, wyprowadzenia energii elektrycznej itd.</p> | | |
| 10. | Wykorzystanie pomp ciepła | NIE DOTYCZY |
| 11. | Wykorzystanie instalacji fotowoltaicznych | NIE DOTYCZY |
| 12. | Wykorzystanie instalacji kolektorów słonecznych | NIE DOTYCZY |
| 13. | Wykorzystanie magazynów energii elektrycznej | NIE DOTYCZY |
| 14. | Warunki techniczne elementów przesyłowych sieci ciepłowniczej | SPEŁNIONE |
| 15. | Warunki techniczne kotłów elektrodowych | NIE DOTYCZY |
| 16. | Magazyn/y biogazu | NIE DOTYCZY |
| 17. | Nowe urządzenia i materiały | SPEŁNIONE |
| 18. | Temperatura i ilość ciepłej wody użytkowej | SPEŁNIONE |

| | | |
|--|--|-------------|
| 19. | Komfort cieplny Odbiorców | SPEŁNIONE |
| 20. | Spójność Systemu Demonstracyjnego | SPEŁNIONE |
| W Systemie Demonstracyjnym istnieje co najmniej jedno wspólne źródło ciepła (będące elementem składowym Systemu Demonstracyjnego), z którego ciepło dostarczane jest bez zmiany na inną formę energii do wszystkich Odbiorców Końcowych, bez wymogu pracy ciągłej. | | |
| 21. | Dostarczanie ciepłej wody użytkowej | SPEŁNIONE |
| 22. | Wielkość Demonstratora Technologii | SPEŁNIONE |
| 23. | Udział powierzchni użytkowej Lokali Mieszkalnych | SPEŁNIONE |
| <p>Uzasadnienie wypełnienia wymagania</p> <p>Należy przedstawić uzasadnienie wypełnienia wymagania, w tym w szczególności należy podać:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obliczenie współczynnika udziału powierzchni użytkowej Lokali Mieszkalnych. $W_M = \frac{P_M}{P_C} = \frac{23\,672,4\text{ m}^2}{24\,735,2\text{ m}^2} \cdot 100 = 95,7\%$ <p>W związku z tym, że W_M ma być większe bądź równie 80% warunek został spełniony</p> | | |
| 24. | Warunki ogólne dotyczące biogazowni oraz warunki techniczne rurociągów do przesyłu biogazu/biometanu | NIE DOTYCZY |
| 25. | Bezodorowość | NIE DOTYCZY |
| 26. | Utrzymanie Udziału Odnawialnych Źródeł Energii w Demonstratorze Technologii | SPEŁNIONE |
| 27. | Zapewnienie ciągłości dostaw ciepła | SPEŁNIONE |
| 28. | Ograniczenie emisji zanieczyszczeń i ochrona przed hałasem w Kogeneracji OZE | SPEŁNIONE |

Proponowany przez Wykonawcę Demonstrator spełniać będzie wszystkie wymagane przepisami normy środowiskowe. Przy czym należy podkreślić, że proponowana przez Wykonawcę Technologia jest prawie zeroemisyjna, a więc jej wpływ na środowisko będzie znikomy. Niemniej jednak w ramach Etapu 1, rozpoczęto prace nad uzyskaniem pozwoleń środowiskowych. W kontekście spełnienia norm emisji hałasu należy zaznaczyć, że urządzenia, które będą instalowane w ramach Demonstratora posiadają swoje osłony akustyczne, które wpływają na ograniczenie hałasu emitowanego do środowiska.

| | | |
|-----|---|-----------|
| 29. | Bezpieczeństwo - zapewnienie standardów BHP i ppoż. | SPEŁNIONE |
| 30. | Opomiarowanie i sterowanie manualne | SPEŁNIONE |
| 31. | Urządzenia pomiarowo-kontrolne | SPEŁNIONE |
| 32. | System sterowania i kontroli procesu | SPEŁNIONE |
| 33. | Serwis gwarancyjny | SPEŁNIONE |
| 34. | Szkolenie | SPEŁNIONE |
| 35. | Instrukcje | SPEŁNIONE |
| 36. | Lokalizacja Demonstratora Technologii | SPEŁNIONE |
| 37. | Zmiana demonstracji determinowana budżetem | SPEŁNIONE |

W ramach wymagań konkursowych: uzyskano następujące wartości

Tabela 3. Zestawienie wymagań konkursowych

| L.p. | Nazwa Wymagania Konkursowego | Uzyskana wartość |
|------|--|---|
| 1. | Efektywność ekonomiczna Demonstratora Technologii | -14 122 976,64 PLN/ok 3 lata |
| 2. | Udział Odnawialnych Źródeł Energii w Demonstratorze Technologii | 90,89 % |
| 3. | LCOH | 74,65 PLN/GJ 268,73 PLN/MWh |
| 4. | Dostarczanie ciepłej wody użytkowej | 24735,2 m ² |
| 5. | Wielkość Demonstratora Technologii | 24735,2 m ² |
| 6. | Cena za realizację Etapu I | 406 504,07 PLN (netto) 500 000,00 PLN (brutto) |
| 7. | Wynagrodzenie za realizację Etapu II | 28 915 000,00 netto 35 565 450,00 brutto |
| | Finansowanie zewnętrzne realizacji Etapu II | 0,00 netto 0,00 brutto |
| | Cena realizacji Etapu II (suma wynagrodzenia za realizację Etapu II i finansowania zewnętrznego) | 28 915 000,00 PLN (netto) 35 565 450,00 PLN (brutto) |

3.3. Kogeneracja

Zastosowanie układów kogeneracyjnych zdecydowanie wpływa na aspekty pozytywne niż negatywne. W przedmiotowym rozwiązaniu zaproponowano silnik kogeneracyjny zasilany wyłącznie wodorem o mocy elektrycznej 750 kW_e oraz mocy cieplnej 747 kW_t. W układzie kogeneracyjnym energia elektryczna i ciepło wytwarzane są jednocześnie co prowadzi do wielu zalet takich jak:

- Wysoki poziom sprawności całkowitej wytwarzania energii elektrycznej i ciepła wynoszący w tym przypadku 82,2% (sprawność wytwarzania energii elektrycznej 41,2%, oraz sprawność wytwarzania ciepła 41,0%).
- Aspekt ekonomiczny wynikający z oszczędności kosztów paliwa w porównaniu do wytwarzania w układach rozdzielonych.
- Znacznie niższa emisja zanieczyszczeń w porównaniu do wytwarzania w układach rozdzielonych (w tym przypadku – zerowa emisja CO₂).
- Przewaga tego typu rozwiązań w aspekcie konkurencyjności w tym możliwość oferowania ciepła w przystępnych cenach.
- Wspierające dążenie dla zdecentralizowanych form wytwarzania energii, a co za tym idzie niższe straty przesyłowe, poprawa bezpieczeństwa energetycznego.
- Duża elastyczność i niezawodność.
- Możliwość rozbudowy układu do trybu trójgeneracyjnego ze względu na produkcję chłodu np. w okresie letnim w czasie niskiego zapotrzebowania na ciepło.
- Redukcja śladu środowiskowego.

Niestety tego typu układy posiadają również wady. Najważniejsze z nich to:

- Wysoki koszt nakładów inwestycyjnych.
- Wysoki koszt serwisu.

4. Analiza kosztów ciepła

4.1. Analiza LCOH

Zasadnicze czynniki mające wpływ na wartość LCOH to:

- nakłady inwestycyjne poniesione na realizację Demonstratora Technologii do momentu przekazania do eksploatacji,
- nakłady odtworzeniowe, poniesione w czasie eksploatacji Demonstratora Technologii w roku k od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji i instalacji odbiorczych,
- nakłady operacyjne, w tym koszty dostaw paliw i energii, eksploatacji i przeglądów, napraw itp. Demonstratora Technologii, poniesione w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji oraz instalacji odbiorczych,
- wartość rezydualna środków trwałych, składowych Demonstratora Technologii,
- współczynnik dyskonta wartości nakładów, wartości rezydualnych, kosztów i wartości wytworzonej energii, właściwy dla roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,
- współczynnik δk korekcyjny kosztów Demonstratora Technologii poniesionych w roku k od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,
- ilość energii cieplnej sprzedanej odbiorcom w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, wyrażona w MWh.

W tabeli zamieszczonej poniżej przedstawiono wyniki obliczeń LCOH.

Tabela 4. Wyniki obliczeń wskaźnika LCOH

| Opis | | SUMA |
|--|-----|------------------|
| CAPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) wsp kor | PLN | 9 506 814,40 zł |
| WARTOŚĆ REZYDUALNA CIEPŁO wsp kor | PLN | 236 903,05 zł |
| CAPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) | PLN | 28 915 000,00 zł |
| WARTOŚĆ REZYDUALNA CIEPŁO | PLN | 721 000,00 zł |
| Nakłady na infrastrukturę Energii Ciepłej | PLN | 10 089 168,27 zł |
| Wartość rezydualna infrastruktury Energii Ciepłej | PLN | 26 000,00 zł |
| Nakłady na infrastrukturę Energii Elektrycznej | PLN | - zł |
| Wartość rezydualna infrastruktury Energii Elektrycznej | PLN | - zł |
| Nakłady na infrastrukturę Energii Elektrycznej i Ciepłej | PLN | 18 825 831,73 zł |
| Wartość rezydualna infrastruktury Energii Elektrycznej i Ciepłej | PLN | 695 000,00 zł |
| OPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) wsp kor | PLN | 13 010 272,54 |
| OPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) | PLN | 39 579 559,12 |

| | | |
|--|----------------|------------------|
| OPEX WYTWARZANIE EC | PLN | 16 746 560,04 |
| OPEX WYTWARZANIE EE | PLN | - |
| OPEX WYTWARZANIE E+C | PLN | 22 832 999,09 |
| | | - |
| Współczynnik Korekcyjny δ_k | % | |
| Energia cieplna użytkowa dostarczona do odbiorców z E+C skoj | MWh | 52 325,84 |
| Energia cieplna użytkowa dostarczona do odbiorców z EC | MWh | 15 799,51 |
| Sprzedana energia elektryczna ze źródeł E+C skoj | MWh | 55 619,75 |
| Sprzedana energia elektryczna odbiorców ze źródeł EE | MWh | - |
| | | - |
| DYSKONTO | | |
| CAPEX | PLN | 9 506 814,40 zł |
| Wartość rezydualna | PLN | 113 146,22 zł |
| OPEX | PLN | 8 913 746,25 zł |
| Suma kosztów pomniejszona o wartość rezydualną | PLN | 18 307 414,43 zł |
| Efekt | MWh | 68 125,35 |
| LCOH | PLN/MWh | 268,73 zł |
| | PLN/GJ | 74,65 zł |

4.2. Analiza efektywności ekonomicznej Demonstratora Technologii

Zasadnicze czynniki mające wpływ na wartość Efektywność ekonomiczna Demonstratora Technologii to:

- całkowity przychód osiągnięty w związku ze sprzedażą ciepła Odbiorcom Końcowym oraz energii elektrycznej sprzedanej do sieci elektroenergetycznej,
- nakłady inwestycyjne poniesione na realizację Demonstratora Technologii do momentu przekazania do eksploatacji,
- nakłady operacyjne, w tym koszty dostaw paliw i energii, eksploatacji i przeglądów, napraw itp. Demonstratora Technologii, poniesione w roku i , obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji oraz instalacji odbiorczych.

W tabeli zamieszczonej poniżej przedstawiono wyniki obliczeń wskaźnika efektywności ekonomicznej Demonstratora Technologii.

Tabela 5. Wyniki obliczeń wskaźnika efektywności ekonomicznej Demonstratora Technologii

| Pozycja / w roku | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|--|-------------------|----------|-----------------------|------------------|------------------|
| Sprzedaż ciepła i energii elektrycznej | PLN | | 1 254 985,91 zł | 1 334 454,84 zł | 1 678 276,96 zł |
| Energia elektryczna zakupiona | MWh | | 8 874,417 | 8 930,748 | 8 991,537 |
| Energia elektryczna sprzedana | MWh | | 2 170,500 | 2 183,250 | 2 197,500 |
| B. Średnioroczne koszty operacyjne | PLN | | 4 701 449,60 zł | 4 660 198,71 zł | 5 559 246,05 zł |
| B.1. Zakup substratów | PLN | | - zł | - zł | - zł |
| B.2. Zakup materiałów | PLN | | 113 195,69 zł | 116 428,80 zł | 114 966,03 zł |
| B.3. Zakup energii elektrycznej | PLN | | 3 675 528,01 zł | 3 628 010,47 zł | 4 016 770,51 zł |
| B.4. Koszt pracy usług obcych | PLN | | - zł | - zł | - zł |
| B.5. Koszt pracy ze stawek godzinowych | PLN | | 137 888,43 zł | 140 646,20 zł | 143 459,12 zł |
| B.6. Pozostałe koszty | PLN | | 774 837,46 zł | 775 113,24 zł | 1 284 050,39 zł |
| Wynik ekonomiczny wytwarzania ciepła (rentowność) | PLN | | -3 446 463,68 zł | -3 325 743,87 zł | -3 880 969,09 zł |
| C. CAPEX | PLN | 28915000 | 0 | 0 | 0 |
| Efektywność ekonomiczna Demonstratora Technologii | PLN/3 lata | | -14 122 976,64 | | |

5. Uwarunkowania formalno-prawne dotyczące Technologii Elektrociepłowni

5.1. Zidentyfikowane bariery prawne ustalone na przykładzie Demonstratora

Wnioskodawca nie zidentyfikował tego typu barier przy realizacji przedmiotowego projektu.

5.2. Wpływ polityki energetycznej Unii Europejskiej z uwzględnieniem taksonomii klimatycznej na wdrażanie Technologii Elektrociepłowni

14 lipca 2021 r. Komisja Europejska opublikowała pakiet regulacyjny „Fit for 55”¹ stawiając w ten sposób ważny krok w kierunku ambitnej dekarbonizacji gospodarki i dążenia do neutralności gospodarczej. Pakiet legislacyjny skierowany jest na ogólne zmniejszenie emisyjności w Unii Europejskiej o 55% do 2030 roku.

Jednym z założeń pakietu Fit for 55 jest dekarbonizacji sektora gazu, czyli stopniowe odchodzenie od wykorzystywania paliw kopalnych i zastępowanie ich gazami odnawialnymi, takimi jak biometan czy waśnie wodór.

W grudniu 2021 roku, aby umożliwić realizację założeń Europejskiego Zielonego Ładu, Komisja Europejska zaproponowała zwiększone wsparcie dla wodoru. Przedstawiono plany dotyczące rynku czystego wodoru, z myślą, że od 2030 roku będzie on w pełni uregulowany, podobnie jak obecny rynek gazu i energii elektrycznej – powstać ma dedykowana struktura zarządzania dla tego sektora – Europejska Sieć Operatorów Sieci Wodorowych.

Wykorzystanie wodoru w energetyce i przemyśle wpisuje się również w założenia tzw. taksonomii, czyli jednolitej klasyfikacji działań na rzecz zrównoważonego rozwoju (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje oraz zmiany rozporządzenia (UE) 2019/2088²).

Rozporządzenie to ustanawia jasne kryteria kwalifikacji różnych rodzajów działalności gospodarczej i tworzy mechanizm ukierunkowujący przepływ kapitałów publicznych i prywatnych w kierunku

¹ Witryna internetowa Komisji Europejskiej: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_pl [dostęp: 19.01.2022].

² Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje oraz zmiany rozporządzenia (UE) 2019/2088, Dz. Urz. UE L 198.

zrównoważonych inwestycji, które mają służyć osiągnięciu przez Unię Europejską neutralności klimatycznej do 2050 roku.

Kryteria zawarte w dokumencie pozwalają uznać, czy konkretna działalność gospodarcza wnosi istotny wkład w realizację jednego z 6 celów środowiskowych wymienionych w rozporządzeniu:

- a) łagodzenie zmian klimatu;
- b) adaptacja do zmian klimatu;
- c) zrównoważone wykorzystywanie i ochrona zasobów wodnych i morskich;
- d) przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym;
- e) zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrola;
- f) ochrona i odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów,

oraz czy działalność ta nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych.

Działalność gospodarcza oraz inwestycje w zakresie produkcji wodoru, magazynowania wodoru oraz magazynowania energii elektrycznej (magazynowanie wodoru w celu przetworzenia go z powrotem w energię elektryczną jest uważane za część tej działalności) mogą zostać zakwalifikowane jako zrównoważone środowiskowo, ponieważ wnoszą istotny wkład w realizację pierwszego z celów – łagodzenie zmian klimatu. Działalności te wpływają bowiem na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, zgodnie z zapisami Rozporządzenia, poprzez:

- „produkowanie czystych i wydajnych paliw ze źródeł odnawialnych lub neutralnych pod względem emisji dwutlenku węgla”,
- „stworzenie infrastruktury energetycznej wymaganej do obniżenia emisyjności systemów energetycznych”.

W taksonomii zwrócono jednak uwagę na sposób produkcji wodoru – docelowo ma być on produkowany wyłącznie z odnawialnych źródeł, aby spełniać drugie kryterium określone w taksonomii, tzn. nie wyrządzać poważnych szkód względem pozostałych celów środowiskowych.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje oraz zmiany rozporządzenia (UE) 2019/2088 tworzy więc korzystne warunki regulacyjne dla uruchamiania nowych inwestycji w zakresie technologii czystego wodoru.

Szczegółowe techniczne kryteria kwalifikacji służące określeniu czy dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem pozostałych celów środowiskowych zostały określone w osobnym Rozporządzeniu Komisji Europejskiej³.

W europejskie plany związane z wykorzystaniem wodoru między innymi do produkcji energii doskonale wpisuje się uchwalona w 2021 roku przez Radę Ministrów „Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040”⁴ **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..** Jednym z jej celów jest „wdrożenie technologii wodorowych w energetyce i ciepłownictwie”. Wodór jest przedstawiony w dokumencie jako nośnik energii, który może być wykorzystywany do procesów magazynowania energii oraz paliwo do produkcji energii elektrycznej i ciepła w kogeneracyjnych układach energetycznych opartych na technologii ogniów paliwowych.

³ Rozporządzenie Delegowane Komisji z dnia 4 czerwca 2021 r. (UE) 2021/2139 uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych, Dz. Urz. UE L 442.

⁴ Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Warszawa, październik 2021, <https://www.gov.pl/attachment/4c261e63-f57d-48e3-b451-10b235aa2de8> [dostęp: 19.01.2022].

6. Harmonogram budowy instalacji Demonstratora Technologii

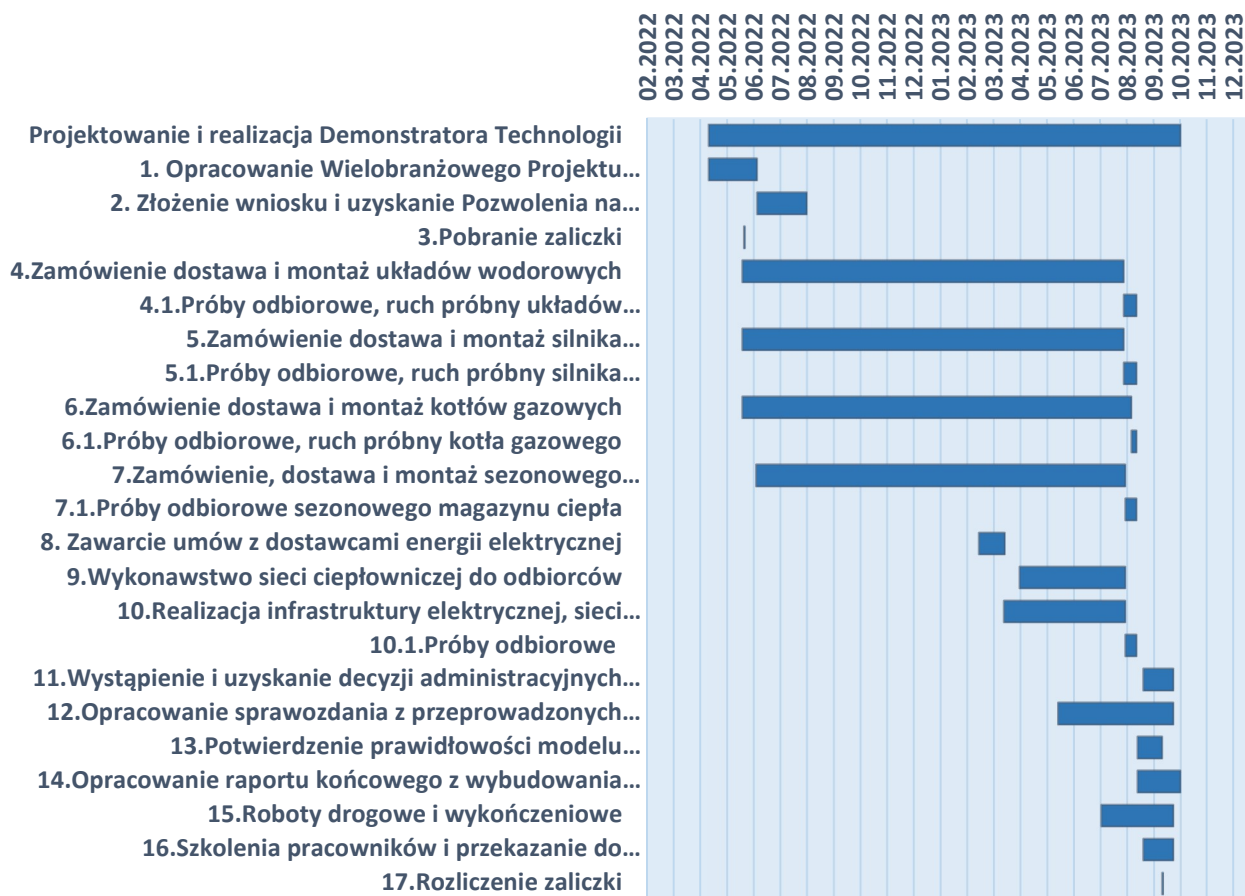
W tabeli zamieszczonej poniżej przedstawiono harmonogram budowy Demonstratora Technologii.

Tabela 6. Harmonogram budowy demonstratora technologii

| Czynność | Rozpoczęcie | czas trwania | Zakończenie |
|---|-------------------|--------------|-------------|
| Projektowanie i realizacja Demonstratora Technologii | 2022-04-21 | 548 | 2023-10-21 |
| 1. Opracowanie Wielobranżowego Projektu Budowlanego Demonstratora Technologii | 2022-04-21 | 56 | 2022-06-16 |
| 2. Złożenie wniosku i uzyskanie Pozwolenia na budowę Demonstratora Technologii | 2022-06-16 | 58 | 2022-08-13 |
| 3. Pobranie zaliczki | 2022-06-01 | 1 | 2022-06-01 |
| 4. Zamówienie dostawa i montaż układów wodorowych | 2022-05-30 | 443 | 2023-08-16 |
| 4.1. Próby odbiorowe, ruch próbny układów wodorowych | 2023-08-16 | 15 | 2023-08-31 |
| 5. Zamówienie dostawa i montaż silnika kogeneracyjnego | 2022-05-30 | 443 | 2023-08-16 |
| 5.1. Próby odbiorowe, ruch próbny silnika kogeneracyjnego | 2023-08-16 | 15 | 2023-08-31 |
| 6. Zamówienie dostawa i montaż kotłów gazowych | 2022-05-30 | 452 | 2023-08-25 |
| 6.1. Próby odbiorowe, ruch próbny kotła gazowego | 2023-08-25 | 6 | 2023-08-31 |
| 7. Zamówienie, dostawa i montaż sezonowego magazynu ciepła | 2022-06-15 | 429 | 2023-08-18 |
| 7.1. Próby odbiorowe sezonowego magazynu ciepła | 2023-08-18 | 13 | 2023-08-31 |
| 8. Zawarcie umów z dostawcami energii elektrycznej | 2023-03-01 | 30 | 2023-03-31 |
| 9. Wykonawstwo sieci ciepłowniczej do odbiorców | 2023-04-17 | 123 | 2023-08-18 |
| 10. Realizacja infrastruktury elektrycznej, sieci ciepłych, wody DEMi oraz przyłączenie do systemu dystrybucyjnego | 2023-03-30 | 141 | 2023-08-18 |
| 10.1. Próby odbiorowe | 2023-08-18 | 13 | 2023-08-31 |
| 11. Wystąpienie i uzyskanie decyzji administracyjnych do komercyjnego użytkowania Demonstratora Technologii. | 2023-09-08 | 35 | 2023-10-13 |
| 12. Opracowanie sprawozdania z przeprowadzonych prac badawczo-rozwojowych | 2023-06-01 | 134 | 2023-10-13 |
| 13. Potwierdzenie prawidłowości modelu numerycznego opracowanego w programie TRNSYS po zakończeniu rozruchu gorącego Demonstratora. | 2023-09-01 | 29 | 2023-09-30 |

| | | | |
|--|-------------------|----|------------|
| 14.Opracowanie raportu końcowego z wybudowania i przekazania do eksploatacji Demonstratora Technologii | 2023-09-01 | 50 | 2023-10-21 |
| 15.Roboty drogowe i wykończeniowe | 2023-07-21 | 84 | 2023-10-13 |
| 16.Szkolenia pracowników i przekazanie do eksploatacji | 2023-09-08 | 35 | 2023-10-13 |
| 17.Rozliczenie zaliczki | 2023-09-30 | 1 | 2023-10-01 |

Na rysunku zamieszczonym poniżej przedstawiono wykres Gantta dla harmonogramu realizacji inwestycji.



Rysunek 10. Wykres Gantta dla harmonogramu realizacji inwestycji

7. Skalowalność i replikowalność Technologii Elektrociepłowni

7.1. Skalowalność

Kogeneracyjny układ wodorowy wspomagany magazynem ciepła może być skalowalny w górę. Zaproponowane rozwiązanie w tym projekcie cechuje się stosunkowo niewielką mocą elektryczną i ciepłą, dlatego w kontekście skalowalności należy rozważać układy o znacznie większych mocach. Zmiana skali nie powoduje konieczności zmiany w technologii ani zmiany w kontekście integracji poszczególnych elementów demonstratora. W przypadku skalowania zaproponowanej technologii zmianie ulegną jedynie wielkości lub liczba zastosowanych poszczególnych urządzeń. W zależności od potrzeb można dobierać te same urządzenia pod kątem wymaganych mocy. Nie ma również żadnych przeciwwskazań, aby dla zapewnienia większych mocy cieplnych stosować po kilka tych samych urządzeń np. dwa lub trzy silniki, dwa lub trzy elektrolizery itd. w zależności potrzeb odbiorców końcowych. Należy jednak pamiętać, że przeskalowaniu musi ulec cała struktura infrastruktury towarzysząca począwszy od doprowadzenia mediów, poprzez zapewnienie zasilania energią elektryczną elektrolizerów, a skończywszy na układzie wyprowadzenia mocy elektrycznej i ciepła. Należy również zauważyć, że każdorazowo jeżeli układ będzie poddany przeskalowaniu wówczas należy przeprowadzić na nowo:

- proces modelowania numerycznego uwzględniający nowe warunki brzegowe (przepływy, temperatury, ciśnienia, moce),
- proces optymalizacji i sterowania zaproponowanego rozwiązania,
- analizę wrażliwości,
- proces doboru i optymalizacji wielkości sezonowego magazynu ciepła,
- proces analizy oddziaływania na środowisko,
- analizę współpracy z nową lub istniejącą siecią ciepłowniczą (tabele regulacyjne, dobór pomp wody sieciowej itd.).
- analizę dostępności energii elektrycznej w sieci pochodzącej z lokalnych źródeł OZE i możliwości jej zakontraktowania.

7.2. Replikowalność

Zastosowana koncepcja kogeneracyjnego układu wodorowego wspomaganego magazynem ciepła jest w pełni replikowalna. Tym samym odwzorowanie zastosowanego rozwiązania i metody w innej lokalizacji nie stanowi bariery. Należy zaznaczyć, że zaproponowane rozwiązanie bazuje na zasilaniu go energią elektryczną pochodzącą od lokalnych źródeł OZE przez co zmiana lokalizacji nie wpływa w istotny sposób na funkcjonowanie zaproponowanej technologii. W kontekście zastosowania replikowalności pewne nakłady pracy dla osiągnięcia oczekiwanej funkcjonalności demonstratora technologii wiązałyby się z przeprowadzeniem analiz pod kątem dostępności mediów, gazu dostępności, dostępnych wolumenów energii i mocy w sieci energetycznej oraz korekty obliczeń wynikającej z uwarunkowań pracy sieci ciepłowniczej (tabela regulacyjna, przepływy, ciśnienia itd.). Należy podkreślić że zaproponowana technologia jest uniwersalna i może pracować zastosowana w innych systemach ciepłowniczych z uwzględnieniem z uwarunkowań lokalnych.

7.3. Potencjał dostosowania Demonstratora Technologii do zmian na rynku energii i ciepła

Sukcesywna termomodernizacja budynków oraz postępujące zmiany klimatyczne sprawiają iż prognozują się mniejsze zapotrzebowanie obiektów na cele grzewcze. Dodatkowo rozwój nowoczesnych sieci ciepłowniczych zakłada zmianę parametrów zasilania (tzw. tabeli regulacyjnej) umożliwiającej dostawę ciepła o obniżonych parametrach przy jednoczesnym zachowaniu wszelkich parametrów jakościowych co pozwoli na ograniczenie strat ciepła. Całość prowadzonych działań pozwoli na zapewnienie dostawy ciepła w nowoczesnych technologiach z indywidualnym dotarciem do odbiorców przy jednoczesnym zmniejszeniu strat ciepła na przesyłce co w konsekwencji umożliwi zmniejszenie zużycia surowców naturalnych i dbałość o środowisko. Zaproponowana technologia pod względem barier nie stanowi ograniczeń wykonalności ponieważ większość jej komponentów stanowią zintegrowane moduły o różnych wielkościach i parametrach technicznych. W zakresie skalowalności i replikowalności zastosowanego rozwiązania również nie ma barier, które mogłyby wpływać na ograniczenia w tym względzie. Dodatkową przewagą zaproponowanego rozwiązania jest duża elastyczność i niezawodność. Pod względem elastyczności można również analizować w pozytywnym aspekcie gotowość do zmiany parametrów w kontekście tendencji do obniżania parametrów temperaturowych sieci ciepłowniczej oraz zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło, które wynika z działań termomodernizacyjnych budynków. Zaproponowana koncepcja także jest elastyczna w

przypadku konieczności zasilania większej liczby odbiorców, w tym również ciepła na produkcję chłodu w okresie letnim. W takim przypadku dla istniejącego układ zachodziłaby konieczność przeskalowania pod względem zainstalowanej mocy cieplnej w układzie kogeneracyjnym (zastosowanie silnika kogeneracyjnego o większej mocy cieplnej) lub dostawienie drugiej jednostki. Dodatkowe zmiany zachodziłyby w obszarze wytwarzana większej ilości wodoru i tym samym zastosowania elektrolizera o większej wydajności lub dostawienie drugiego. W końcowym etapie dla zapewnienia większych ilości ciepła ale również w aspekcie bezpieczeństwa dostawienie dodatkowego kotła lub kotłów szczytowych zasilanych gazem ziemnym. W przypadku istniejącego sezonowego magazynu ciepła wymagane byłoby rozpatrzenie dodatkowego sezonowego magazynu ciepła lub modernizacji istniejącego. Kolejną przewagą i zaletą zaproponowanej koncepcji jest możliwość jej rozbudowy istniejącego układu o układy absorpcyjne do produkcji i zaopatrzenia odbiorców w chłód. Źródłem ciepła potrzebnego do wytwarzania chłodu w agregacie absorpcyjnym byłoby ciepło nadmiarowe zgromadzone w sezonowym magazynie ciepła lub bezpośrednio dostarczany przez układ kogeneracyjny. Takie działanie dodatkowo wpływałoby na poprawę efektywność całego procesu i konkurencyjności zastosowanej technologii. Dodatkowo dostarczany chłód jako nośnik energii w okresie letnim zaspakajałby dodatkowe potrzeby odbiorców końcowych.

8. Komponent Technologiczny

Wykonawca w ramach zaproponowanej koncepcji nie będzie tworzył komponentu technologicznego.

9. Obliczenia

I. Obliczanie wartości LCOH

- LCOH – uśredniony koszt dostarczania ciepła Odbiorcom przez Demonstrator Technologii w okresie eksploatacji Demonstratora wynoszącym 25 lat poczynając od dnia 1 kwietnia 2024.

$$LCOH = \frac{CAPEX_0 * \sum_{k=1}^{25} \frac{\delta_k}{25} + \sum_{k=1}^{25} (\delta_k * \frac{CAPEX_k + OPEX_k - REZ_k}{DYSK_k})}{\sum_{k=1}^{25} (\delta_k * \frac{EC_k}{DYSK_k})}$$

gdzie:

$LCOH$ – uśredniony koszt ciepła obliczony dla Demonstratora Technologii dla okresu 25 lat poczynając od 1 kwietnia 2024 roku,

δ_k - korekcyjny kosztów Demonstratora Technologii poniesionych w roku k od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, obliczony przy użyciu wzoru:

$$\delta_k = \frac{EC_k}{EC_k + 2,5 * EL_k}$$

k – indeks wyliczeniowy, określający rok, dla którego obliczane są składowe, przyjmujący wartość z zakresu od 1 do 25,

$CAPEX_0$ – nakłady inwestycyjne poniesione na realizację Demonstratora Technologii do momentu przekazania do eksploatacji, w części; wartość $CAPEX_0$ nie może być niższa niż kwota wydatkowana przez Zamawiającego na realizację Etapu II Przedsięwzięcia;

$CAPEX_k$ – nakłady odtworzeniowe, poniesione w czasie eksploatacji Demonstratora Technologii w roku k od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji i instalacji odbiorczych w sposób opisany wzorem:

$$CAPEX_k = ODT_{WYT_k} + ODT_{DYS_k} + ODT_{ODB_k}$$

gdzie:

ODT_{WYT_k} – nakłady odtworzeniowe w obszarze wytwarzania, ponoszone z tytułu starzenia k się instalacji i urządzeń. Odtworzenie dotyczy składnika aktywów Demonstratora w całości w okresie jego eksploatacji w roku k , liczonym od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

ODT_{DYS_k} – nakłady odtworzeniowe w obszarze dystrybucji, ponoszone z tytułu starzenia k się instalacji i urządzeń. Odtworzenie dotyczy składnika aktywów Demonstratora w całości w okresie jego eksploatacji w obszarze przesyłu ciepła, poniesione w roku k liczonym od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

ODT_{ODB_k} – nakłady odtworzeniowe w obszarze instalacji odbiorczych, ponoszone z tytułu k starzenia się instalacji i urządzeń. Odtworzenie dotyczy składnika aktywów Demonstratora w całości w okresie jego eksploatacji w obszarze instalacji odbiorczych, poniesione w roku k liczonym od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego;

$OPEX_k$ - nakłady operacyjne, w tym koszty dostaw paliw i energii, eksploatacji i przeglądów, napraw itp. Demonstratora Technologii, poniesione w roku k liczonym od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji oraz instalacji odbiorczych w sposób opisany wzorem:

$$OPEX_k = PAL_{WYT k} + OBS_{WYT k} + NKO_{WYT k} + PAL_{DYS k} + OBS_{DYS k} + NKO_{DYS k} + PAL_{ODB k} + O$$

gdzie:

$PAL_{WYT k}$ – koszty paliw i energii zużytych w obszarze wytwarzania Demonstratora Energii k w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, OBS_{WYT} – koszty konserwacji, przeglądów i napraw w obszarze wytwarzania k Demonstratora Energii w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$NKO_{WYT k}$ – narzut na koszty ogólne w obszarze wytwarzania Demonstratora Energii w k roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$PAL_{DYS k}$ – koszty energii zużytej w obszarze przesyłu ciepła Demonstratora Energii w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$OBS_{DYS k}$ – koszty konserwacji, przeglądów i napraw w obszarze przesyłu ciepła k Demonstratora Energii w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$NKO_{DYS k}$ – narzut na koszty ogólne w obszarze przesyłu ciepła Demonstratora Energii w k roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$PAL_{ODB k}$ – koszty energii zużytej w obszarze instalacji odbiorczych Demonstratora Energii k w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$OBS_{ODB k}$ – koszty konserwacji, przeglądów i napraw w obszarze instalacji odbiorczych k Demonstratora Energii w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

$NKO_{ODB k}$ – narzut na koszty ogólne w obszarze instalacji odbiorczych Demonstratora k Energii w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego;

REZ_k – wartość rezydualna środków trwałych, składowych Demonstratora Technologii, podlegających likwidacji w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego,

EC_k – ilość energii cieplnej sprzedanej odbiorcom w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, wyrażona w MWh,

EL_k – ilość sprzedanej energii elektrycznej w roku k licząc od dnia 1 kwietnia do 31 marca roku kolejnego, wyrażona w MWh,

$DYSK_k$ – współczynnik dyskonta wartości nakładów, wartości rezydualnych, kosztów i wartości wytworzonej

Tabela 7. Wyniki obliczeń wskaźnika LCOH oraz dane wejściowe

| Opis | | SUMA |
|--|----------------|------------------|
| CAPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) wsp kor | PLN | 9 506 814,40 zł |
| WARTOŚĆ REZYDUALNA CIEPŁO wsp kor | PLN | 236 903,05 zł |
| CAPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) | PLN | 28 915 000,00 zł |
| WARTOŚĆ REZYDUALNA CIEPŁO | PLN | 721 000,00 zł |
| Nakłady na infrastrukturę Energii Ciepłej | PLN | 10 089 168,27 zł |
| Wartość rezydualna infrastruktury Energii Ciepłej | PLN | 26 000,00 zł |
| Nakłady na infrastrukturę Energii Elektrycznej | PLN | - zł |
| Wartość rezydualna infrastruktury Energii Elektrycznej | PLN | - zł |
| Nakłady na infrastrukturę Energii Elektrycznej i Ciepłej | PLN | 18 825 831,73 zł |
| Wartość rezydualna infrastruktury Energii Elektrycznej i Ciepłej | PLN | 695 000,00 zł |
| | | |
| OPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) wsp kor | PLN | 13 010 272,54 |
| OPEX CIEPŁO (Wytwarzanie+Dystrybucja+Odbiór) | PLN | 39 579 559,12 |
| OPEX WYTWARZANIE EC | PLN | 16 746 560,04 |
| OPEX WYTWARZANIE EE | PLN | - |
| OPEX WYTWARZANIE E+C | PLN | 22 832 999,09 |
| | | |
| Współczynnik Korekcyjny δ_k | % | - |
| Energia cieplna użytkowa dostarczona do odbiorców z E+C skoj | MWh | 52 325,84 |
| Energia cieplna użytkowa dostarczona do odbiorców z EC | MWh | 15 799,51 |
| Sprzedana energia elektryczna ze źródeł E+C skoj | MWh | 55 619,75 |
| Sprzedana energia elektryczna odbiorców ze źródeł EE | MWh | - |
| | | |
| DYSKONTO | | |
| CAPEX | PLN | 9 506 814,40 zł |
| Wartość rezydualna | PLN | 113 146,22 zł |
| OPEX | PLN | 8 913 746,25 zł |
| Suma kosztów pomniejszona o wartość rezydualną | PLN | 18 307 414,43 zł |
| Efekt | MWh | 68 125,35 |
| LCOH | PLN/MWh | 268,73 zł |
| | PLN/GJ | 74,65 zł |

II. Efektywność ekonomiczna Demonstratora Technologii – efekt ekonomiczny Demonstratora Technologii w okresie od 1 stycznia 2024 do 31 grudnia 2026 r.

$$EE = \sum_{i=1}^3 PRZYCHÓD_i - \left(\frac{3}{25} \cdot CAPEX + \sum_{i=1}^3 OPEX_i \right)$$

gdzie:

EE – efektywność ekonomiczna Demonstratora Technologii, obliczona za okres 3 lat od 1 stycznia 2024 r.,

i – indeks wyliczeniowy przyjmujący wartości naturalne od 1 do 3,

$PRZYCHÓD_i$ – całkowity przychód osiągnięty w związku ze sprzedażą ciepła Odbiorcom Końcowym, energii elektrycznej wypracowanych przez Demonstrator Technologii w roku i , przy czym do obliczenia przychodu ze sprzedaży ciepła należy użyć LCOH.

$CAPEX$ - nakłady inwestycyjne poniesione na realizację Demonstratora Technologii do momentu przekazania do eksploatacji; wartość CAPEX musi być równa kwocie przewidzianej przez Wnioskodawcę do wydatkowania na realizację Etapu II Przedsięwzięcia,

$OPEX_i$ - nakłady operacyjne, w tym koszty dostaw paliw i energii, eksploatacji i przeglądów, napraw itp. Demonstratora Technologii, poniesione w roku i , obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji oraz instalacji odbiorczych

Tabela 8. Wyniki obliczeń efektywności ekonomicznej Demonstratora Technologii oraz dane wejściowe

| Pozycja / w roku | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|--|-----|------|------------------|------------------|------------------|
| Sprzedaż ciepła i energii elektrycznej | PLN | | 1 254 985,91 zł | 1 334 454,84 zł | 1 678 276,96 zł |
| B. Średnioroczne koszty operacyjne | PLN | | 4 701 449,60 zł | 4 660 198,71 zł | 5 559 246,05 zł |
| B.1. Zakup substratów | PLN | | - zł | - zł | - zł |
| B.2. Zakup materiałów | PLN | | 113 195,69 zł | 116 428,80 zł | 114 966,03 zł |
| B.3. Zakup energii elektrycznej | PLN | | 3 675 528,01 zł | 3 628 010,47 zł | 4 016 770,51 zł |
| B.4. Koszt pracy usług obcych | PLN | | - zł | - zł | - zł |
| B.5. Koszt pracy ze stawek godzinowych | PLN | | 137 888,43 zł | 140 646,20 zł | 143 459,12 zł |
| B.6. Pozostałe koszty | PLN | | 774 837,46 zł | 775 113,24 zł | 1 284 050,39 zł |
| Wynik ekonomiczny | PLN | | -3 446 463,68 zł | -3 325 743,87 zł | -3 880 969,09 zł |

| | | | | | |
|--|-----------------------|----------|---|---|-------------------------|
| wytwarzania ciepła (rentowność) | XXXXXXXXXX | | | | |
| C. CAPEX | PLN | 28915000 | 0 | 0 | 0 |
| Efektywność ekonomiczna Demonstratora Technologii | PLN/3 lata | | | | -14 122 976,64 z |

III. Udział Odnawialnych Źródeł Energii w Demonstratorze Technologii

$$\%OZE = \frac{OZE + ZMAGAZYNU}{OZE + ZMAGAZYNU + CZARNA} \cdot 100$$

$$OZE = OZE_{zakup} + OZE_{dolne} + OZE_{biogaz} + OZE_{PV} + OZE_{wiatr} + OZE_{kolektor} + OZE_{lokal}$$

Gdzie:

OZE_{zakup} suma zakupionej energii elektrycznej OZE zakupionej od dostawców zewnętrznych i sklasyfikowanej jako pochodząca z odnawialnych źródeł energii w rozumieniu ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii - z gwarancją lub świadectwem pochodzenia w rozumieniu tej ustawy;

OZE_{lokal} suma zakupionej energii elektrycznej OZE od lokalnych dostawców energii elektrycznej OZE jednoznacznie wskazanych we Wniosku, oddanych do eksploatacji nie później niż w dniu złożenia Wniosku, z elektrowni odległej nie dalej niż 40 km od Demonstratora Technologii

OZE_{dolne} suma energii pobranej z dolnych źródeł przez pompy ciepła, o ile dolne źródło jest OZE

OZE_{biogaz} suma energii cieplnej i elektrycznej uzyskanych z biogazu pochodzącego z produkcji własnej, wykorzystanych na potrzeby produkcji ciepła

OZE_{PV} energia wyprodukowana przez instalację fotowoltaiczną Demonstratora Technologii, wykorzystana na potrzeby produkcji ciepła

OZE_{wiatr} energia wyprodukowana przez instalację wiatraków Demonstratora Technologii, wykorzystana na potrzeby produkcji ciepła

$OZE_{kolektor}$ energia wyprodukowana przez kolektory słoneczne Demonstratora Technologii, wykorzystana na potrzeby produkcji ciepła

$ZMAGAZYNU$ energia pobrana z magazynu sezonowego

CZARNA suma wszystkich energii wprowadzonych do Demonstratora Technologii, wykorzystanych na potrzeby produkcji ciepła użytkowego, a nie będących energią *OZE* lub *ZMAGAZYNU* oraz nadatku zakupionej energii *OZE*, jeśli zakupiono więcej niż $15\% \cdot (OZE + ZMAGAZYNU + CZARNA)$.

$$\%OZE = \frac{OZE + ZMAGAZYNU}{OZE + ZMAGAZYNU + CZARNA} \cdot 100 =$$

$$\frac{7583,92 + 896,39}{7583,92 + 896,39 + 849,73} \cdot 100 = 90,89\%$$

Podstawowe dane wytwórcze oraz bilansowe w okresie 1.04.2024 - 31.03.2025 podano w poniższych tabelach.

Tabela 9. Czas pracy jednostek wytwórczych

| praca, h | 1.04.2024 - 31.03.2025 |
|----------------------|------------------------|
| kocioł K1 | 2233 |
| kocioł K2 | 200 |
| silnik kogeneracyjny | 2861 |

Tabela 10. Zapotrzebowanie na energię elektryczną przez Demonstrator Technologii, MWh

| | 1.04.2024 - 31.03.2025 |
|--------------|------------------------|
| elektrolizer | 8670,00 |
| PompaS | 6,99 |
| Pompa1 | 6,54 |
| Pompa2 | 1,63 |
| Pompa3 | 2,45 |
| Sprężarka | 64,92 |
| Kocioł 1 | 4,47 |
| Kocioł 2 | 0,40 |

Tabela 11. Produkcja ciepła i energii elektrycznej

| | Produkcja ciepła lub energii elektrycznej, MWh (1.04.2024 - 31.03.2025) |
|---|--|
| Produkcja energii elektrycznej w silniku kogeneracyjny (do sieci elektroenergetycznej), MWh | 2145,75 |
| Produkcja ciepła użytkowego w silniku kogeneracyjny (do odbiorców), MWh | 2029,76 |

| | |
|--|--------|
| Produkcja ciepła użytkowego w kotle K1 (do odbiorców), MWh | 608,49 |
| Produkcja ciepła użytkowego w kotle K2 (do odbiorców), MWh | 50,57 |

10. Bezpieczeństwo

Zaproponowana koncepcja instalacji sama w sobie podnosi poziom bezpieczeństwa dostaw ciepła dla odbiorców. Taki stan rzeczy wynika bezpośrednio z zastąpienia wyeksploatowanych i awaryjnych jednostek wytwórczych opalanych węglem. Oczywiście istnieje ryzyko również awarii samego układu kogeneracyjnego. Jednak w zaproponowanym rozwiązaniu zastosowano szereg rozwiązań które przyczyni się do znaczącego podniesienia bezpieczeństwa dostaw ciepła. Istnieje kilka scenariuszy zasilania w ciepło odbiorców nawet w przypadku wystąpienia poważnej awarii poszczególnych kluczowych elementów instalacji wodorowej.

Scenariusz 1. Awaria elektrolizera

W przypadku awarii elektrolizera wystąpi przerwa w produkcji i dostawie wodoru do silnika, a co za tym idzie brak możliwości wytwarzania ciepła i energii elektrycznej w silniku kogeneracyjnym. Praca silnika będzie trwała tak długo jak pozwoli ilość zamagazynowanego wodoru w zbiorniku, aż do jego bezpiecznego opróżnienia. Istnieje również możliwość uzupełniania zbiornika na wodór, wodorem wyprodukowanym w innych instalacjach.

Rozwiązanie

Na etapie utworzonej koncepcji przewidziano możliwość spalania gazu ziemnego w silniku kogeneracyjnym. Dodatkowo zgromadzone ciepło w sezonowym magazynie ciepła również pokryje częściowo zapotrzebowanie na ciepło. W przypadku większego zapotrzebowania na ciepło uruchomione zostaną oba kotły szczytowe na gaz o mocy 500 kW_t każdy.

Scenariusz 2. Awaria silnika kogeneracyjnego

W przypadku awarii silnika kogeneracyjnego występuje problem wytwarzaniem głównego źródła ciepła.

Rozwiązanie

W przypadku awarii silnika kogeneracyjnego wymagana ilość ciepła zostanie pobrana z sezonowego magazynu ciepła, a w razie potrzeby dodatkowa ilość ciepła dostarczona poprzez uruchomienie dwóch kotłów szczytowych opalanych gazem ziemnym o mocy 500 kW każdy.

Analizując poszczególne tryby pracy kogeneracyjnego układu wodorowego wspomaganego magazynem ciepła oprócz aspektów czysto ekologicznych głównym priorytetem stanowiło zagwarantowanie bezpieczeństwa dostaw ciepła. Zaproponowany układ pod względem bezpieczeństwa został kompleksowo przeanalizowany, a powstałe ryzyka braku dostaw ciepła z instalacji ograniczone do minimum.

11. Informacje dodatkowe

Zidentyfikowane czynniki służące celom przedsięwzięcia:

- upowszechnienie technologii odnawialnych źródeł energii w polskim elektrociepłownictwie,
- ochrona powietrza i klimatu,
- dekarbonizacja i osiągnięcie neutralności klimatycznej (zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto) do 2050r. zgodnie z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu,
- polityka zrównowalonego rozwoju,
- rozwój technologiczny i procesowy,
- dewersyfikacja źródeł wytwórczych,
- wzrost zatrudnienia.

W zakresie postulatów jakie można wystosować to:

- dodatkowe ulgi podatkowe dla przedsiębiorców realizujące badania badawczo-rozwojowe,
- uproszczone procedury i skrócenie czasu pozyskiwania wymaganych zgód i pozwoleń,
- dopłaty do tzw. taryf wodorowych,
- wsparcie i inicjatywa dla producentów na terenie Polski w obszarze wytwórczym poszczególnych kluczowych komponentów.

12. Dane Wykonawcy

12.1. dane adresowe oraz rejestrowe

| | | |
|--|---|--|
| LIDER KONSORCJUM | Pełna nazwa Lidera Konsorcjum | Enea Ciepło spółka z ograniczoną odpowiedzialnością |
| | Forma prawna | Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością |
| | Adres z kodem pocztowym | ul. Warszawska 27, 15-062 Białystok |
| | Nr telefonu | tel. 85 654 98 67 |
| | E-mail | cieplo@enea.pl |
| | NIP | 5420201908 |
| | REGON | 050038558 |
| Imiona i nazwiska osób upoważnionych do reprezentowania i składania oświadczeń woli w imieniu Wnioskodawcy | 1. Cezary Ołdakowski – Prezes Zarządu 2. Tomasz Matan – Wiceprezes Zarządu ds. Operacyjnych 3. Jerzy Maciej Kraszewski - Wiceprezes Zarządu ds. Finansowych | |
| PARTNER | Pełna nazwa Członka Konsorcjum | Zakłady Pomiarowo - Badawcze Energetyki „ENERGOPOMIAR” Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością |
| | Forma prawna | Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością |
| | Adres z kodem pocztowym | ul. gen. J. Sowińskiego 3, 44-100 Gliwice |
| | Nr telefonu | tel. 32 237 68 00 |
| | E-mail | sekretariat@energopomiar.com.pl |
| | NIP | 631-010-00-29 |
| | REGON | 271061709 |
| Imiona i nazwiska osób upoważnionych do reprezentowania i składania oświadczeń woli w imieniu Wnioskodawcy | Robert Witek – Prezes Zarządu | |

12.2. opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie działalności badawczo-rozwojowej

Enea Ciepło sp. z o.o. prowadzi szeroko zakrojoną działalność innowacyjną w obszarze telemetrii. Jest to dynamicznie rozwijająca się dziedzina, która obecnie integruje w firmie zarówno automatykę obiektową (pogodową) jak i również układy pomiarowe energii cieplnej, czy parametry sieci cieplnej. Spółka posiada mocno zaawansowany wdrożeniowo system telemetrii węzłowej, który poprzez swoją

unikalną elastyczność rozprzestrzenił się na inne obszary działalności firmy, pełniąc wysoko zaawansowane funkcje nadzorczo-eksploatacyjno-analityczne dla szerokiego grona odbiorców: od eksploatacji bieżącej po pogotowie ciepłownicze, dyspozycje mocy, obsługę klienta, analizy audytowe, czy informacje dla URE.

Zakłady Pomiarowo - Badawcze Energetyki „ENERGOPOMIAR” Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością jest firmą świadczącą kompleksowe, eksperckie usługi inżynierskie. Realizuje prace pomiarowe i doradcze dla energetyki, ciepłownictwa, sektora komunalnego oraz przemysłu chemicznego, papierniczego, rafineryjnego, cementowego, wydobywczego, gazownictwa i innych sektorów.

Firma od ponad 70 lat nieprzerwanie stanowi element polskiego rynku usług inżynierskich i doradczych w procesach energetycznych i ochrony środowiska, co przekłada się na aktywny udział w zachodzących w sektorze energetyki, ciepłownictwa i przemysłu zmianach. Spółka wspiera klientów w transformacji ukierunkowanej na neutralność klimatyczną i wdrażaniu nowych technologii – między innymi związanych z wykorzystaniem zielonego wodoru.

Główne obszary usług badawczo-rozwojowych oraz pomiarowych:

- » **Diagnostyka eksploatacyjna:** Pomiary i badania cieplne bloków energetycznych, urządzeń energetycznych i ciepłno-mechanicznych (wszystkie typy kotłów i turbin, a także urządzenia pomocnicze, w tym wszystkie typy zespołów młynowych, wentylatorów, pomp, chłodni, układów chłodzenia i układów ciepłowniczych). Analizy techniczno-ekonomiczne dotyczące procesów technologicznych w elektrowniach i elektrociepłowniach. Doradztwo dotyczące optymalizacji pracy bloków i urządzeń, efektywności energetycznej, kogeneracji wysokosprawnej, zielonej energii oraz rynku mocy. Audyty energetyczne. Doradztwo przy pozyskiwaniu białych certyfikatów.
- » **Autorskie systemy informatyczne:** TKE® (Techniczna Kontrola Eksploatacji) i SAI™ (System Analiz Inżynierskich) – modułowe narzędzia informatyczne do kontroli i optymalizacji procesów energetycznych i przemysłowych, obejmujące wskaźniki efektywnościowe i środowiskowe.

- » **Diagnostyka materiałowa:** Diagnostyka materiałowa i ocena stanu technicznego urządzeń i instalacji. Diagnostyka rurociągów z analizą wytrzymałościową i naprężeń stanów rzeczywistych. Badania korozyjne materiałów. Konserwacja urządzeń na czas postoju.
- » **Badania, pomiary i analizy środowiskowe:** Pomiary emisji i urządzeń ochrony powietrza, pomiary AST/QAL2. Pomiary hałasu. Pomiary rtęci. Monitoring środowiska w rejonie obiektów przemysłowych i składowisk odpadów, badania odpadów. Doradztwo w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym. Doradztwo w zakresie ochrony środowiska, analizy śladu środowiskowego, węglowego i wodnego. Pozwolenia środowiskowe. Pozwolenia i oceny wodnoprawne. Ekspertyzy hydrogeologiczne. Doradztwo w zakresie raportowania niefinansowego.
- » **Technologia wody i ścieków:** Badania technologiczne wód, kondensatów, ścieków sanitarnych i przemysłowych. Prognozy, bilanse jakościowe i ilościowe strumieni w obrębie gospodarki wodno-ściekowej. Ocena jakości i przydatności źródeł wód dla różnych zastosowań. Analizy oddziaływania obszarów gospodarki ściekowej na środowisko pod kątem dostosowania do wymagań wynikających z przepisów prawa. Pomiary odbiorowe i gwarancyjne obiektów gospodarki wodno-ściekowej. Pomiary eksploatacyjne. Optymalizacja pracy urządzeń i instalacji oraz procesów technologicznych. Innowacyjna metody usuwania amoniaku i boru ze ścieków.
- » **Systemy pomiarów fizykochemicznych:** Kompleksowe usługi w zakresie systemów pomiarowych parametrów fizykochemicznych wody i pary.
- » **Chemia energetyczna:** Trawienie i dmuchanie nowych i modernizowanych kotłów, w tym z wykorzystaniem technologii cichego dmuchania. Chemiczne czyszczenie urządzeń i instalacji energetycznych, w tym czyszczenie turbin piana. Kontrola energetycznych i ciepłowniczych obiegów wodno-parowych.
- » **Analizy laboratoryjne:** Akredytowane analizy chemiczne i fizykochemiczne (paliwa, wody i ścieki, uboczne produkty spalania, sorbenty i produkty IOS, oleje, smary, przetwory naftowe, odpady komunalne, materiały i surowce budowlane, gleby i grunty). Analizy paliw i odpadów paleniskowych do określania emisji CO₂. Outsourcing usług laboratoryjnych.
- » **Testy i badania odbiorowe:** Testy zgodności nowych jednostek wytwórczych typu C i D przyłączanych do sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej podlegających wymaganiom kodeksów

sieci NC RfG i NC ER. Pomiary gwarancyjne w zakresie badań systemu pomiarów i wizualizacji oraz układów automatycznej regulacji (UAR). Badania odbiorcze istniejących jednostek wytwórczych (testy okresowe i kontrolne) podlegających wymaganiom IRiESP, IRiESD oraz planowi testów SGU.

- » **Nadzór i doradztwo inwestycyjne:** Doradztwo w przetargach. Opracowywanie studiów wykonalności i specyfikacji istotnych warunków zamówienia. Inżynier Kontraktu i wsparcie dla inwestorów. Claim management. Monitoring finansowy inwestycji, analizy ekonomiczne, wyceny. Niezależny doradca techniczny dla banków i instytucji finansowych. Due diligence. Ocena stanu technicznego i ekspertyzy kominów, nadzór przy rozbiórkach i wyburzeniach obiektów przemysłowych. Nadzór nad rozruchami.

Technologie wodorowe

Wdrażanie technologii wodorowych i produkcja zielonego wodoru wymaga kompleksowego podejścia, dlatego w ramach usług w tym obszarze oferujemy:

- Doradztwo w zakresie wyboru optymalnych rozwiązań do produkcji oraz zagospodarowania zielonego paliwa, w tym wielowariantowe analizy koncepcyjne i studia wykonalności.
- Doradztwo w zakresie ochrony środowiska – wsparcie przy pozyskiwaniu lub aktualizacji wymaganych prawem pozwoleń środowiskowych.
- Doradztwo i nadzór na każdym etapie procesu inwestycyjnego.
- Doradztwo formalno-prawne, w tym również wsparcie w zakresie poszukiwania zewnętrznych źródeł finansowania z programów krajowych i unijnych.

Akredytacje i uprawnienia

Energopomiar posiada akredytacje PCA nr AB 550 zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025 dla Laboratorium Inżynierii Środowiska oraz nr AP 131 dla laboratorium wzorcującego. Spółka posiada również uznanie Urzędu Dozoru Technicznego do wykonywania badań laboratoryjnych w zakresie badań niszczących i nieniszczących.

12.3. opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie branży ciepłowniczej

Enea Ciepło sp. z o.o. – Lider Konsorcjum

Użytkownikiem Demonstratora oraz Liderem Konsorcjum jest ENEA Ciepło Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością z siedzibą w Białymstoku. Enea Ciepło jest spółką należącą do Grupy Kapitałowej ENEA. Celem Spółki jest prowadzenie działalności w obszarze wytwarzania energii elektrycznej oraz wytwarzania i dystrybucji ciepła.

ENEA Ciepło Sp. z o.o. poprzednio działała jako Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Spółka z o.o. z siedzibą w Białymstoku, powołana Uchwałą Rady Miasta Nr XXXVIII/386/92 z dnia 31.08.1992 r., na bazie majątku przekształconego Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej w Białymstoku. Do września 2014 roku właścicielem 100% udziałów była Gmina Białystok. Od dnia 16.11.2017 r. Spółka działa pod firmą ENEA Ciepło Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

Jest wpisana w Rejestrze Przedsiębiorców Krajowego Rejestru Sądowego prowadzonym przez Sąd Rejonowy Sąd Gospodarczy w Białymstoku, VIII Wydział Gospodarczy, pod numerem KRS 0000121456 oraz posiada nr REGON 050038558.

Od dnia 22.06.2018 r. posiada oddział (zakład pracy) pod nazwą ENEA Ciepło Sp. z o.o. – Oddział Elektrociepłownia Białystok z siedzibą przy ul. Gen. Władysława Andersa 15, 15-124 Białystok.

Główne kierunki działalności według Polskiej Klasyfikacji Działalności /PKD/ to:

- Wytwarzanie i zaopatrywanie w parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych – 35.30.Z,
- Wytwarzanie energii elektrycznej – 35.11.Z,
- Handel energią elektryczną – 35.14.Z,
- Roboty związane z budową rurociągów przesyłowych i sieci rozdzielczych – 42.21.Z,
- Wykonywanie instalacji wodno-kanalizacyjnych, cieplnych, gazowych i klimatyzacyjnych – 43.22.Z.

Spółka prowadzi działalność gospodarczą wykonując następujące zadania:

- przesył, dystrybucja oraz obrót ciepłem wytwarzanym w źródłach własnych (Oddział Elektrociepłownia Białystok i Ciepłownia Zachód) oraz kupowanym od ZUOK w Białymstoku,
- sprzedaż energii elektrycznej wytwarzanej w źródle Oddział Elektrociepłownia Białystok,
- utrzymanie sieci i węzłów cieplnych oraz innych urządzeń ciepłowniczych niezbędnych do produkcji, przesyłu i dystrybucji energii cieplnej,
- remonty i konserwacja urządzeń technicznych,
- działalność pomocnicza w zakresie budowy, remontów i modernizacji urządzeń ciepłowniczych,
- programowanie właściwych kierunków rozwoju Spółki.

Spółką kieruje trzyosobowy Zarząd: Prezesem Zarządu Spółki jest Pan Cezary Ołdakowski, Wiceprezesem Zarządu ds. Operacyjnych – Pan Tomasz Matan, Wiceprezesem Zarządu ds. Finansowych jest Pan Jerzy Maciej Kraszewski.

Enea Ciepło sp. z o.o. posiada doświadczenie w budowie, modernizacji i eksploatacji: urządzeń, systemów ciepłowniczych, systemów elektrociepłowniczych oraz instalacji odnawialnych źródeł energii. Posiada doświadczenie w wytwarzaniu, przesył, dystrybucji oraz obrocie ciepłem w formie ciepłej wody oraz pary wodnej oraz wytwarzaniu i sprzedaży energii elektrycznej. Ponadto Enea Ciepło sp. z o.o. posiada duże doświadczenie w utrzymaniu urządzeń produkcyjnych, przesyłowych i dystrybucyjnych niezbędnych do dostarczania energii cieplnej i elektrycznej.

System ciepłowniczy Spółki Enea Ciepło dostarcza energię cieplną do odbiorców w gminie Białystok i Kleosin za pomocą sieci wodnej i parowej. Sieć wodna zasilana jest z trzech źródeł ciepła:

- Elektrociepłowni Białystok – należącej do Enea Ciepło sp. z o.o. – moc cieplna zainstalowana wynosi 499,09MW,
- Ciepłowni Zachód – należącej do Enea Ciepło sp. z o.o. - moc cieplna zainstalowana w źródle 185 MW,
- Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych należącego do PPUH „Lech”Sp. z o.o.

W Elektrociepłowni Białystok podstawowymi jednostkami produkcji energii elektrycznej i ciepła są trzy bloki ciepłownicze BC50. Pierwszy blok tworzą dwa kotły typu OFB-105 nr K5 i K6 których paliwem podstawowym jest biomasa i turbozespół TZ1 wyposażony w turbinę typu 13UP65, natomiast kolejne dwa bloki składają się z kotła typu OP-230 K7 i turbozespołu TZ2 typu 13UP55 oraz kotła typu OP-230 K8 i turbozespołu TZ3 typu 13UP55. W układzie technologicznym znajdują się również turbozespół TZ4 z turbiną typu V63, która zasilana jest parą z kolektora pary technologicznej z bloku pierwszego.

Ciepłownia Zachód pracuje w charakterze źródła szczytowo - rezerwowego wytwarzając ciepło na potrzeby miejskiego systemu ciepłowniczego (w postaci gorącej wody) zwykle w okresie pełnego sezonu grzewczego tj. w okresie grudzień – marzec oraz w sytuacji awarii źródła podstawowego (Elektrociepłowni Białystok) lub potrzeby pokrycia szczytowego zapotrzebowania na moc cieplną. Ciepło wytwarzane jest w 4 kotłach wodnych rusztowych opalanych miałem węgla kamiennego oraz 1 kotle gazowym, który w 2019 roku został oddany do użytku w wyniku modernizacji i przystosowania do spalania gazu ziemnego jednego z istniejących kotłów węglowych.

Posiadane koncesje

Zakres prowadzonej działalności gospodarczej Spółki Enea Ciepło jest zgodny z przedmiotem następujących koncesji udzielonych przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki:

- 1) wytwarzanie energii elektrycznej nr WEE/16946/165/W/DEK/2018/LW, ważną do 30.11.2028 r.,*
- 2) wytwarzanie ciepła nr WCC/68/165/U/2/98/RS z późniejszymi zmianami, ważną do 30.09.2028 r.,*
- 3) przesył i dystrybucję ciepła nr PCC/75/165/U/2/98/RS z późniejszymi zmianami, ważną do 30.09.2028 r.,*
- 4) obrót ciepłem nr OCC/29/165/U/2/98/RS z późniejszymi zmianami na obrót ciepłem, ważną do dnia 30 września 2028 r.*
- 5) obrót energią elektryczną nr OEE/11280/165/W/DRE/2018/ŁG na obrót energią elektryczną, ważną do 01.09.2028 r.,*
- 6) obrót paliwami gazowymi nr OPG/377/165/W/DRG/2019/MSi1, ważną do 10.01.2029r.*

12.4. informacje o Zespole Projektowym

| Lp. | Zespół Projektowy | Rola w Projekcie |
|-----|----------------------|--|
| 1. | Karol Tylanda | Kierownik Projektu Zarządzanie i koordynacja prac zespołu projektowego Wykonawcy. Odpowiedzialny za realizację Projektu pod względem merytorycznym, administracyjno-organizacyjnym i finansowym |
| 2 | Andrzej Kochaniewicz | Kierownik Projektu po stronie Partnera Konsorcjum Zarządzanie i koordynacja prac zespołu projektowego Partnera Konsorcjum Odpowiedzialny za realizację Projektu pod względem merytorycznym, administracyjno-organizacyjnym. |
| 3 | Mariusz Górski | Koordinator Projektu Koordynacja prac zespołu projektowego ze strony Wykonawcy. Uczestnictwo w pracach badawczo-rozwojowych, których celem jest przeniesienie wyników prac teoretycznych do postaci Demonstratora Technologii. Udział w wyborze generalnego wykonawcy Demonstratora Technologii, udział w nadzorze w procesie budowy, a następnie etapie demonstracji. Obserwacja wyników osiągniętych przez Demonstrator Technologii, wykonanie niezbędnych pomiarów i testów oraz optymalizacji. Gromadzenie danych w programie TRNSYS, symulacje pracy Demonstratora z uwzględnieniem wprowadzonych danych rzeczywistych. Weryfikacja parametrów rozwiązania. Ocena pracy w ramach Etapu III, w zakresie określonym w Umowie z Zamawiającym. Pozyskiwanie wiedzy w obszarze eksploatacji urządzeń energetycznych wchodzących w skład Demonstratora Technologii, o analizę i formułowanie rekomendacji eksploatacyjnych |
| 4 | Marta Biesiada | Koordynacja współpracy pomiędzy Partnerami Konsorcjum, kontakty z Zamawiającym, raportowane działań i wyników prac badawczo-rozwojowych w I i II etapie, przekazanie raportu |

| | | |
|---|--------------|---|
| | | zaawansowania prac w zakresie pozyskania zgód i pozwoleń formalnych i administracyjnych w I etapie, raportu z wybudowania i przekazania do eksploatacji Demonstratora Technologii oraz raportu z przebiegu demonstracji w Etapie III. Koordynacja przepływów finansowych pomiędzy Zamawiającym i Partnerami Konsorcjum. |
| 5 | Ekspert nr 1 | Wybór generalnego wykonawcy Demonstratora Technologii, uzyskanie wszelkich niezbędnych zgód, w tym pozwolenia na budowę. Realizacja budowy i rozruchu Demonstratora Technologii. Zapewnienie niezbędnej dokumentacji protokołów odbioru, instrukcji rozruchu, instrukcji eksploatacji uwzględniającej BHP oraz serwisowej Demonstratora Technologii |
| 6 | Ekspert nr 2 | Wybór generalnego wykonawcy Demonstratora Technologii, uzyskanie wszelkich niezbędnych zgód, w tym pozwolenia na budowę. Realizacja budowy i rozruchu Demonstratora Technologii. Zapewnienie niezbędnej dokumentacji protokołów odbioru, instrukcji rozruchu, instrukcji eksploatacji uwzględniającej BHP oraz serwisowej Demonstratora Technologii. |
| 7 | Ekspert nr 3 | Wybór generalnego wykonawcy Demonstratora Technologii, uzyskanie wszelkich niezbędnych zgód, w tym pozwolenia na budowę. Realizacja budowy i rozruchu Demonstratora Technologii. Zapewnienie niezbędnej dokumentacji protokołów odbioru, instrukcji rozruchu, instrukcji eksploatacji uwzględniającej BHP oraz serwisowej Demonstratora Technologii. |
| 8 | Ekspert nr 4 | Uczestnictwo w pracach badawczo-rozwojowych, których celem jest przeniesienie wyników prac teoretycznych do postaci Demonstratora Technologii. Udział w wyborze generalnego wykonawcy Demonstratora Technologii, udział w nadzorze w procesie budowy, a następnie etapie demonstracji. Gromadzenie danych w programie TRNSYS, symulacje pracy Demonstratora z uwzględnieniem wprowadzonych danych rzeczywistych. Udostępnianie Zamawiającemu informacji zgromadzonych z |

| | | |
|----|---------------|--|
| | | <p>systemu sterowania i kontroli procesu. Zbieranie danych eksploatacyjnych i innych o czynnikach mających wpływ na sposób funkcjonowania Demonstratora Technologii, w tym danych pogodowych.</p> <p>Upublicznienie i aktualizacja, na zasadach opisanych Umową z Zamawiającym, rozwiązania w zakresie stanowiącym Rekomendację Wykonawcy – dobre praktyki transformacji systemu elektrociepłowniczego w kierunku OZE.</p> |
| 9 | Ekspert nr 5 | Nadzór nad realizacją projektu po stronie Partnera Konsorcjum |
| 10 | Ekspert nr 6 | Nadzór finansowo - ekonomiczny przy realizacji inwestycji, analizy ekonomiczne inwestycji. |
| 11 | Ekspert nr 7 | Modelowanie numeryczne obiegów ciepłych oraz ich optymalizacja w różnych narzędziach informatycznych. |
| 12 | Ekspert nr 8 | Modelowanie numeryczne obiegów ciepłych oraz ich optymalizacja w różnych narzędziach informatycznych. |
| 13 | Ekspert nr 9 | Badanie rynku w zakresie technologii wytwarzania i magazynowania wodoru. |
| 14 | Ekspert nr 10 | Analizy Rynku ciepła i energii elektrycznej |
| 15 | Ekspert nr 11 | Analizy techniczno-ekonomiczne inwestycji, studia wykonalności. |
| 16 | Ekspert nr 12 | Analiza układów wyprowadzenia mocy, magazyny energii. |
| 17 | Ekspert nr 13 | Modelowanie sieci ciepłowniczych oraz układów pompowych. |

13. *Lista skrótów i definicji*

OZE – Odnawialne Źródła Energii

NCBiR- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

LCOH- Uśredniony koszt dostarczania ciepła Odbiorcom przez Demonstrator Technologii w okresie eksploatacji wynoszącym 25 lat poczynając od dnia 1 kwietnia 2024.

CAPEX- nakłady inwestycyjne poniesione na realizację Demonstratora Technologii do momentu przekazania do eksploatacji;

*OPEX*_{*i*} nakłady operacyjne, w tym koszty dostaw paliw i energii, eksploatacji i przeglądów, napraw itp. Demonstratora Technologii, poniesione w roku *i*, obliczone z uwzględnieniem nakładów poniesionych w obszarach wytwarzania, dystrybucji oraz instalacji odbiorczych

14. Załączniki

Model numeryczny Demonstratora Technologii:

- *arkusz kalkulacyjny z zestawieniem danych liczbowych opisujących System Demonstracyjny,*
- *szczegółowy opis Technologii Elektrociepłowni.*