

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 ciepłowniczego w kierunku OZE

*Raport wykonany w ramach Przedsięwzięcia nr 72/21/PU - Ciepłownia Przyszłości, czyli system ciepłowniczy z OZE*

Budowa bezemisyjnego systemu dostaw ciepła dla mieszkańców miasta Choszczno

Konsorcjum: SEC Choszczno i PlanEnergi

Informacje i poglądy wyrażone w niniejszym raporcie są wynikiem prac jego autorów i nie muszą odpowiadać poglądom Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w żadnym stopniu nie gwarantuje prawidłowości ani aktualności danych zawartych w raporcie. Raport ma charakter naukowo-popularyzatorski i wszystkie osoby korzystające z jego treści robią to na własną odpowiedzialność. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, ani żadna osoba działająca w jego imieniu nie mogą być pociągnięte do odpowiedzialności za wykorzystanie przez osobę trzecią jakichkolwiek informacji zawartych w tym raporcie. Podmiotem uprawnionym do wyrażania zgody na korzystanie z części lub całości raportu jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

## Spis treści

Streszczenie .....	2
1. Wstęp .....	4
1.1. Opis problemu badawczego .....	4
1.2. Opis opracowanej Technologii Ciepłowni Przeszłości .....	4
2. Lokalizacja Demonstratora Technologii .....	8
3. Projektowanie Technologii Ciepłowni Przyszłości .....	14
3.1. Wnioski dot. modelowania numerycznego zrealizowanego w oprogramowaniu TRNSYS ...	14
3.2. Wnioski dot. osiągnięcia Wymagań Obligatoryjnych i Konkursowych .....	15
4. Analiza kosztów ciepła - LCOH .....	16
5. Uwarunkowania formalno-prawne dot. Technologii Ciepłowni Przyszłości .....	18
5.1. Zidentyfikowane bariery prawne ustalone na przykładzie Demonstratora .....	18
5.2. Wpływ polityki energetycznej Unii Europejskiej z uwzględnieniem taksonomii klimatycznej na wdrażanie Technologii Ciepłowni Przyszłości .....	21
6. Harmonogram budowy instalacji Demonstratora Technologii .....	23
7. Skalowalność i replikowalność Technologii Ciepłownia Przyszłości .....	25
7.1. Skalowalność .....	25
7.2. Replikowalność .....	25
7.3. Potencjał dostosowania Demonstratora Technologii do zmian na rynku energii i ciepła ..	26
8. Komponent Technologiczny .....	26
9. Obliczenia .....	26
10. Bezpieczeństwo .....	28
11. Informacje dodatkowe .....	28
11.1. dane adresowe oraz rejestrowe .....	29
11.2. opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie działalności badawczo-rozwojowej .....	29
11.3. opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie branży ciepłowniczej .....	29
11.4. informacje o Zespole Projektowym .....	30
12. Lista skrótów i definicji .....	30
13. Załączniki .....	30

## Streszczenie

Celem niniejszego projektu było opracowanie koncepcji bezemisyjnego, skalowalnego systemu ciepłowniczego. Zaproponowane rozwiązanie miało wskazać, w jaki sposób należy przebudować

istniejący system, aby zredukować do minimum użycie w nim paliw kopalnych. Jednym z obligatoryjnych warunków zadania projektowego był udział minimum 80% odnawialnych źródeł energii w produkcji energii. Kolejnym warunkiem było stworzenie rozwiązania na tyle uniwersalnego, aby po niewielkich modyfikacjach związanych z rozmiarem i parametrami wykorzystanych urządzeń, można je było zastosować w dowolnie wybranej lokalizacji w kraju. Wypracowane rozwiązanie bezemisyjnego systemu ciepłowniczego opiera się na zastosowaniu kolektorów słonecznych, pomp ciepła, sezonowego magazynu ciepła oraz infrastruktury przesyłowej, niezbędnej do połączenia wymienionych elementów w funkcjonalną całość.

# 1. Wstęp

## 1.1. Opis problemu badawczego

Głównym celem badawczym Przedsięwzięcia jest opracowanie rozwiązania dla wydzielonego fragmentu systemu ciepłowniczego w Choszcznie. Rozwiązanie to ma polegać na stworzeniu innowacyjnej Technologii Ciepłowni Przyszłości oraz wdrożeniu rozwiązania badawczego, poprzez budowę Demonstratora Technologii. Model systemu ciepłowniczego opracowywany w ramach Demonstratora Technologii zakłada stworzenie zintegrowanego systemu produkcji i magazynowania energii odnawialnej z wykorzystaniem pomp ciepła, kolektorów słonecznych oraz sezonowego magazynu ciepła.

Podstawowym założeniem rozwiązania jest maksymalizacja udziału energii odnawialnej w produkcji ciepła zasilającego sieć ciepłowniczą na potrzeby centralnego ogrzewania (CO) i ciepłej wody użytkowej (CWU), a także potwierdzenie efektywności energetycznej i ekonomicznej stworzonej koncepcji. Ponadto rozwiązanie zakłada całkowite pokrycie potrzeb ciepłych Odbiorców Końcowych, przy zachowaniu niezmiennych lub nieznacznie wyższych kosztów dostarczanej energii.

## 1.2. Opis opracowanej Technologii Ciepłowni Przyszłości

Opracowana koncepcja nosi nazwę: „*Budowa bezemisyjnego systemu dostaw ciepła dla mieszkańców miasta Choszczno*”. Zakłada ona stworzenie Demonstratora Technologii, będącego wydzielonym hydraulicznie fragmentem systemu ciepłowniczego, zlokalizowanego w Choszcznie. Demonstrator będzie składał się z kolektorów słonecznych, pomp ciepła, sezonowego magazynu ciepła oraz infrastruktury przesyłowej, niezbędnej do połączenia wymienionych elementów w funkcjonalną całość.

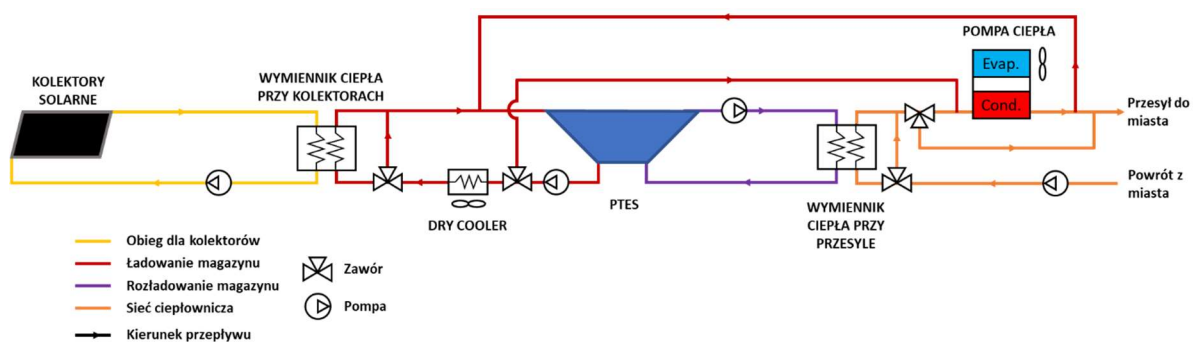


Rys. 1: Instalacja solarna na potrzeby sieci ciepłowniczej w Aabybro, Dania



Rys. 2: Sezonowy magazyn ciepła w Dronninglund, Dania

Schemat 1.1. Schemat systemu opartego na OZE.



Schemat 1.1.1. Schemat głównych komponentów systemu Demonstratora

Proces produkcji ciepła w Demonstratorze Technologii zakłada, że głównym źródłem ciepła, pracującym w podstawie, będą kolektory słoneczne oraz pompy ciepła typu powietrze-woda. Nadwyżki

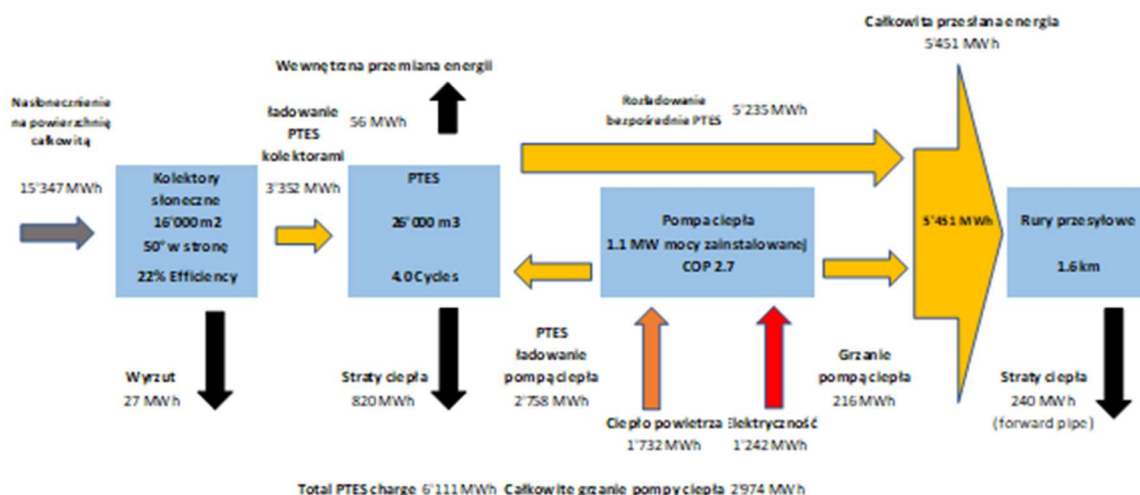
ciepła wytwarzane przez obie technologie będą magazynowane w sezonowym, gruntowym magazynie ciepła, tzw. PTES (z ang. *Pit Thermal Energy Storage*). Zastosowanie sezonowego magazynu ciepła jest konieczne, gdyż kolektory wytwarzają najwięcej energii cieplnej latem, kiedy zapotrzebowanie na energię jest niskie.

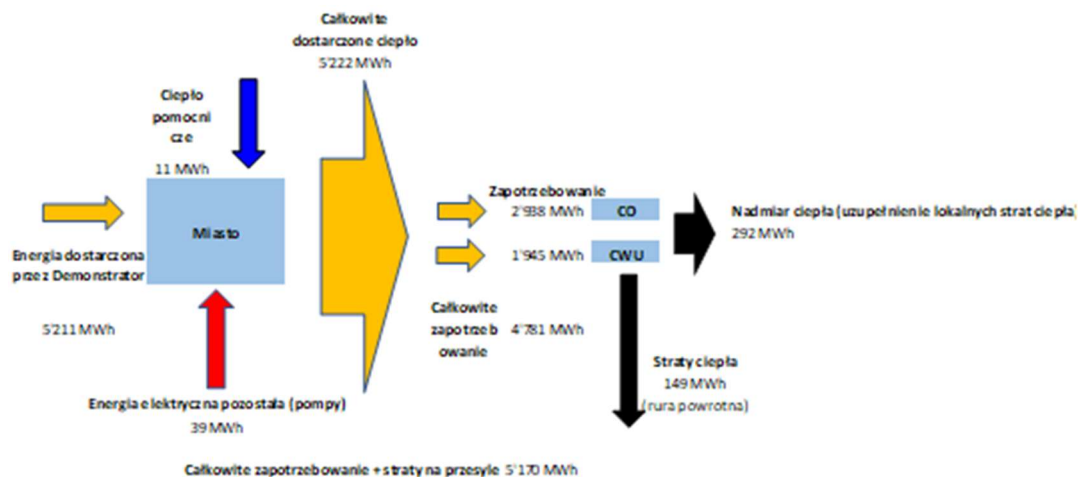
Źródłem dolnym, zasilającym pompy ciepła, będzie powietrze zewnętrzne, podczas gdy energia elektryczna będzie dostarczana z sieci elektroenergetycznej (15% z rynku OZE i 85% z rynku KSE). Zastosowana pompa ciepła, podczas eksploatacji w okresie zimowym (kiedy temperatura powietrza jest niska, co w efekcie wpływa na niższe COP pompy), będzie korzystać z wody ze środkowego dyfuzora w magazynie ciepła jako źródła ciepła oraz będzie chłodzić wodę na dnie magazynu. Przyniesie to podwójną korzyść: COP pompy ciepła będzie wyższe podczas pracy, zaś temperatura w magazynie obniży się, co zmniejszy straty ciepła oraz, co ważniejsze, zwiększy możliwości magazynowania energii produkowanej przez kolektory.

W nowo utworzonym systemie powstaną trzy odcinki przesyłowe:

- pierwszy odcinek, przesyłający ciepło pochodzące z kolektorów słonecznych i pomp ciepła do sezonowego magazynu ciepła,
- drugi odcinek, łączący sezonowy magazyn ciepła ze źródłem szczytowym - kotłem węglowym, zlokalizowanym w obecnym budynku ciepłowni SEC,
- trzeci odcinek, łączący źródło szczytowe z wymiennikownią ciepła (Węzeł Grupowy Stargardzka) u Odbiorców Końcowych.

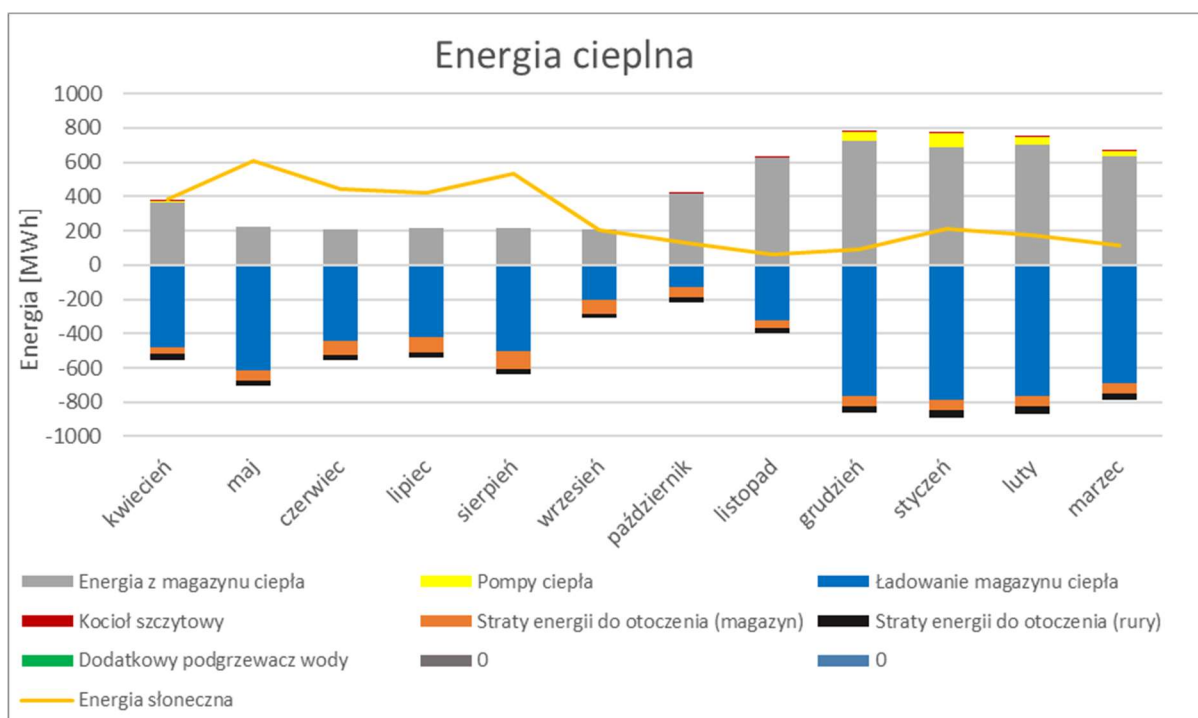
Schemat 1.2 Przemiany energii zachodzące w Demonstratorze.





Schemat 1.2. Przemiany energii w Demonstratorze

Z powyższego schematu wynika, że energia dostarczona do odbiorców jest wyższa, niż zapotrzebowanie całkowite. Powodem tego jest fakt, że po dostarczeniu ciepła do odbiorcy część energii jest tracona podczas powrotu.



Rys 3. Udział poszczególnych źródeł energii w układzie

Jak widać na powyższym wykresie, potencjał energii z kolektorów słonecznych nie jest w pełni wykorzystywany w miesiącach letnich (czerwiec i lipiec). Wynika to z bardzo nietypowych danych, dotyczących nasłonecznienia w Sulejowie, miejscowości podanej jako lokalizacja wzorcowa dla

opracowywanego projektu. Jest to również związane z bardzo wysoką temperaturą przy dnie magazynu (związaną z wysokimi temperaturami powrotu), która obniża wydajność kolektorów.

Dodatkowym atutem zaprojektowanej instalacji Demonstratora Technologii jest możliwość pracy w różnych trybach, celem zapewnienia dostawy ciepła w optymalnej konfiguracji. Poszczególne tryby pracy mogą występować pojedynczo lub równocześnie, w zależności od dostępnych zasobów. Tryby pracy Demonstratora:

- magazyn ładowany przez kolektory,
- magazyn w bezpośrednim trybie grzania,
- pompa ciepła w bezpośrednim trybie grzania,
- magazyn w trybie ładowania pompą ciepła,
- kocioł pomocniczy w trybie grzania.

W przypadku, gdy energia wyprodukowana przez odnawialne źródła energii okaże się niewystarczająca lub pozostałe tryby pracy z jakiś przyczyn nie zadziałają, wówczas bieżące zapotrzebowania ciepłe zostanie pokryte przez istniejący kocioł węglowy, stanowiący źródło zapasowe.

System i zastosowane w nim rozwiązania są bezobsługowe. System kolektorów słonecznych jest sterowany zdalnie, przy użyciu smartfona lub laptopa. W związku z tym nie będzie konieczne zatrudnianie dodatkowego personelu do obsługi urządzeń, a jedynie przeszkolenie personelu, który obsługuje istniejącą ciepłownię.

## 2. Lokalizacja Demonstratora Technologii

Demonstrator Technologii będzie zlokalizowany w miejscowości Choszczno w województwie zachodniopomorskim. Jest to miasto powiatowe, leżące w centralnej części województwa, na Pojezierzu Choszczeńskim. Choszczno jest siedzibą władz powiatu choszczeńskiego oraz gminy miejsko-wiejskiej, a pełni także rolę lokalnego ośrodka finansowego, oświatowego i opieki zdrowotnej.

Według danych GUS na dzień 30 czerwca 2021 r., Choszczno liczyło 14 894 mieszkańców i było pod względem liczby ludności piętnastym miastem w województwie zachodniopomorskim.

Istniejący system ciepłowniczy w Choszcznie należy do SEC Region Sp. z o.o. Systemy wchodzące w skład SEC Region wraz z zaznaczeniem SEC Choszczno zostały przedstawione na Rysunku nr 3.





Rys. 3: Systemy ciepłownicze należące do SEC Region, w tym Choszczno.

Istniejący system ciepłowniczy w Choszcznie oparty jest w całości na węglu. Około 7 000 mieszkańców, a więc niespełna połowa populacji miasta, korzysta z sieci ciepłowniczej. Dostarczanie ciepła odbywa się sezonowo, od września do maja roku następnego.

Moc zainstalowana w źródle ciepła wynosi 15,6 MW, natomiast moc zamówiona na dzień 1 stycznia 2022 r. wynosi 12,049 MW. W ciepłowni pracują dwa kotły WLM-5.1 o mocy 8,1MW i 7,5MW, zasilane węglem energetycznym. Ze źródła ciepło dostarczane jest do odbiorców za pomocą wysokoparametrowych sieci ciepłych o długości 7,632 km. Około 58% ciepłociągów wykonana jest w technologii rur preizolowanych, natomiast pozostała część wykonana jest w technologii tradycyjnej, jako sieć kanałowa. Ciepło dystrybuowane jest za pomocą 74 węzłów ciepłych, z czego 58 węzłów indywidualnych i 2 grupowe stanowią własność SEC Region Sp. z o.o.

Na terenie Choszczna występuje sieć dwuprzewodową, zbudowana z rur o średnicach od DN32 do DN250. Nośnikiem ciepła jest ciepła woda o parametrach dla warunków obliczeniowych równych 130°C /70°C.



Rys. 4: Istniejąca ciepłownia w Choszcznie.

W wydzielonym dla celów Demonstratora Technologii fragmencie systemu ciepłowniczego znajduje się 25 budynków, z czego 21 to budynki mieszkalne. W 549 mieszkaniach zamieszkuje ok. 1 300 osób. Powierzchnia użytkowa wszystkich budynków to 26 139 m<sup>2</sup>, z czego powierzchnia mieszkalna to 24 471 m<sup>2</sup> (93% powierzchni Demonstratora). Moc zamówiona przez odbiorców na danym obszarze wynosi 2,066 MW i w zależności od obiektu waha się od 0,008 MW do 0,180 MW.



Rys. 5: Budynki zasilane ciepłem z Demonstratora.

Budynki te, zostały wybudowane w latach 60-tych i 70-tych XX wieku. Są to obiekty wielorodzinne, w większości 5-kondygnacyjne. Różnią się liczbą mieszkań, wynoszącą od 9 do 60 na budynek.

Wybudowane zostały częściowo w technologii wielkopłytywowej, tzn. ławy i płyta fundamentowa żelbetowe, ściany piwnic i parteru zbudowane z cegły ceramicznej, ściany wyższych kondygnacji zbudowane z elementów prefabrykowanych, ściany osłonowe 3 warstwowe z gazobetonu, stropy DZ-3 oraz pełne płytowe, a częściowo w technologii tradycyjnej (fundamenty są betonowe i żelbetowe, ściany zewnętrzne i wewnętrzne murowane, a stropy prefabrykowane). Większość budynków została poddana termomodernizacji w latach 2000 – 2010.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że udział odnawialnych źródeł energii w Demonstratorze Technologii wyniesie: 83%. W Tabeli 1 pokazane zostały wyliczenia współczynnika OZE.

Tabela 1: Kalkulacja współczynnika OZE dla Demonstratora

Kategoria źródła produkcji ciepła	Odpowiednik nazewnictwa NCBiR	MWh/rok	%
Dolne źródło ciepła Pompy ciepła	OZE_dolne	1 732	34%
Ciepło z kolektorów	OZE_kolektor	3 352	66%
Ciepło z magazynu	ZMAGAZYNU	5 235	
Ciepło w paliwie węglowym	CZARNA	12	1%
Zużycie energii elektrycznej KSE	CZARNA	1 089	84%
Zużycie energii elektrycznej OZE	OZE_zakup	192	15%
Całość produkcji ciepła	OZE+CZARNA+MAGAZYN	6 377	
Produkcja ciepła z OZE+MAGAZYN		5 275	
Udział Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) w Demonstratorze Technologii (%OZE)	(dolne źródło ciepła do pomp ciepła + energia elektryczna z OZE podzielone przez całkowity wolumen ciepła)		82,73 %

Energia z Demonstratora Technologii zasili 26 budynków o łącznej powierzchni użytkowej 26 139 m<sup>2</sup>.

W Tabeli 2 przedstawiona została lista obiektów, które zostaną zasilone energią płynącą z Demonstratora.

Tabela 2: Obiekty zasilane energią z Demonstratora Technologii

Lp.	Adres	m <sup>2</sup> powierzchnia mieszkalna	m <sup>2</sup> powierzchnia użytkowa	m <sup>2</sup> powierzchnia całkowita
1	ul. Lipcowa 2, 73-200 Choszczno	927	0	927
2	ul. Lipcowa 4, 73-200 Choszczno	1 482	0	1 482
3	ul. Lipcowa 11, 73-200 Choszczno	873	0	873
4	ul. Lipcowa 12, 73-200 Choszczno	1 463	0	1 463
5	ul. Lipcowa13, 73-200 Choszczno	870	0	870
6	ul. Lipcowa 14, 73-200 Choszczno	1 465	0	1 465
7	ul. Lipcowa 19, 73-200 Choszczno	863	0	863
8	ul. Lipcowa 21, 73-200 Choszczno	872	0	872
9	ul. Lipcowa 23, 73-200 Choszczno	862	0	862
10	ul. Lipcowa 25, 73-200 Choszczno	850	0	850
11	ul. Lipcowa 27, 73-200 Choszczno	875	0	875
12	ul. Lipcowa 33, 73-200 Choszczno	827	0	827
13	ul. Lipcowa 35, 73-200 Choszczno	827	0	827
14	ul. Lipcowa 37, 73-200 Choszczno	827	0	827
15	ul. Rycerska 2, 73-200 Choszczno	641	0	641
16	Rynek 5, 73-200 Choszczno	2 452	0	2 452
17	Rynek 6 Bank SP, 73-200 Choszczno	0	1 025	1 025
18	ul. Wolności 1, 73-200 Choszczno	0	400	400
19	ul. Wolności 3 Społem, 73-200 Choszczno	0	80	80
20	ul. Wolności 3 Aga, 73-200 Choszczno	0	80	80
21	ul. Wolności 4, 73-200 Choszczno	2 724	0	2 724
22	ul. Wolności 5, 73-200 Choszczno	455	0	455
23	ul. Wolności 6, 73-200 Choszczno	2 046	0	2 046
24	ul. Wolności 6 Apteka, 73-200 Choszczno	0	83	83
25	ul. Wolności 7, 73-200 Choszczno	773	0	773
26	ul. Wolności 9, 73-200 Choszczno	1 497	0	1 497
<b>Razem</b>		<b>24 471</b>	<b>1 668</b>	<b>26 139</b>

Oprócz dostarczania energii na potrzeby centralnego ogrzewania, system będzie dostarczał energię również na potrzeby ciepłej wody użytkowej. Lista obiektów, które zostaną zasilone CWU z Demonstratora, została zestawiona w Tabeli 3.

Tabela 3: Obiekty, do których będzie dostarczana ciepła woda użytkowa

<b>Lp.</b>	<b>Adres</b>	<b>m<sup>2</sup> powierzchnia</b>
1	Lipkowa 2, 73-200 Choszczno	927
2	Lipkowa 4, 73-200 Choszczno	1 482
3	Lipkowa 11, 73-200 Choszczno	873
4	Lipkowa 12, 73-200 Choszczno	1 463
5	Lipkowa13, 73-200 Choszczno	870
6	Lipkowa 23, 73-200 Choszczno	862
7	Lipkowa 27, 73-200 Choszczno	875
8	Rycerska 2, 73-200 Choszczno	641
9	Wolności 4, 73-200 Choszczno	2 724
10	Wolności 5, 73-200 Choszczno	455
11	Wolności 6, 73-200 Choszczno	2 046
12	Wolności 7, 73-200 Choszczno	773
13	Wolności 9, 73-200 Choszczno	1 497
<b>Razem</b>		<b>15 488</b>

### 3. Projektowanie Technologii Ciepłowni Przyszłości

#### 3.1. Wnioski dot. modelowania numerycznego zrealizowanego w oprogramowaniu TRNSYS

Model w programie TRNSYS jest uproszczoną wersją tego, jak Demonstrator będzie działał w rzeczywistości. Modele ten nie ma za zadanie odtworzenie wszystkich trybów działania, dostępnych w Demonstratorze. Ma on raczej na celu oszacowanie wykonalności projektu, strat cieplnych i ocenę ciepła wyprodukowanego w systemie. Dostarcza również wyliczeń wartości związanych z późniejszą kalkulacją LCOH.

W nawiązaniu do modelu wykonanego w oprogramowaniu TRNSYS dla projektu Demonstratora warto podkreślić, iż:

- Ciepło z kolektorów słonecznych jest używane jedynie do ładowania magazynu ciepła (PTES), a nie do bezpośredniego zasilenia miejskiej sieci ciepłowniczej. Ma to na celu uczynienie modelu prostszym i bardziej stabilnym, natomiast istnieje możliwość zaprogramowania przesyłu w ten sposób, aby energii z kolektorów była przekazywana bezpośrednio do sieci miejskiej, z pominięciem magazynu ciepła.
- Energia wyprodukowana przez pompę ciepła ładuje magazyn ciepła (PTES), jednak jako dolne źródło ciepła wykorzystuje tylko powietrze. W praktyce jest możliwe podgrzanie przez pompę ciepła zbiornika buforowego. Ponownie, założenie to zostało przyjęte aby model był prostszy i stabilniejszy. Ponadto taki wariant nie był rozpatrywany na etapie aplikacji, dlatego w modelu zastosowano pierwotne rozwiązanie. Ponadto pompa ciepła może w chłodniejsze dni jako źródła ciepła używać wody z magazynu, co znacząco poprawi jej COP i podniesie efektywność magazynu. Proces ten nie został zamodelowany, ponieważ wytyczne do pracy w programie TRNSYS nie uwzględniały komponentu będącego jednocześnie pompą ciepła typu powietrze – woda oraz woda – woda. W praktyce oznacza to, rzeczywista efektywność systemu będzie wyższa a niżeli ta wynikająca z modelu, opartego wyłącznie na pompie typu powietrze-woda.

### 3.2. Wnioski dot. osiągnięcia Wymagań Obligatoryjnych i Konkursowych

Zamawiający, na etapie składania wniosków, przedstawił szereg wymogów obligatoryjnych i konkursowych, które musiały zostać spełnione przez Wykonawców.

1) Udział ten musiał wynosić minimum 80%, przy założeniu zakazu zakupu ciepła i możliwości zakupu jedynie 15% energii elektrycznej, pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Spełnienie wymogu okazało się możliwe po korekcji zużycia ciepłej wody (zastosowano parametry, wynikające z doświadczenia oraz dobrych praktyk projektantów SEC Sp. z o. o., zdobytych podczas realizacji licznych projektów związanych z CWU), co pomogło w lepszym wykorzystaniu potencjału systemu ciepłowniczego w miesiącach letnich, kiedy ma miejsce zwiększone wytwarzanie energii z kolektorów, a nie jest ona zużywana na potrzeby grzewcze.

Wniosek: podczas prac nad koncepcjami tego typu, bardzo duże znaczenie ma lokalizacja i związane z nią uwarunkowania atmosferyczne. Ponadto należy dobierać wielkość urządzeń w sposób, który umożliwi ich optymalne wykorzystanie. W celu zwiększenia udziału OZE w systemie należy dążyć do maksymalnego wykorzystania potencjału urządzeń.

2) Dostarczenie ciepłej wody użytkowej do powierzchni użytkowych o rozmiarze przynajmniej 15 000 m<sup>2</sup>. Mieszkańcy Choszczna są sceptycznie nastawieni do instalacji ciepłej wody użytkowej. Ich obawy dotyczą samego procesu wykonywania instalacji w mieszkaniach (obawy związane ze zniszczeniem ścian, glazury itd.). Dodatkowo, instalacji tego typu nie ma w Choszcznie i mieszkańcy nie mają wiarygodnych informacji o zaletach tego typu rozwiązań. W ramach prac nad projektem, przeprowadzona została kampania marketingowa na rzecz ciepłej wody użytkowej, mająca pokazać zalety posiadania takiej instalacji w mieszkaniach. Ponadto odbyły się liczne rozmowy z zarządcami nieruchomości i wspólnotami, co zachęciło ich do przyłączenia się do planowanej instalacji nowych odbiorców i pozwoliło na osiągnięcie zakładanej powierzchni.

Wniosek: odpowiednio przeprowadzona kampania marketingowo – informacyjna, połączona z kontaktem bezpośrednim z odbiorcami, jest bardzo skuteczną metodą pozyskiwania nowych odbiorców ciepła. Kluczowe jest przedstawienie zrozumiałych i rzetelnych informacji, pozwalających rozwiązać wątpliwości i niepewność, związaną z nowymi rozwiązaniami.

3) Wielkość Demonstratora i udział powierzchni mieszkalnej. Oprócz dostarczenia ciepłej wody użytkowej do określonej ilości odbiorców w ramach projektu, konieczne było również zasilenie energią z Demonstratora odpowiedniej powierzchni użytkowej lokali (minimum 15 000 m<sup>2</sup>). Ponadto

przynajmniej 80% tej powierzchni powinny stanowić lokale mieszkalne. Ponieważ Demonstrator będzie budowany na obszarze, gdzie istnieje już system ciepłowniczy, pozyskanie odpowiedniej liczby odbiorców nie stanowiło problemu.

Wniosek: Należy pamiętać, iż komunikacja i odpowiednio wczesne przekazywanie informacji o planowanych działaniach jest bardzo ważne w kontekście współpracy z lokalnymi interesariuszami. Pozwoli to uniknąć wielu nieporozumień, a także powstawania i rozpowszechniania nieprawdziwych informacji o planach i działaniach inwestycyjnych. Szczególnie duże znaczenie ma to przy projektach innowacyjnych.

4) Wartość LCOH. Kalkulacja LCOH w zależności od przyjętej definicji tegoż współczynnika i metodologii obliczeń może przynieść odbiegające od siebie wyniki. Wpływ różnego podejścia w wyliczeniu całkowitej ilości ciepła na wysokość LCOH został przedstawiony w punkcie 4, tego opracowania.

Wniosek: definicja współczynnika LCOH powinna zostać jasno określona.

#### 4. Analiza kosztów ciepła - LCOH

Nie istnieje uproszczony sposób przedstawienia wyników kalkulacji LCOH, jednak omawiany tu system wymaga nakładów inwestycyjnych wysokości przynajmniej 31,81 mln PLN oraz rocznych kosztów eksploatacyjnych, w których przyjęto uśrednione wartości dla okresu 25 lat. Roczne koszty wynoszą 740 823 PLN, co po 25 latach sumuje się do 13,64 mln PLN przy założeniu amortyzacji na poziomie 3%. Przy założeniu, że w ciągu roku będzie dostarczane 5 222 MWh i uwzględniając wspomnianą stopę amortyzacji otrzymujemy 96 174 MWh dostarczonej energii. LCOH wynosi wówczas 465 PLN/MWh.

Pozycja	Wartość	
Nakłady inwestycyjne	31,81 mln PLN	<b>LCOH: 465 PLN/MWh</b>
Nakłady eksploatacyjne	13,64 mln PLN (po 25 latach)	
Energia rocznie	5 222 MWh	
Ilość dostarczonej energii przez okres 25 lat	96 174 MWh	



Jeśli uwzględnimy całkowitą ilość ciepła w systemie (zamiast tylko ciepła wysłanego z magazynu, ciepła z pompy ciepła oraz ciepła z kotła węglowego) rocznie otrzymamy 5 463 MWh energii. Wówczas ciepło całkowite wyniesie and 100 597 MWh, a koszt spada do 445 PLN/MWh.

Pozycja	Wartość	
Nakłady inwestycyjne	31,81 mln PLN	<b>LCOH: 445 PLN/MWh</b>
Nakłady eksploatacyjne	13,64 mln PLN (po 25 latach)	
Energia rocznie	5 463 MWh	
Ilość dostarczonej energii przez okres 25 lat	100 597 MWh	

Jeśli uwzględnimy całkowitą ilość ciepłą wyprodukowanego przez pole kolektorów słonecznych i pompę ciepła, wyprodukowana energia wzrasta do 6 326 MWh, to przez okres 25 lat daje łącznie 116 474 MWh, a LCOH spada do poziomu 384 PLN/MWh.

Pozycja	Wartość	
Nakłady inwestycyjne	31,81 mln PLN	<b>LCOH: 384 PLN/MWh</b>
Nakłady eksploatacyjne	13,64 mln PLN (po 25 latach)	
Energia rocznie	6 326 MWh	
Ilość dostarczonej energii przez okres 25 lat	116 474 MWh	

Jak widać, w zależności od użytej definicji, wartości otrzymywane w obliczeniach mogą się różnić.

Na etapie aplikacji wyliczono, że wyprodukowane zostanie 7 428 MWh energii, co było błędem. Wliczono bowiem do niego ciepło wyprodukowane przez pompy ciepła oaz ciepło dostarczone z magazynu, jednak część ciepła z pomp była przekazywana do magazynu. W efekcie została ona uwzględniona podwójnie.

Energia cieplna użytkowa dostarczona do odbiorców	MWh	7'428
Główne źródło ciepła	MWh	1'164
Uzupełniające źródło ciepła nr 1	MWh	4'057
Uzupełniające źródło ciepła lub energii elektrycznej nr 2	MWh	0
Magazyn energii nr 1	MWh	2'207

Po zsumowaniu ciepła wytworzonego przez pompę ciepła i kolektory otrzymamy energię całkowitą wyprodukowaną przez system w wysokości:  $4057+1\ 164 = 5\ 221$  MWh, czyli tyle, ile wynosi zapotrzebowanie na ciepło.

Dodatkowo, na etapie aplikacji jako podstawy obliczenia LCOH użyto CAPEX netto w wysokości 26 mln PLN zamiast CAPEX brutto, w wysokości 32 mln PLN.

Spowodowało to błąd, w wyniku którego LCOH wyniosło 279 PLN/MWh, co jest znacznie poniżej ceny, którą można osiągnąć w projekcie.

## 5. Uwarunkowania formalno-prawne dot. Technologii Ciepłowni Przyszłości

### 5.1. Zidentyfikowane bariery prawne ustalone na przykładzie Demonstratora

Ze względu na swoją innowacyjność, projekt Ciepłownia Przyszłości wymagał przeprowadzenia bardzo szczegółowej analizy zgód i pozwoleń formalnych oraz administracyjnych.

Poniżej znajduje się zestawienie czynności i dokumentów, które należy przygotować bądź uzyskać, w celu rozpoczęcia tego typu inwestycji. Do każdego z podpunktów zidentyfikowane zostały ryzyka i bariery, które się z nimi wiążą.

1. Warunki przyłączeniowe ENEA – istnieje niewielkie ryzyko nieotrzymania promesy. W razie jej nieotrzymania nie będzie możliwe podłączenie do sieci energetycznej, a tym samym zasilenie urządzeń, takich jak pompy. W razie zaistnienia tej okoliczności, należy rozpatrzyć zmianę lokalizacji inwestycji.
2. Odrolnienie gruntu – dla celów wybudowania instalacji, takich jak omawiana w niniejszym dokumencie, konieczne jest posiadanie odpowiedniej działki. Musi ona spełnić szereg wymogów, tj. posiadać odpowiednią powierzchnię i proporcje, być zlokalizowana w pobliżu odbiorców ciepła, posiadać odpowiednie właściwości jeśli chodzi o podłoże i poziom wód gruntowych. Do celów realizacji przedsięwzięcia, takiego jak Ciepłownia Przyszłości, bardzo dobrze nadają się działki rolne, zlokalizowane w granicach miast. Wyłączenie z produkcji rolnej może nastąpić od razu po uzyskaniu warunków zabudowy, jednak nie we wszystkich przypadkach. Należy zwrócić uwagę na rodzaj gleby, gdyż możliwość wyłączenia z produkcji rolnej jest z nią ściśle powiązana.
3. Decyzja środowiskowa – od jej uzyskania zależy cały harmonogram projektu. Dla celu uzyskania decyzji konieczne jest przygotowanie Karty Informacyjnej Przedsięwzięcia (KIP) i jej złożenie, wraz z pozostałymi wymaganymi dokumentami, w odpowiednim urzędzie. Stamtąd dokumenty zostaną przesłane do odpowiednich instytucji oceniających, takich jak Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska czy Wody Polskie. Każda z tych instytucji ma określony czas na

wydanie opinii lub przestanie prośby o uzupełnienie dokumentacji, czy złożenie wyjaśnień. Następnie, właściwy dla inwestycji Urząd Gminy wystawia decyzję środowiskową lub prosi o przygotowanie Raportu o wpływie inwestycji na środowisko. Urząd ma 60 dni na wydanie decyzji. W rzeczywistości, czas ten może się wydłużyć, w zależności od obłożenia urzędu pracą, od stopnia skomplikowania inwestycji, czy też konieczności złożenia dodatkowych wyjaśnień. Dodatkowo, jeśli konieczne będzie przygotowanie wspomnianego Raportu, czas uzyskania decyzji środowiskowej może się wydłużyć nawet do 5 miesięcy. Jest to kwestia, którą należy uwzględnić podczas tworzenia harmonogramu projektu i przygotowania inwestycji. Jest to również punkt krytyczny dla całej inwestycji, ponieważ od wydania decyzji środowiskowej, zależy uzyskanie decyzji o warunkach zabudowy.

4. Decyzja o warunkach zabudowy – jest to dokument niezbędny podczas składania wniosku o pozwolenie na budowę. W teorii, jej uzyskanie powinno trwać około 30 dni, jednak w praktyce, czas ten może wynieść nawet 90 dni. We wniosku o wydanie decyzji o warunkach zabudowy powinny zostać zamieszczone wszystkie kluczowe informacje, dotyczące planowanej inwestycji. Na tym etapie koniecznej jest więc posiadanie najważniejszych założeń planowanego przedsięwzięcia.
5. Pozwolenie na budowę – kluczowy dokument, pozwalający na rozpoczęcie inwestycji. Do jego uzyskania konieczne jest przejście całego procesu (opracowanie KIP, uzyskanie decyzji środowiskowej i decyzji o warunkach zabudowy) jak również posiadanie projektu budowlanego. Dopiero po jego uzyskaniu, możliwe jest rozpoczęcie inwestycji. Ze względu na niepewność, co do terminów uzyskania wspomnianych dokumentów, ciężko jest zaplanować rozpoczęcie inwestycji, co stanowi utrudnienie i główną zidentyfikowaną przeszkodę w przypadku rozpatrywanego przedsięwzięcia.

Jeśli dla obszaru, na którym ma być zlokalizowana inwestycja istnieje plan miejscowy, do uzyskania pozwolenia na budowę wystarczy wypis i wyrys z tego planu. Należy jednak wziąć pod uwagę, że miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego może wykluczać planowane przedsięwzięcie. Istnieją wówczas dwa możliwe działania: zmiana lokalizacji lub wnioski o zmianę zapisów planu. W tym drugim przypadku należy pamiętać, że zmiana miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego jest działaniem długotrwałym, pracochłonnym i kosztownym.

Wnioski: dwie główne zidentyfikowane bariery dla realizacji przedsięwzięć związanych z instalacjami OZE, to długi i trudny do zaplanowania czas uzyskania dokumentów, pozwalających na rozpoczęcie inwestycji oraz zapisy planu miejscowego, wykluczające rozpatrywany obszar z możliwości budowy instalacji OZE.



## 5.2. Wpływ polityki energetycznej Unii Europejskiej z uwzględnieniem taksonomii klimatycznej na wdrażanie Technologii Ciepłowni Przyszłości

Rozwiązania zaproponowane w Technologii Ciepłowni Przyszłości są zdecydowanie spójne z polityką energetyczną UE, promującą rozwój nisko i zeroemisyjnych źródeł energii. Priorytetem polityki energetycznej jest obecnie nie tylko zapewnianie bezpieczeństwa energetycznego, ale również ochrona środowiska i przeciwdziałanie zmianom klimatu.

W ostatnich latach, przyjęte przez Unię Europejską akty prawne i dokumenty, bardzo wyraźnie wskazują konieczność i kierunki przeprowadzenia transformacji energetycznej. Ogólne ramy polityki klimatycznej są skoncentrowane na trzech celach: redukcji emisji gazów cieplarnianych, zwiększaniu udziału energii odnawialnej we wszystkich źródłach zużywanej energii oraz poprawie efektywności energetycznej.

14 lipca 2021 r. Komisja UE przyjęła pakiet wniosków pt. „Realizacja Europejskiego Zielonego Ładu”, których długoterminowym celem jest uczynienie UE neutralną pod względem emisji dwutlenku węgla do 2050 r. Obecnie, na poziomie unijnym, trwają prace nad tzw. pakietem „FIT for 55” – obejmującym m.in. rewizję kluczowych dla sektora energetycznego dyrektyw unijnych, celem dostosowania ich zapisów w taki sposób, aby można było uzyskać cel pośredni: tj. ograniczyć emisję gazów cieplarnianych do 2030 r. o co najmniej 55%, w porównaniu z poziomami z 1990 r.

Kolejnym istotnym aktem prawnym, będącym narzędziem UE, wspierającym realizację polityki energetyczno-klimatycznej, jest tzw. nowa Taksonomia UE. Jej ogólne ramy zostały ujęte w rozporządzeniu Parlamentu i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje. Celem Taksonomii jest przekierowanie strumieni finansowych w stronę inwestycji „zrównoważonych środowiskowo”. Działalność/inwestycja jest zrównoważona i zgodna z Taksonomią, jeżeli łącznie spełnia następujące warunki: wnosi istotny wkład w realizację co najmniej jednego z sześciu celów środowiskowych, nie wyrządza poważnych szkód dla żadnego z celów środowiskowych, jest prowadzona zgodnie z minimalnymi gwarancjami i spełnia techniczne kryteria kwalifikacji.

Planowana inwestycja polegająca na wdrożeniu technologii Ciepłowni Przyszłości, pod wieloma względami wpisuje się w realizację polityki energetyczno-klimatycznej UE. Zastosowane technologie (instalacja solarna, magazyn i pompy ciepła) przyczyniają się do realizacji wszystkich celów klimatycznych: eksploatacja planowanych instalacji spowoduje znaczną redukcję CO<sub>2</sub>, zwiększy udział

energii odnawialnej oraz przyczyni się do poprawy efektywności energetycznej. Dodatkowo działalności takie jak:

- magazynowanie energii cieplnej,
- instalacja i eksploatacja elektrycznych pomp ciepła,
- wytwarzanie energii cieplnej z ogrzewania energią słoneczną

są działalnościami wymienionymi w akcie delegowanym do Taksonomii, jako kwalifikujące się do traktowania ich jako zrównoważone środowiskowo i przy spełnieniu określonych warunków, będą z nią zgodne. Tym samym, na technologie zgodnie z ideą UE zrównoważonego finansowania, powinny być przekierowywane przepływy kapitału. Polityka energetyczno-klimatyczna jest ukierunkowana na wspieranie takich inwestycji jak Technologia Ciepłowni Przyszłości.

## 6. Harmonogram budowy instalacji Demonstratora Technologii

Należy przedstawić harmonogram budowy Demonstratora Technologii, w tym zasadnicze elementy uwzględniane w budżecie przedsięwzięcia.

Ze względu na wielkość i złożoność planowanego przedsięwzięcia, konieczne jest takie przygotowanie harmonogramu, aby uwzględnił on wszystkie potrzebne elementy, ale jednocześnie nie był zbyt skomplikowany. Ma to na celu ułatwienie kontroli realizacji poszczególnych działań i stworzenie możliwości interwencji, jeśli wystąpią komplikacje lub opóźnienia.

Całe przedsięwzięcie zostało podzielone na kilka elementów:

- Demonstrator A – warunki przyłączeniowe,
- Demonstrator B – kolektory słoneczne,
- Demonstrator C – pompy ciepła,
- Demonstrator D - magazyn ciepła,
- Demonstrator E – instalacja cwu,
- Demonstrator F – sieci przesyłowe,
- Demonstrator G – przyłączenie źródła szczytowego.

Demonstrator A, stanowiący najmniej skomplikowany element systemu, będzie pierwszym zakończonym działaniem. Przewiduje się, że zostanie rozpoczęty od razu po rozpoczęciu się drugiego etapu i jego realizacja potrwa miesiąc.

Pozostałe działania muszą zostać rozplanowane w czasie w taki sposób, aby zakończyć budowę wszystkich elementów jednocześnie. Należy tu przede wszystkim zwrócić uwagę na fakt, że w momencie ukończenia instalacji kolektorów słonecznych, konieczne będzie niezwłoczne podłączenie ich do albo do systemu, albo do magazynu ciepła. Jeśli takie podłączenie nie nastąpi możliwie szybko, istnieje ryzyko przegrzania się instalacji kolektorów, co może skutkować ich uszkodzeniem.

Działania związane z budową Demonstratora rozpoczną się niezwłocznie po otrzymaniu umowy na II etap Przedsięwzięcia. Pierwszym krokiem będzie opracowanie dokumentacji przetargowej dla poszczególnych elementów systemu. Należy ją przygotować w możliwie dokładny i precyzyjny sposób, aby uniknąć przedłużenia się procesu przetargowego, związanego z pytaniami od potencjalnych wykonawców.

Po wyborze wykonawcy (lub konsorcjum wykonawców, gdyż rozważane jest połączenie budowy Demonstratora w jeden proces i zlecenie jego budowy w trybie „zaprojektuj i wybuduj”) rozpocznie się budowa poszczególnych elementów Demonstratora, instalacja automatyki i łączenie poszczególnych elementów w całość. Cały proces będzie poddawany ciągłemu monitoringowi w celu zapewnienia zgodności z założeniami projektu. Ostatnim etapem będzie wykonanie części G Demonstratora, a więc podłączenie źródła szczytowego.

Zgodnie z założeniami z etapu aplikacji, cały proces, od momentu rozpoczęcia działań do uruchomienia systemu, powinien trwać do 18 miesięcy. Takie rozplanowanie działań miało pozwolić na uruchomienie systemu wraz z początkiem systemu grzewczego i jego monitorowanie przez 2 kolejne sezony, w celu walidacji założeń.

Należy jednak uwzględnić tu liczne czynniki ryzyka, opisane szerzej w Studium Wykonalności, a mające znaczny wpływ na realizację przedsięwzięcia. Jednym z nich jest możliwy problem w znalezieniu wykonawcy, który będzie skłonny podjąć się budowy magazynu ciepła, stanowiącego najmniej znany w Polsce element systemu.

Dodatkowo, duże ryzyko względem przekroczenia terminów zawartych w harmonogramie, stanowią terminy urzędowe, związane z uzyskaniem pozwolenia na budowę. Na moment składania dokumentacji dla I etapu, przewidywany termin uzyskania pozwolenia na budowę to grudzień 2022 roku. Wynika to z konieczności przedłożenia do wniosku o pozwolenie na budowę dokumentacji projektowej, której opracowanie zajmie około 7 miesięcy przy założeniu znalezienia wykonawcy, gotowego podjąć się tego wyzwania.

Ponadto aktualna sytuacja na rynku materiałów i komponentów może spowodować wydłużony czas oczekiwania na niektóre materiały, bez których Demonstrator nie będzie mógł powstać.

Z doświadczeń Wykonawcy, wynikających z aktualnie prowadzonych inwestycji, czas oczekiwania chociażby na rury potrzebne przy budowie sieci może wynieść 2-4 miesięcy więcej, niż zakładano.

Korzystając z doświadczeń Pionu Technicznego SEC Region oraz doświadczeń PlanEnergi w prowadzeniu tego typu inwestycji, opracowany został nowy harmonogram, uwzględniający wszystkie wyżej opisane elementy i czynniki ryzyka. Na moment składania wniosku, realny termin uruchomienia Demonstratora to wrzesień 2024 roku. Uruchomienie go w tym miesiącu pozwoli na monitoring działania Demonstratora przez jeden pełen sezon grzewczy. Realny harmonogram będzie poddany optymalizacji, mającej na celu możliwe skrócenie zakładanego czasu wykonania Demonstratora.



## 7. Skalowalność i replikowalność Technologii Ciepłownia Przyszłości

### 7.1. Skalowalność

Zaproponowana technologia może w łatwy sposób zostać dostosowana do rozmiaru systemu, w którym ma być użyta. Dzięki zastosowaniu trzech rodzajów instalacji, tj. pomp ciepła, gruntowego magazynu ciepła i kolektorów słonecznych, możliwe jest takie dobranie poszczególnych elementów instalacji, aby dopasować się w optymalny sposób do systemu, w którym mają być zastosowane. Istotnymi aspektami, które należy brać pod uwagę przy skalowaniu technologii, są nakłady inwestycyjne, potrzebne na wybudowanie instalacji oraz dostępność terenów. Mają one bezpośredni wpływ na cenę ciepła dla odbiorców końcowych.

Warto w tym miejscu nadmienić, iż cechą charakterystyczną magazynów ciepła jest to, że jednostkowy koszt i względne straty ciepła maleją wraz ze wzrostem pojemności magazynu. Optymalną minimalną pojemnością tego typu zbiorników jest 40 000 m<sup>3</sup>. W Demonstratorze Technologii pojemność magazynu została określona na 25 000 m<sup>3</sup>, ze względu na ograniczony budżet projektu. Skalowanie zaproponowanej technologii w tym przypadku wpłynie na korzyść całej instalacji.

### 7.2. Replikowalność

Koncepcja Demonstratora reprezentuje prostotę skalowalności, dużą elastyczność pracy przy bardzo zmiennych warunkach dostępności energii odnawialnej i łatwość adaptacji do innych lokalizacji, nie tylko na terenie Polski, ale i całej Europy. To z uwagi na zastosowanie technologii odnawialnych, takich jak pompy ciepła, kolektory słoneczne i sezonowy magazyn ciepła, które mogą być realizowane w elastycznych zakresach mocy, z wykorzystaniem źródeł ciepła, które są szeroko dostępne. System Demonstratora składa się z technologii niemal bezobsługowych.

Producenci poszczególnych komponentów, zarówno modułów pomp ciepła, kolektorów słonecznych, jak i magazynu ciepła, są dostępni na rynku europejskim, dzięki czemu możliwy będzie zakup potrzebnych elementów Demonstratora w dowolnym miejscu.

Przy wyborze terenu pod budowę poszczególnych elementów Demonstratora, należy zwrócić uwagę na kilka elementów. W przypadku kolektorów słonecznych szczególnie istotny jest stopień zacienienia terenu – otwarte tereny, w przypadku Demonstratora Technologii w Choszcznie są to dawne pole uprawne, które są preferowane pod tego typu inwestycje. Jeśli chodzi o pompy ciepła warto zwrócić uwagę na warunki wietrzne. Warunki bezwietrzne mają pozytywny wpływ na zmniejszenie ryzyka

recyrkulacji powietrza w wymienniku pompy ciepła. Przy wyborze terenu pod magazyn ciepła warto jest zwrócić uwagę na poziom wód gruntowych. Wysokie wody nie muszą co prawda wpłynąć na wydajność magazynu, ale teren wymagałby odwodnienia podczas budowy instalacji.

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

Ponad 90% obiektów znajdujących się na terenie zasilanym ciepłem systemowym przez Demonstrator, zostało niedawno poddanych termomodernizacji. Ponadto prowadzone są intensywne działania mające na celu zwiększenie wykorzystania przez mieszkańców usługi dostawy CWU. W związku z powyższym, w miarę upływu czasu, nie przewiduje się zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło dostarczane przez Demonstrator. Można uznać, iż Demonstrator jest zaprojektowany w sposób zapewniający efektywne wykorzystanie jego potencjału.

W razie zaistnienia konieczności rozbudowy Demonstratora, możliwe jest wybudowanie instalacji kolektorów solarnych wraz z dodatkowym rurociągiem na działce zlokalizowanej w odległości około kilometra od Demonstratora (rozpatrywanej w pierwszej wersji projektu). Istnieje możliwość umieszczenia na niej dodatkowych 16 000m<sup>2</sup> kolektorów słonecznych. Wiązałoby się to z koniecznością wybudowania dodatkowego rurociągu. Taka możliwość istnieje i jest brana pod uwagę w przyszłości. Fakt, iż większość budynków na obszarze Demonstratora zostało poddanych termomodernizacji wpływa korzystnie na możliwość wykorzystania ciepła z Demonstratora.

## 8. Komponent Technologiczny

Nie dotyczy.

## 9. Obliczenia

Udział OZE jest definiowany jako ilość nieodnawialnej energii elektrycznej zużytej przez demonstrator (z wyłączeniem obiegowych pomp przesyłu) oraz całkowite zużycie węgla (przy założeniu wydajności na poziomie 88%), podzielone przez całkowitą energię dostarczoną do SEC. Definicja ta różni się od definicji z wytycznych, w której całość wyprodukowanej energii odnawialnej jest dzielona przez całość energii wyprodukowanej (co nie uwzględnia prawidłowo strat ciepła z magazynu czy rurociągu). W naszej opinii prościej jest przeprowadzić obliczenia w oparciu o energię nieodnawialną. W obu przypadkach osiągnięty jest wymóg minimalnego udziału OZE równy 80%:

- 80.0% wg metody opisanej powyżej,
- 82.7% wg wytycznych konkursu.

Najistotniejsze wyniki symulacji bazowej z programu TRNSYS zamieszczono w Tabeli 4.

Tabela 4: Wyniki modelowania numerycznego w TRNSYS dla projektu Demonstratora

<b>Parametr:</b>	<b>Wartość:</b>	<b>Jednostka:</b>
Moc zainstalowana pompy ciepła (HP)	1,1	MW
Powierzchnia brutto pola kolektorów słonecznych (SCF)	16 000	m <sup>2</sup>
Pojemność magazynu ciepła (PTES)	26 000	m <sup>3</sup>
Zużycie energii (E.C.) w porannym szczycie	210	MWh
E.C. w popołudniowym szczycie	242	MWh
E.C. poza szczytem	629	MWh
Zużycie energii odnawialnej (R.E.C.) w porannym szczycie	37	MWh
R.E.C. w popołudniowym szczycie	43	MWh
R.E.C. poza szczytem	111	MWh
Dystrybucja E.C. (D.E.C.) w porannym szczycie	3	MWh
D.E.C. w popołudniowym szczycie	2	MWh
D.E.C. w pozostałych godzinach	6	MWh
Ciepło bezpośrednio z pompy ciepła	216	MWh
Ciepło bezpośrednio z kotła posiłkowego	12	MWh
Ciepło bezpośrednio z PTES	5 235	MWh
Ciepło wytworzone przez SCF	3 376	MWh
PTES – temperatura max	90,4	°C
PTES – temperatura min	46,2	°C
Maksymalna zamówiona energia elektryczna	0,538	MW
Maksymalna dystrybucja zamówionej energii elektrycznej	0,01	MW
Całkowita roczna ilość energii zrzuconego ciepła	27	MWh
Pojemność cieplna magazynu PTES	1 305	MWh
Powierzchnia magazynu PTES	8 898	m <sup>2</sup>
Całkowita energia wytworzona przesłana do SEC	5 463	MWh
Całkowite zapotrzebowanie na energię	4 781	MWh

Zużycie energii nieodnawialnej	1 093	MWh
Udział OZE	80,00	%

Część obliczeniowa dla współczynnika LCOH została przedstawiona w Załączniku nr 8 do Zaktualizowanej oferty.

## 10. Bezpieczeństwo

Źródłem awaryjnym i szczytowym Demonstratora Technologii jest obecna ciepłownia z kotłem węglowym. Na wypadek awarii któregoś z elementów Demonstratora, istnieje możliwość dostarczenia energii cieplnej z istniejącej ciepłowni, poprzez wymiennik ciepła, który zostanie tam zainstalowany.

## 11. Informacje dodatkowe

Dla potrzeb Studium Wykonalności wykonana została analiza ryzyka związanego z projektem. Analiza została opisana w Rozdziale 6, dotyczącym harmonogramu. Oprócz omówionych tam zagrożeń związanych z harmonogramem, zidentyfikowano również inne, związane z samą modernizacją.

W celu wybudowania Demonstratora niezbędne będzie pozyskanie na rynku firmy (bądź konsorcjum firm), posiadającej doświadczenie w wykonywaniu tego typu przedsięwzięciach. O ile bowiem znane są technologie kolektorów słonecznych i pomp ciepła, o tyle magazyn sezonowy jest rozwiązaniem nowym w naszym kraju i istnieje ryzyko, że nie uda się znaleźć wykonawcy tego elementu Demonstratora, bądź wykonawca nie będzie dysponował odpowiednim doświadczeniem w tym zakresie.

Wsparcie w procesie przygotowania dokumentacji przetargowej zapewnić może członek konsorcjum projektowego, firma PlanEnergi, której pracownicy posiadają wieloletnie doświadczenie w prowadzeniu tego typu inwestycji. Członkowie zespołu projektowego dysponują wiedzą w zakresie projektowania magazynów ciepła i w razie konieczności są w stanie zweryfikować poprawność rozwiązań.

Ze względu na swoją innowacyjność, ciężko jest na etapie modelu przewidzieć, czy zaprojektowany Demonstrator w „prawdziwym” świecie osiągnie wymagane parametry, szczególnie w zakresie udziału OZE. Dołożona zostanie wszelka staranność w zakresie wykonania projektu i późniejszej budowy i na podstawie dotychczasowych doświadczeń PlanEnergi należy zakładać, że Demonstrator spełni oczekiwania, jednak istnieje tu pewne ryzyko.

## Dane Wykonawcy

Raport może zawierać informacje identyfikujące Wykonawcę i specjalistów w poniższym zakresie:

### 11.1. dane adresowe oraz rejestrowe

Wykonawca:

SEC Region Sp.z.o.o, ul. Zbożowa 4, 70-653 Szczecin, Polska

PlanEnergi Fond, NORDJYLLAND Jyllandsgade 1, DK-9520 Skørpings, Dania

### 11.2. opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie działalności badawczo-rozwojowej

PlanEnergi to firma inżynieryjno – konsultingowa, działająca w obszarze energetyki odnawialnej od 1983 roku. Zajmuje się doradztwem dla firm prywatnych i jednostek samorządu terytorialnego, prowadząc projekty od etapu studiów wykonalności, aż po realizację projektów.

Kluczowe kompetencje PlanEnergi obejmują zrównoważoną energetykę i efektywność energetyczną, realizowaną poprzez rozwój sieci ciepłowniczych, planowanie strategiczne, systemy słoneczne z magazynami ciepła oraz układy biogazowe. PlanEnergi posiada doświadczenie w obszarze takich technologii, jak pompy ciepła dużej mocy, farmy słoneczne, fotowoltaiczne i wiatrowe, sezonowe magazyny ciepła, układy na biomasę i biogaz, systemy zintegrowane i Power-2-X.

PlanEnergi wykonuje zadania w zakresie doradztwa regulacyjnego, planowania, analiz techniczno-ekonomicznych, studiów wykonalności i procesów przetargowych.

Baza klientów PlanEnergi obejmuje nie tylko innowacyjne i rozwojowe zakłady energetyki cieplnej, ale również władze miast i gmin w Danii. Ponadto firma jest także aktywna na rynku europejskim, współpracując z partnerami m.in. z Niemiec, Włoch, Austrii, Irlandii Hiszpanii, Francji, Holandii, Chin czy Chile, zarówno w ramach prac projektowych, jak i badawczych UE i IEA.

PlanEnergi zatrudnia 45 pracowników w trzech biurach w Danii.

### 11.3. opis doświadczenia Wykonawcy w zakresie branży ciepłowniczej

SEC Choszczno, wchodzące w skład SEC Region, należy do grupy SEC Sp. z o. o., która ma duże doświadczenie w pozyskiwaniu środków i realizacji innowacyjnych projektów inwestycyjnych, realizowanych zarówno ze środków krajowych, jak i Komisji Europejskiej. Grupa SEC dysponuje doświadczonym zespołem specjalistów w zakresie przygotowania wniosków aplikacyjnych,

zarządzania projektami oraz ich rozliczania, a także dysponuje wykwalifikowaną i doświadczoną kadrą inżynierską w zakresie projektowania, budowy oraz eksploatacji systemów ciepłowniczych.

Do grupy SEC należy kilkanaście systemów ciepłowniczych w całej Polsce, które mogą być potencjalnymi miejscami replikacji demonstratora Technologii.

#### 11.4. informacje o Zespole Projektowym

W skład zespołu projektowego weszli pracownicy SEC Region, SEC Sp. z o. o. oraz PlanEnergi. Zostali dobrani pod kątem kompetencji i doświadczenia w taki sposób, aby móc wspierać i uzupełniać zespół w najlepszy możliwy sposób.

Pracownicy SEC Region byli odpowiedzialni za działania związane z przeprowadzeniem procesu formalno – prawnego, uzyskaniem zgód i pozwoleń, przeprowadzeniem akcji promocyjnej CWU oraz udzielaniem bieżących informacji dotyczących systemu, potrzebnych podczas procesu projektowego.

Pracownicy PlanEnergi, jako osoby doświadczone w zakresie stosowania OZE w systemach ciepłowniczych oraz posiadające szeroką wiedzę z zakresu modelowania w programie TRNSYS, byli odpowiedzialni za wykonanie modelu i zaprojektowanie całej części technicznej inwestycji.

Całość pracy była wspierana przez pracowników SEC Sp. z o. o., mających doświadczenie w kwestiach związanych z aspektami ochrony środowiska, zamówieniami publicznymi oraz zarządzaniem projektami.

## 12. Lista skrótów i definicji

CWU – ciepła woda użytkowa

KSE – Krajowy System Elektroenergetyczny

OZE – odnawialne źródła energii

PTES – ang. Pit Thermal Energy Storage – Sezonowy gruntowy magazyn ciepła

SEC – Szczecińska Energetyka Ciepła

## 13. Załączniki

Model numeryczny Demonstratora Technologii:

- arkusz kalkulacyjny z zestawieniem danych liczbowych opisujących System Demonstracyjny (załącznik 4.3. do dokumentacji)

- szczegółowy opis Technologii Ciepłowni Przyszłości (Załącznik 4.1. do dokumentacji).