

Technologia- Dokument pogladowy

Energia słoneczna do procesów przemysłowych (SHIP)

Styczeń 2024 r.

Treść

Treść i

1	Wprowadzenie i znaczenie	1
2	Stan obecny	2
3	Potencjał	4
3.1	Potencjał rynkowy	4
3.2	Redukcja kosztów	5
3.3	Rola SHIP jako elementu w strategiach dekarbonizacji	5
4	Wymagane działania	6

Dokument ten został przygotowany przez Felix Pag, Uniwersytet w Kassel, Niemcy; Wolfgang Gruber-Glatzl, AEE INTEC, Austria; oraz Jürgen Fluch, FH JOANNEUM, AEE – Instytut Zrównoważonych Technologii, Austria. Przy udziale Andreasa Häberle, Uniwersytetu Nauk Stosowanych Wschodniej Szwajcarii (OST), kierownika zadania połączonego zadania 64 SHC/SolarPACES: Solar Heat for Industrial Processes, Tobias Hirsch, Diego C. Alarcón-Padilla, José-Miguela Cardemila i Peter Nitz.

© Program współpracy MAE (IEA) w zakresie technologii ogrzewania i chłodzenia energią słoneczną, www.iea-shc.org

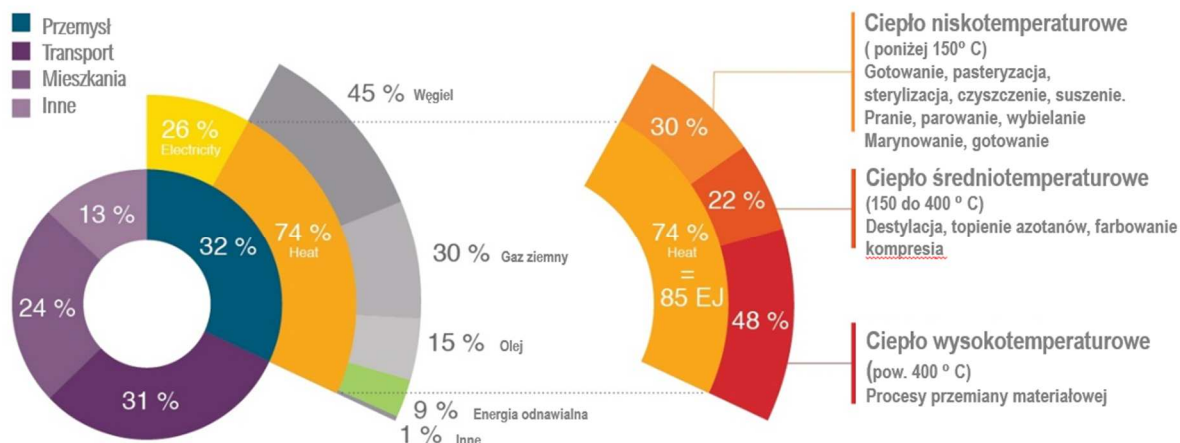
Treść niniejszego raportu niekoniecznie odzwierciedla punkt widzenia lub politykę Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) lub jej państw członkowskich, Programu Współpracy Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA) w zakresie technologii ogrzewania i chłodzenia energią słoneczną (SHC TCP), Programu Współpracy Technologicznej w zakresie Energii Słonecznej i Systemów Energii Chemicznej (SolarPACES TCP) lub ich członków lub uczestniczących naukowców.

Przygotowanie polskiej wersji językowej raportu: Janusz Starościk - Stowarzyszenie Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych - www.spiug.pl

W niniejszym stanowisku wyjaśniono znaczenie, obecny stan i potencjał rozwoju i rynku ciepła słonecznego dla procesów przemysłowych (SHIP), co prowadzi do działań niezbędnych do dalszego i najlepszego wykorzystania tego źródła ciepła. Jest on skierowany do decydentów i ekspertów, a także do osób mających wpływ na kształtowanie polityki energetycznej w tym kierunku.

1 Wprowadzenie i znaczenie

Energia słoneczna dla procesów przemysłowych (SHIP) ma ogromny potencjał w zakresie dekarbonizacji przemysłu, odpowiadając na **całkowite końcowe zużycie ciepła w niskich i średnich temperaturach w sektorze przemysłowym**, co odpowiada 12% całkowitego zapotrzebowania na energię końcową na całym świecie. Znaczna część energii potrzebnej w tym sektorze jest wykorzystywana do procesów produkcji ciepła i chłodu w temperaturach do 400 °C i jest dostarczana prawie wyłącznie z paliw kopalnych, jak pokazano na rys. 1. Technologie opracowane w ramach projektu SHIP są gotowe do wprowadzenia ich na rynek w celu znacznego zmniejszenia emisji CO₂ w tych zastosowaniach przy użyciu nieskoncentrowanych kolektorów słonecznych (do 150 °C) i kolektorów skoncentrowanych (do 400 °C). Zastosowania energii słonecznej w jeszcze wyższych temperaturach są w fazie rozwoju, ale nie są przedmiotem tego opracowania.



Rysunek 1: Całkowite zapotrzebowanie na energię końcową, udział w zapotrzebowaniu na ciepło, poziomy temperatury i aktualne nośniki energii dla przemysłu na całym świecie. ¹

SHIP to prosty i łatwy do zintegrowania system zaopatrzenia w ciepło, który można łączyć z dowolną inną technologią, co zostało udowodnione w setkach udanych wdrożeń na całym świecie (patrz poniżej). Dzięki inteligentnemu projektowi koncepcyjnemu obejmującemu odpowiednią technologię magazynowania ciepła, ciepło pochodzenia słonecznego może być dostarczane 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu, również w okresach niskiego poziomu promieniowania słonecznego lub jego braku.

Do tej pory dekarbonizacja dostaw ciepła koncentrowała się na elektryfikacji i nowoczesnej bioenergii, co pokazano na Rysunek 3. Niedawne zakłócenia w dostawach energii elektrycznej dowiodły jednak, że **dywersyfikacja** w zakresie nośników energii i stosowanych technologii jest nie tylko potrzebna, ale wręcz konieczna, aby zapewnić niezawodne dostawy energii po niskich i przewidywalnych cenach energii. Ciepło słoneczne umożliwia krajom,

¹Źródło: https://www.solar-payback.com/wp-content/uploads/photo-gallery/original/Enourmous_Global_Heat_Demand_in_Industry_EN.jpg?bwg=1587229039

społecznościom i firmom zwiększenie niezależności i ustabilizowanie kosztów dostaw energii na kolejne dziesięciolecie.

Branża SHIP opiera się na **silnym, zrównoważonym i niezawodnym łańcuchu dostaw** i jest atrakcyjna ze względu na niską zależność od metali ziem rzadkich i materiałów krytycznych. Wysokie wskaźniki recyklingu podstawowych materiałów, metali i szkła sprawiają, że jest ona bardzo atrakcyjna dla obiegu zamkniętego. Technologia ta może być łatwo skalowana do potrzeb użytkowników końcowych z niewielkimi ograniczeniami, co pokazały udane wdrożenia na całym świecie.

Oczywiste jest, że bezemisyjne dostarczanie ciepła w niskich i średnich temperaturach ma duże znaczenie, a SHIP jest podstawową technologią w tej dziedzinie. Wiele przedsiębiorstw przemysłowych wymaga zrównoważonych rozwiązań i w ten sposób tworzy rynek zbytu.

Badania porównawcze² różnych rynków pokazują, że typowe redukcje kosztów poprzez wczesny rozwój rynku i korzyści skali mają również zastosowanie do systemów SHIP. Jednak technologia ta jest wciąż na początku krzywej uczenia się.

Całkowity potencjał techniczny SHIP znacznie przekracza obecnie zainstalowane moce produkcyjne. Intensywniejsze wdrażanie doprowadzi do znacznego obniżenia kosztów projektu i jeszcze bardziej przyspieszy konkurencyjność kosztową na kluczowych rynkach. Podsumowując, SHIP jest technologią gotową do wprowadzenia na rynek, z ponad 1 000 udanych wdrożeń na całym świecie, które wychodzą na przeciw ogromnemu potencjałowi rynkowemu.

2 Stan obecny

Technologie SHIP są gotowe do wprowadzenia na rynek i dostępne dla niskich i średnich zakresów temperatur do 400 °C. Około 70 dostawców "pod klucz" na całym świecie projektuje, instaluje i obsługuje systemy SHIP, działając w oparciu o silny i niezawodny łańcuch dostaw. Coraz więcej dostawców technologii SHIP realizuje kontrakty na dostawy ciepła. W tych modelach wyspecjalizowane "Przedsiębiorstwa Usług Energetycznych" (ESCO) oferują rozwiązania i usługi w zakresie energii słonecznej dla klientów przemysłowych, w tym projektowanie, instalację, finansowanie, eksploatację i konserwację energooszczędnych technologii oraz sprzedaż ciepła po stałej cenie przez określony okres umowy.

Ostatnie lata to dynamiczny rozwój rynku dla SHIP. W 2022 r. na całym świecie zainstalowano 84 nowe instalacje o łącznej powierzchni kolektorów słonecznych 39 600 m² (co odpowiada mocy zainstalowanej 27,8 MW_{th}), które zostały udokumentowane w internetowej bazie danych SHIP³. Baza danych SHIP dokumentuje obecnie 494 systemy SHIP na całym świecie o łącznej powierzchni kolektorów 1 072 000 m². Podobnie w badaniu rynku, w którym zapytano firmy zajmujące się energią słoneczną o ich zainstalowane powierzchnie kolektorów na rynku SHIP, zgłoszono 1 089 zainstalowanych systemów do końca 2022 r. o łącznej powierzchni kolektorów 1 220 000 m² (równiej 856 MW),⁴ z czego 114 systemów zainstalowano w 2022 r. Te dwa źródła wykazują dobrą korelację pod względem całkowitej powierzchni kolektorów i potencjału wytworzonego ciepła, ale nie pod względem liczby systemów, ponieważ baza danych SHIP rzadziej dokumentuje mniejsze systemy przez co jest niepełna.

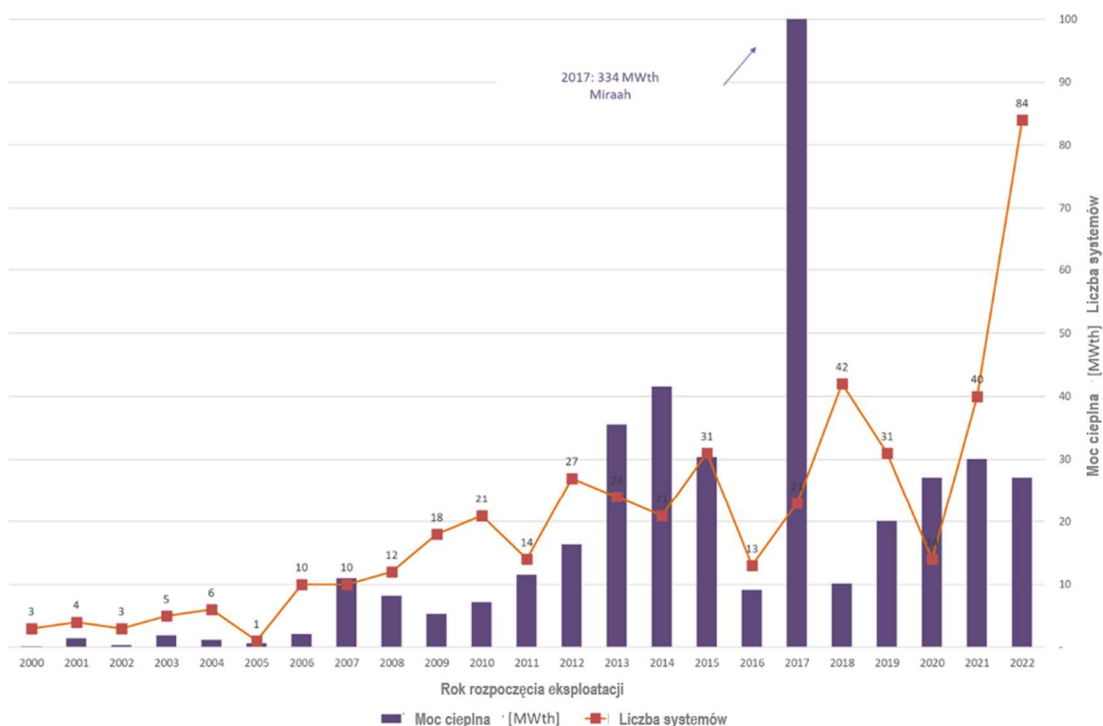
Poniższy rysunek przedstawia rozwój rynku udokumentowanych systemów SHIP w latach 2000-2022 pod względem liczby systemów instalowanych rocznie oraz całkowitej powierzchni kolektorów instalowanych rocznie. Patrząc na okres od 2013 do 2022 roku, staje się oczywiste, że przy pewnych wahaniach, zwłaszcza w latach 2020-2022, roczny rynek jest stosunkowo

² IRENA (2020) Koszty wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych w 2020 r.

³ AEE INTEC (2023) Baza danych SHIP www.ship-plants.info, wyprowadzony na dzień 31.03.2023 r.

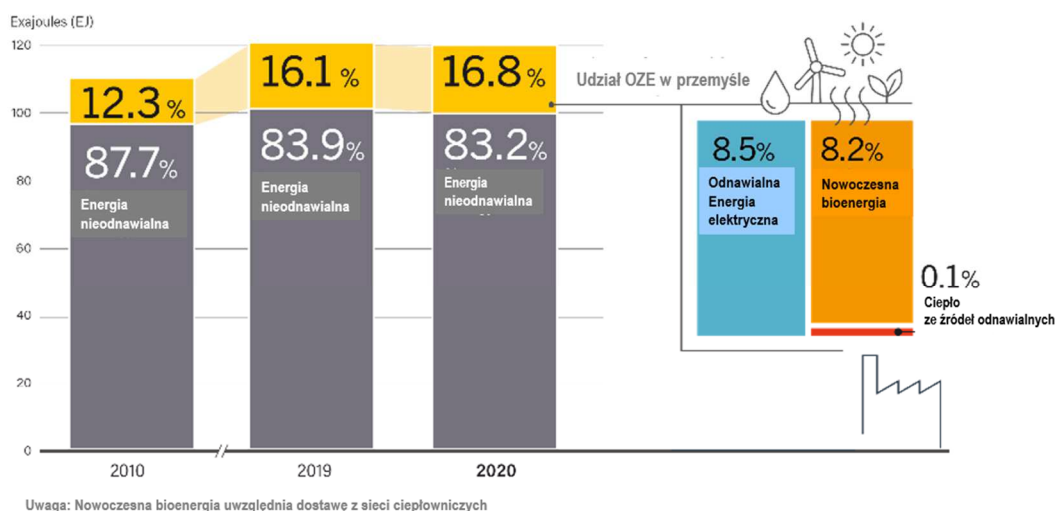
⁴ Solarpayback (2023) Coroczne badania wśród firm wymienionych na Mapie Świata Dostawców SHIP <https://solarthermalworld.org/news/high-level-of-dynamism-on-the-ship-world-market-in-2022/>

stały, ze średnią około 40 000 m² powierzchni kolektorów instalowanych rocznie (co odpowiada 28 MW_{th}). Mimo że niektóre instalacje znajdują się w zakresie mocy liczonej w MW, nie zauważono jeszcze wyraźnej tendencji w kierunku większych instalacji. Oczekuje się, że rzeczywista liczba instalacji będzie wyższa, ponieważ nie wszystkie instalacje, zwłaszcza te mniejsze, są udokumentowane.



Rysunek 2: Udokumentowana roczna instalacja systemów SHIP w latach 2000–2022 w bazie danych www.ship-plants.info

Aby prawidłowo zrozumieć pozycję rynkową SHIP, należy ocenić liczbę instalacji SHIP w odniesieniu do całkowitego zapotrzebowania na energię: Na podstawie całkowitego światowego rocznego zużycia energii końcowej w przemyśle w 2020 r. (ok. 33 000 TWh) udział ogrzewania odnawialnego wyniósł 0,1% zgodnie z raportem Renewable 2023 Global Status Report⁵. Zakładając jednostkowe dostarczenie użytecznego ciepła słonecznego na poziomie 550 kWh/m²/rok, instalacje SHIP przyczyniają się obecnie do 0,6 TWh lub 0,0020 % całkowitego zużycia energii końcowej w przemyśle na całym świecie. Choć tylko część tego zapotrzebowania nadaje się do zastąpienia przez SHIP, potencjał jest nadal ogromny.



REN21 RENEWABLES 2023 GLOBAL STATUS REPORT - RENEWABLES IN ENERGY DEMAND

Rysunek 3: Odnawialny Udobądź całkowitego zużycia energii końcowej w przemyśle ⁵

Niewielki udział ciepła ze źródeł odnawialnych tłumaczy się obecnie niskimi kosztami ciepła pochodzącego z paliw kopalnych w połączeniu z brakiem obowiązku wykorzystywania ciepła odnawialnego w przemyśle. W związku z tym systemy SHIP są wdrażane tylko wtedy, gdy istnieje (krótkoterminowa) korzyść ekonomiczna dla przedsiębiorstw. Obecnie uśredniony koszt ciepła (LCOH) wdrażanych instalacji SHIP wynosi zazwyczaj od 30 do 70 €/MWh, głównie w zależności od poziomu temperatury, profilu obciążenia i wielkości instalacji. Z najnowszych badań wynika, że w latach 2014–2020 koszty instalacji w Europie znacznie spadły ze względu na korzyści skali. Spodziewane są dalsze redukcje kosztów, wynikające z efektów tempa wzrostu znajomości technologii, napędzane silnym wzrostem rynku. Oczekuje się redukcji kosztów dla wszystkich typów systemów SHIP, z największym wpływem na technologie osiągające wyższe temperatury. Jednocześnie zwiększenie wielkości instalacji (>500 m²) pozytywnie wpływa na ogólne koszty systemu i pośrednio wpływa na mniejsze instalacje o powierzchni poniżej 500 m².

Przeszkodą w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych dotyczących systemów SHIP jest to, że jest to inwestycja długoterminowa, która może nie być zgodna z oczekiwaniami dotyczącymi szybkich okresów zwrotu krótszych niż trzy lata. Elektrownie SHIP zwiększają jednak bezpieczeństwo energetyczne i zapewniają przedsiębiorstwom przemysłowym długoterminową, przewidywalną stabilność niskich cen.

3 Potencjał

3.1 Potencjał rynkowy

Całkowite zapotrzebowanie na ciepło technologiczne na świecie wyniosło w 2021 roku około 46 000 TWh⁶. Stosując parametr do potencjalnych badań w ramach zadania 49 IEA SHC (napromieniowanie słoneczne 1 200 kWh/(m²rok), wydajność roczna 40 %), oblicza się konserwatywny potencjał udziału SHIP wynoszący co najmniej 4 % lub 1 850 TWh. Odpowiada to powierzchni kolektorów o powierzchni ponad 3 900 mln m² (2 730 GW) lub inwestycjom o

⁵REN21 (2023) Renewable 2023 Global Status Report – Odnawialne źródła energii w zapotrzebowaniu na energię

⁶MAE (2022), World Energy Outlook 2022, IEA, Paryż <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>, licencja: CC BY 4.0 (sprawozdanie); CC BY NC SA 4.0 (załącznik A)

wartości 1 900 mld euro. W porównaniu z obecną sytuacją rynkową wynoszącą około 30 MW/rok zainstalowanej mocy SHIP rocznie, potencjał SHIP jest prawie niewykorzystany.

W ostatnim czasie rozwinęły się sektory takie jak produkcja żywności i napojów, produkcja maszyn, przemysł wydobywczy i tekstylny. Istnieje jednak duży potencjał dla wszystkich gałęzi przemysłu, w których procesy operacyjne działają w zakresie temperatur do 400 °C lub systemy zasilania z zapotrzebowaniem na (wstępne) podgrzewanie. Analiza kilkuset profili obciążenia cieplnego przemysłu jednoznacznie wskazuje na zależność zapotrzebowania na ciepło przemysłowe od temperatury otoczenia dla ogrzewania pomieszczeń hal produkcyjnych. Jednak prawie wszystkie sektory mają zapotrzebowanie na ciepło technologiczne, które jest mniej więcej stałe przez cały rok⁷. Ciepło jest również potrzebne latem, co odpowiada szczytowi w dostarczaniu ciepła słonecznego. Odpowiednio dobrane systemy osiągają frakcje uzysku ciepła z energii słonecznej powyżej 50%, a w połączeniu z innymi odnawialnymi źródłami ciepła sprawiają, że systemy mogą być w 100% wolne od paliw kopalnych.

W przeciwieństwie do rozwiązań opartych na paliwach kopalnych, energia odnawialna i rozwiązania SHIP zawierają w szczególności wysoką regionalną wartość dodaną i tworzenie zielonych miejsc pracy. Jednak inwestorom i przedsiębiorstwom wciąż brakuje wiedzy na temat systemów SHIP i ich możliwości.

3.2 Redukcja kosztów

Podczas gdy ceny energii znacznie rosną i są bardzo zmienne i zależne od rozwoju sytuacji na świecie, zainstalowany system SHIP może dostarczać energię w 100% wolną od emisji CO₂ po kosztach stałych przez co najmniej 20 lat. Udane wdrożenia dowodzą, że konkurencyjne LCOH na poziomie 30-70 €/MWh można osiągnąć w sprzyjających warunkach. Publiczne systemy finansowania z dotacjami inwestycyjnymi mogą przyczynić się do zwiększenia rentowności instalacji w innych przypadkach i mogą być pomocne w wywołaniu szerszej penetracji rynku. Pomimo powolnego rozwoju rynku w przeszłości, w ciągu ostatnich dziesięciu lat w kilku krajach osiągnięto znaczny spadek LCOH dzięki obniżeniu kosztów instalacji (redukcja kosztów o 20–55 %).⁸ Efekt ten, dzięki korzyściom skali, może zapoczątkować samonapędzający się rozwój. Wynikający z tego wskaźnik wzrostu wiedzy na temat dużych ciepłowni słonecznych może obniżyć koszty wszystkich słonecznych systemów grzewczych, jeśli wdrożona powierzchnia kolektora jest wystarczająco duża. Logiczny wniosek jest taki, że ciepło słoneczne może być podstawową technologią dla przemysłowej transformacji cieplnej i pomóc firmom uniezależnić się od kosztów zaopatrzenia w ciepło z innych nośników energii.

3.3 Rola SHIP w strategiach dekarbonizacji

Istnieje zapotrzebowanie na rozwiązania wolne od CO₂ w celu zapewnienia ciepła w procesach przemysłowych. Przemysł domaga się krótkoterminowych rozwiązań w celu dekarbonizacji swoich systemów energetycznych opartych obecnie głównie na paliwach kopalnych na całym świecie. Cele klimatyczne stają się głównym argumentem przemawiającym za technologiami energii odnawialnej, co jest ogromnym bodźcem wynikającym z rosnących kosztów paliw kopalnych i energii elektrycznej. Bezpośrednia elektryfikacja i paliwa syntetyczne są brane pod uwagę w zastosowaniach wysokotemperaturowych powyżej 400 °C. Oczekuje się jednak, że te nośniki energii będą

⁷M Jesper, F Pag, K Vajen, U. Jordan, Annual Industrial and Commercial Heat Load Profiles: Modelling Based on k-Mean Clustering and Regression Analysis, Energy Conversion and Management: X 10 (3) (2021) 100085, doi:10.1016/j.ecmx.2021.100085.

⁸IRENA (2020) Koszty wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych w 2020 r.

zbyt rzadkie i wartościowe dla zastosowań o niskim natężeniu zapotrzebowania ciepłem na energię, jeśli dostępne będą lepsze alternatywy.

Dawno minęły czasy, gdy technologie odnawialne konkurowały jako samodzielne systemy. W ostatnich latach nastąpił zwrot w kierunku systemów hybrydowych (SHIP, ciepło odpadowe, pompy ciepła, fotowoltaika, PVT, energia geotermalna,... i magazyny) jest jasne.

SHIP oferuje atrakcyjne cechy dla systemów hybrydowych: niskie koszty wytwarzania ciepła, zintegrowane rozwiązania w zakresie magazynowania ciepła i atrakcyjne wymagania dotyczące powierzchni instalacji. Ze względu na niskie zapotrzebowanie na surowce krytyczne i wysokie wskaźniki recyklingu, SHIP wyróżnia się jako kluczowy element całościowego rozwiązania grzewczego.

Duże magazyny ciepła, które umożliwiają dostosowanie profili podaży i popytu, są podstawą zarówno samodzielnych systemów SHIP, jak i hybrydowych. Magazynowanie energii zwiększa udział energii słonecznej w całkowitym zaopatrzeniu w energię w sposób ekonomiczny, przesuując zasilanie ciepłem pozyskiwanym z energii słonecznej na okres kiedy występuje niskie promieniowanie słoneczne.

Systemy SHIP są elastyczne w swojej konstrukcji i można je zintegrować z większością przemysłowych systemów zaopatrzenia w ciepło. Aby osiągnąć jak największy wpływ, system SHIP powinien być zintegrowany po stronie zasilania systemu wytwarzania ciepła w przedsiębiorstwie i spełniać określone warunki, takie jak poziom temperatury, profil obciążenia i dostępność przestrzeni. Dostępne są koncepcje integracji obejmujące różne procesy, branże i systemy zaopatrzenia w ciepło⁹. Niemiecka norma VDI 3988 "słoneczne ciepło technologiczne" oferuje na przykład szybką pierwszą ocenę projektu systemu SHIP w oparciu o prostą, ale niezawodną metodologię ukierunkowaną na zapotrzebowanie na ciepło latem. Jeśli dostępna jest większa przestrzeń, powierzchnię kolektora słonecznego można zwiększyć, aby wykorzystać ekonomię skali i zwiększyć frakcję wykorzystania energii słonecznej. SHIP korzysta ze znacznie wyższej sprawności konwersji energii słonecznej na ciepło kolektorów termicznych w wyższych temperaturach niż wytwarzanie ciepła za pomocą grzejników oporowych zasilanych z instalacji fotowoltaicznych (PV). Wymagana powierzchnia instalacji dla systemu fotowoltaicznego jest około dwa do trzech razy większa niż dla instalacji SHIP. W przypadku zastosowań przemysłowych ta systemowa przewaga jest znacząca. W przypadku zastosowań niskotemperaturowych efekt ten jest kompensowany przez zastosowanie systemów PV - pompa ciepła.

4 Wymagane działania

W licznych dyskusjach na spotkaniach ekspertów w ramach zadania 64 SHC zidentyfikowano następujące wyzwania i środki mające na celu zwiększenie wykorzystania na rynku ciepła słonecznego w procesach przemysłowych.

Wyzwanie	Konieczne działania	Działanie skierowane do
Ramy gospodarcze	SHIP jest inwestycją długoterminową, często sprzeczną z typowymi krótkimi horyzontami planowania w przemyśle. W związku z tym potrzebne są odpowiednie krajowe mechanizmy wsparcia: <ul style="list-style-type: none">Długoterminowe, jasne cele w zakresie redukcji emisji, redukcji paliw kopalnych	Decydenci, polityka

⁹B Muster, I Ben Hassine, A Helmke, S Heß, P Krummenacher, B Schmitt, H Schnitzer. Wytyczne dotyczące integracji. Zadanie B 2, Zadanie Aktualizacji Konsultacyjnej MAE nr 49, 2015 r.

	<p>lub wykorzystania ciepła odnawialnego w przemyśle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie znacznych cen uprawnień do emisji dwutlenku węgla • Programy dotacji na inwestycje strategiczne (CAPEX) dla SHIP w celu wspierania efektów krzywej uczenia się. • Publiczne lub prywatne mechanizmy gwarancyjne mające na celu ograniczenie ryzyka związanego z rentownością i zdolnością systemów ESCO oraz obniżenie kosztu kapitału do czasu dostatecznego ustabilizowania się rynku. • Wsparcie szczegółowych studiów wykonalności w skali mocy liczonej w MW (najlepsze praktyki w Austrii) 	
Świadomość społeczna	<p>Podnoszenie świadomości na temat roli SHIP w niezawodnych dostawach ciepła bez emisji CO2 po przewidywalnych kosztach, niezależnych od rynków energii i o dużym udziale lokalnym.</p> <p>Bieżące informacje o firmach, stowarzyszeniach branżowych i polityce.</p> <p>Współpraca z renomowanymi firmami zajmującymi się inżynierią przemysłową, aby umieścić SHIP w ich standardowym portfolio.</p> <p>Uwzględnianie integrację SHIP jako jedną z domyślnych technologii dekarbonizacji w badaniach, publikacjach i dyskusjach politycznych.</p>	PRZEMYSŁ WYKORZYSTUJĄCY KOLEKTORY SŁONECZNE DO WSPARCIA CIEPŁA PROCESOWEGO W PRZEMYŚLE (SHIP), badania i rozwój, firmy zajmujące się inżynierią przemysłową
Budowanie potencjału	<p>Szkolenie menedżerów ds. energii, inżynierów, projektantów i instalatorów, aby utorować drogę do silnego wzrostu rynku, zwłaszcza na rynkach wschodzących.</p> <p>Współpraca z firmami zajmującymi się inżynierią przemysłową.</p>	SHIP oraz badania i rozwój
Narzędzia do planowania	<p>Wsparcie dostępnego na rynku oprogramowania do planowania hybrydowych systemów SHIP (pompy ciepła, kolektory słoneczne, kolektory skoncentrowane, systemy parowe i integracja z procesami przemysłowymi).</p> <p>Weryfikacja narzędzi za pomocą danych operacyjnych i uwzględnij wymóg raportowania danych dotyczących wydajności w celu walidacji narzędzi w celu zmniejszenia ryzyka.</p>	SHIP oraz badania i rozwój
Modułowość i standaryzacja konstrukcji	<p>Standaryzacja rozwiązań typu plug-and-play dla SHIP oraz łatwa integracja i łączenie z innymi technologiami.</p>	SHIP, R&D
Rozwiązania dla hybrydowych systemów grzewczych	<p>Opracowanie szczegółowych wytycznych projektowych. Prace SHC TCP mogą być podstawą do sformalizowania oficjalnych wytycznych projektowych.</p>	SHIP, R&D
Wysokiej jakości infrastruktura	<p>Opracowanie prostego systemu wykrywania usterek.</p>	Firmy zajmujące się energią słoneczną oraz badania i rozwój, polityka

	Naukowy monitoring dotowanych dużych systemów i transfer know-how wyciągniętych wniosków.	
Cięcie kosztów	Wykorzystanie efektu tempa uczenia się i skalowania dla dużych projektów (Think BIG). Zapewnienie ciągłego wsparcia dla stosowanych prac badawczo-rozwojowych w celu dalszej redukcji kosztów.	Firmy zajmujące się energią słoneczną oraz badania i rozwój, polityka, w tym agencje finansujące