

POTENCJAŁ WYKORZYSTANIA CIEPŁA ODPADOWEGO Z PRZEMYSŁU PRZETWÓRCZEGO NA DOLNYM ŚLĄSKU

POTENTIAL OF USING WASTE HEAT FROM PROCESSING INDUSTRY IN THE LOWER SILESIA REGION

Marta Resak, Magdalena Rogosz, Barbara Rogosz - „Poltegor- Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W artykule podjęto próbę oszacowania potencjału ciepła odpadowego z dolnośląskiego przemysłu przetwórczego. W tym celu wykorzystano metodykę szacowania potencjału ciepła odpadowego, gdzie oblicza się go jako procent zużytej energii w poszczególnych sektorach przemysłu. Dla Dolnego Śląska potencjał ten określono łącznie na 3253,50 TJ rocznie (0,9 TWh/rok), co stanowi około 16,5 % zużycia energii w przemyśle przetwórczym. Jednocześnie wykazano potencjał redukcji emisji w wysokości 308 tys. ton CO₂/rok (w porównaniu z rokiem bazowym 2016). Oszacowany potencjał ciepła odpadowego stanowił podstawę do opracowania scenariuszy rozwoju wykorzystania tego ciepła do roku 2040. Przyjęto, że wykorzystanie potencjału ciepła odpadowego odbywać się może według trzech scenariuszy: podstawowego, scenariusza ochrony klimatu i scenariusza ochrony klimatu plus.

Słowa kluczowe: ciepło odpadowe, przemysł przetwórczy, potencjał energetyczny, scenariusz rozwoju

The article attempts to estimate waste heat potential from processing industry in the Lower Silesia region. For this purpose, the methodology for estimating waste heat potential was used, where it is calculated as a percentage of energy consumed in individual industry sectors. For the Lower Silesia this potential is determined at a total of 3,253.50 TJ per year (0.9 TWh / year), which is about 16.5% of energy consumption in the processing industry. The emission reduction potential of 308 thousand tonnes of CO₂ / year is demonstrated (compared to 2016 as a base year). The estimated waste heat potential is a basis for scenarios of waste heat utilization development by 2040. It is assumed that the utilization of waste heat potential can take place according to three scenarios: a basic scenario, climate protection scenario and climate protection scenario plus.

Keywords: waste heat, processing industry, energy potential, development scenario

Wprowadzenie

Wyczerpywanie się nieodnawialnych źródeł energii, rosnące ceny produkcji energii oraz zanieczyszczenie środowiska powodują, że coraz intensywniej zmierza się w kierunku powszechnego wykorzystania ciepła odpadowego pochodzącego z różnych źródeł, w tym z przemysłu. Ciepło odpadowe, które powstaje podczas procesów produkcyjnych i jest oddawane do otoczenia, może być gromadzone, a następnie ponownie użyte. W artykule podjęto próbę oszacowania potencjału ciepła odpadowego z dolnośląskiego przemysłu przetwórczego. W tym celu postanowiono wykorzystać metodykę szacowania potencjału ciepła odpadowego, według której oblicza się go jako procent zużytej energii w różnych sektorach przemysłu. Określony w ten sposób potencjał ciepła odpadowego w przetwórstwie przemysłowym może stanowić podstawę do opracowania scenariuszy rozwoju wykorzystania tego ciepła na Dolnym Śląsku w ciągu kolejnych kilkadziesiąt lat.

Źródła ciepła odpadowego

Źródeł ciepła odpadowego jest tak wiele, że trudno je wszystkie wymienić. Przykładowo mogą być nimi: ciepło odpa-

dowe z elektrowni, elektrociepłowni, zakładów przemysłowych, układów wentylacji i klimatyzacji, układów chłodniczych, transportu (gazy wylotowe z silników spalinowych), biogazowni, oczyszczalni ścieków, kolektorów słonecznych, itp.

Duże ilości ciepła uwalniane są w procesach technologicznych w zakładach przemysłowych. Przykładowo z jednego litra wody odpadowej o różnicy temperatur równej 10°C można uzyskać 35,37 Wh energii, która może być wykorzystana do świecenia zwykłej żarówki o mocy 40 W przez 0,88h lub żarówki LED-owej przez 7,04h [1]. Największy potencjał można odnaleźć w zakładach przemysłowych, wykorzystujących w swoich procesach produkcyjnych duże ilości ciepła, energii elektrycznej i wody, w szczególności w zakładach petrochemicznych i chemicznych, metalurgicznych, z branży spożywczej, drzewno-papierniczej i w cementowniach. W tego typu obiektach uzasadnionym staje się dążenie do optymalnego wykorzystania pobranej i wytworzonej w procesach technologicznych energii dzięki maksymalizacji stopnia jej odzysku.

Ciepło odpadowe w zakładach przemysłowych występuje przede wszystkim w postaci spalin (gazów spalinowych) lub oparów, wody chłodzącej lub innych płynów, podgrzanych wyrobów i produktów ubocznych (ciał stałych i cieczy), które są następnie schładzane. Ciepło odpadowe emitowane jest także

Tab. 1. Nośniki ciepła odpadowego w przemyśle i charakterystyczne dla nich temperatury (BN - bardzo niska temperatura; <120°C, N- niska temperatura; 120 - 315°C, Ś - średnia temperatura; 315 - 650°C, W - wysoka temperatura; 650 - 870°C, BW - bardzo wysoka temperatura; >870°C) [2]

Tab.1. Waste heat carriers in industry and temperatures characteristic for them (BN - very low temperature; <120°C, N- low temperature; 120 - 315°C, Ś - average temperature; 315 - 650°C, W - high temperature; 650 - 870°C, BW - very high temperature; > 870°C) [2]

Nośnik ciepła	Rodzaj przemysłu										
	stalowy	alumi- niowy	szklarski	papier- niczy	petro- chemiczny	górnicy	chemiczny	spo- żywczy	cemen- towy	obróbka powierzchni	produkcja pary
Spaliny lub opary	BW; N	BW-W	BW	Ś-N	W-N	W-N	W-N	N	BW	Ś-N	N
Gorąca woda lub inne płyny	BN			BN	BN	BN	BN	BN	BN	BN	BN
Gorące wyroby	BW	Ś	BW	N-BN	N	Ś	Ś;BN	N-BN	BW	Ś	
Powierzchnie o wysokiej temperaturze	N-BN	N-BN	N-BN		BN				N		

Tab. 2. Potencjał ciepła odpadowego i potencjał Carnota [TWh/rok, TJ/rok] w Polsce według rodzajów działalności przemysłowej

Tab. 2. Waste heat potential and Carnot potential [TWh/year, TJ/year] in Poland according to industrial sectors

Rodzaj działalności przemysłowej	G. P. Panayiotou i in., 2017 [3]				M. Papapetrou i in., 2018 [4]	
	Potencjał ciepła odpadowego		Potencjał Carnota		Potencjał ciepła odpadowego	
	[TWh/rok]	[TJ/rok]	[TWh/rok]	[TJ/rok]	[TWh/rok]	[TJ/rok]
Hutnictwo żelaza	3,2	11520	1,8	6480	8,5	30600
Przemysł chemiczny i petrochemiczny	3,8	13680	1,8	6480	0,7	2340
Hutnictwo nieżelazne	0,5	1800	0,2	720	0,8	2880
Przemysł mineralny (szkło, ceramika i materiały budowlane)	3,4	12240	1,9	6840	5,0	18000
Przemysł spożywczy i tytoniowy	1,8	6480	0,4	1440	1,0	3600
Przemysł papierniczy	1,9	6840	0,8	2880	1,1	3960
Przemysł drzewny	0,6	2160	0,2	720		
Przemysł włókienniczy i skórzany	0,1	360	0	0	0,1	216
Inne (przemysł środków transportu, przemysł maszynowy, górnictwo, budownictwo)	0,8	2880	0,4	1440		
Całkowity potencjał	16,2	58320	7,6	27360	17,1	61596

z powierzchni stałych o wysokiej temperaturze w urządzeniach grzewczych, w tym w obrębie systemów przesyłu mediów (tj. głównie pary, gorącej wody, gorących gazów). Nośniki ciepła różnią się temperaturą (Tab. 1), składem i zawartością, mogą zwiierać zanieczyszczenia, substancje łatwopalne, cząstki stałe itp.

Oszacowanie potencjału ciepła odpadowego

Potencjał ciepła odpadowego najlepiej oszacować poprzez szczegółowe analizy lub oceny ilości ciepła odpadowego występującego w przedsiębiorstwach lub budynkach (audyty energetyczne lub bezpośrednie pomiary ciepła odpadowego). Jeśli odpowiednie dane z firm są dostępne, możliwe jest wyciągnięcie wniosków na temat poszczególnych branż przemysłowych i sektorów gospodarki w ujęciu krajowym czy też regionalnym. Jednak w większości przypadków nie ma dostępu do odpowiednich danych, jest to zależne od konkretnego procesu technologicznego oraz firmy, a tego typu dane są chronione przez instytucje. Także w polskich bazach statystycznych nie ma możliwości zaczerp-

nięcia informacji bezpośrednio o ciepłach odpadowych, które może być potencjalnie wykorzystane.

Możliwą formą pozyskania wiedzy na temat generowanego ciepła odpadowego mogą być dane obliczone na podstawie publicznie dostępnych informacji o emisjach pochodzące od podmiotów działających w różnych sektorach gospodarki, które mają obowiązek monitorowania i rozliczania się z substancji emitowanych do środowiska w ramach corocznej sprawozdawczości. W Polsce informacje te gromadzone są na podstawie ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE). Baza KOBIZE oferuje informacje o źródłach emisji wraz z lokalizacją tych źródeł, rzeczywistymi parametrami działania poszczególnych instalacji i wielkością emisji. Pozyskane informacje można zestawić i wykorzystać do obliczania potencjalnej mocy ciepła odpadowego [kW]. Potencjał energetyczny [kWh/rok] nie może zostać oszacowany, gdyż KOBIZE posiada dane o wielkościach emisji poszczególnych substancji do atmosfery [Mg/rok], ale nie

Tab. 3. Oszacowanie potencjału ciepła odpadowego na Dolnym Śląsku według gałęzi przemysłu
 Tab. 3. Estimation of waste heat potential in Lower Silesia Region according to industry sectors

Dział przetwórstwa przemysłowego	Zużycie energii elektrycznej w 2016 r. [GWh]	Zużycie energii elektrycznej w 2016 r. [TJ]	Całkowite zużycie ciepła w 2016 r. [TJ]	Łączne zużycie energii w 2016 r. [TJ]	Udział % ciepła odpadowego > 140°C w zużyciu energii	Ciepło odpadowe > 140°C [TJ/rok]	Ciepło odpadowe 60-140°C [TJ/rok]	Całkowity potencjał ciepła odpadowego [TJ/rok]
Produkcja artykułów spożywczych	187,98	676,72	1323,09	1999,80	15% (udział % ciepła odpadowego 60-140°C) ¹	-	299,97	299,97
Produkcja napojów	dane dla woj. dolnośląskiego objęte tajemnicą statystyczną ²							
Produkcja wyrobów tytoniowych	0,00	0,00	0,00	0,00				
Produkcja wyrobów tekstylnych	58,17	209,42	102,27	311,70				
Produkcja odzieży	3,69	13,29	11,86	25,14				
Produkcja skór i wyrobów ze skór wyprawionych	10,32	37,14	61,61	98,76				
Produkcja wyrobów z drewna oraz korka, z wylęczeniem mebli; produkcja wyrobów ze słomy i materiałów używanych do wyplatania	12,77	45,99	19,66	65,65				
Produkcja papieru i wyrobów z papieru	140,66	506,38	283,42	789,81	12% (udział % ciepła odpadowego 100-200°C w zużyciu ciepła) ³	34,54 (100-200°C)		34,54
Poligrafia i reprodukcja zapisanych nośników informacji	5,53	19,90	4,39	24,29				
Wytwarzanie i przetwarzanie koksu i produktów rafinacji ropy naftowej	dane dla woj. dolnośląskiego objęte tajemnicą statystyczną ²							

pominięto ze względu na niewielki udział %

¹ Hita, A., Guerassimoff, G., Seck, G., Djernaa, A., (2011), Assessment of the Potential of Heat Recovery in Food and Drink Industry by the Use of TIMES Model, ECEEE 2011 Summer Study, 735-743

² Dane objęte są zakazem publikowania zgodnie z Ustawą o statystyce publicznej

³ Papapetrou M., Kosmadaki G., Cipollina A., La Commare U., Micalle G., 2018, Industrial waste heat: Estimation of the technically available resource in the EU per industrial sector, temperature level and country, Applied Thermal Engineering 138, 207-216

⁴ Pehtni, M., J. Bödeker, M. Arens, E. Jochem and F. Idrissova, 2010, Die Nutzung industrieller Abwärme – technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung Bericht im Rahmen des Vorhabens „Wissenschaftliche Begleitforschung zu Übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“, oraz M. Pehtni, J. Bödeker, M. Arens, 2011, Industrial waste heat – tapping into a neglected efficiency potential, ECEE 2011 Summer Study, pp. 691-700

⁵ Pehtni, M., J. Bödeker, M. Arens, 2011, Industrial waste heat – tapping into a neglected efficiency potential, ECEE 2011 Summer Study, pp. 691-700

⁶ Zgodnie z wynikami badań norweskich i niemieckich 3,4 potencjał ciepła odpadowego między 60° a 140°C stanowi około połowy potencjału powyżej 140°C

Dział przetwórstwa przemysłowego	Zużycie energii elektrycznej w 2016 r. [GWh]	Zużycie energii elektrycznej w 2016 r. [TJ]	Całkowite zużycie ciepła w 2016 r. [TJ]	Łączne zużycie energii w 2016 r. [TJ]	Udział % ciepła odpadowego > 140°C w zużyciu energii	Ciepło odpadowe > 140°C [TJ/rok]	Ciepło odpadowe 60-140°C [TJ/rok]	Całkowity potencjał ciepła odpadowego [TJ/rok]
Produkcja chemikaliów i wyrobów chemicznych	543,47	1956,49	1601,94	3558,44	8% ^{4,5}	284,67		
Prod. podst. substancji farmac. oraz leków i pozostałych wyr. farmaceutycznych	40,83	146,97	131,26	278,23	3% ^{3,4}	8,35	973,00 ⁶	2918,99
Produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych	320,34	1153,22	227,63	1380,86	3% ^{3,4}	41,43		
Prod. wyr. z pozostałych mineral. surowców niemetalicznych	177,94	640,60	232,21	872,81	3% ^{3,4}	26,18		
Produkcja metali	851,53	3065,50	1720,31	4785,81	3% ^{3,4}	1435,74		
Prod. metalowych wyr. gotowych, z wyłączeniem maszyn i urządzeń	194,09	698,72	229,76	928,49	3% ^{3,4}	27,85		
Produkcja komputerów, wyrobów elektronicznych i optycznych	73,05	262,99	97,30	360,29	3% ^{3,4}	10,81		
Prod. urządzeń elektrycznych	137,35	494,45	180,34	674,79	3% ^{3,4}	20,24		
Produkcja maszyn i urządzeń, gdzie indziej niesklasyfikowana	130,54	469,93	201,69	671,63	3% ^{3,4}	20,15		
Prod. pojazdów samochod., przyrządów i naczep, z wyłączeniem motocykli	470,70	1694,52	386,20	2080,72	3% ^{3,4}	62,42		
Produkcja pozostałego sprzętu transportowego	34,64	124,69	146,74	271,44	3% ^{3,4}	8,14		
Produkcja mebli	34,29	123,44	97,97	221,41	brak danych		-	
Pozostała produkcja wyrobów	15,81	56,92	33,94	90,86	brak danych		-	
Naprawa, konserwacja i instalowanie maszyn i urządzeń	17,25	62,08	50,24	112,33	brak danych		-	
Działy łącznie	3460,94	12459,38	7143,84	19603,22				3253,50
Działy objęte tajemnicą statystyczną	23,20	83,52	225,24	308,76				
Przetwórstwo przemysłowe łącznie	3484,14	12542,90	7369,08	19911,98				

o profilach emisji [h/rok]. Poza tym dotyczą one tylko źródeł ciepła w postaci spalin, pominięte są źródła w postaci gorącej wody i innych płynów, a także gorących ciał stałych.

Istnieją różne badania dotyczące szacowania potencjału ciepła odpadowego w przemyśle zarówno w ujęciu ogólnoeuropejskim, jak i dla poszczególnych krajów UE. Niektóre opierają się na danych regionalnych, które są następnie ekstrapolowane na inne obszary lub kraje. Do szacowania ilości dostępnego ciepła odpadowego uwzględniają one najczęściej dane dotyczące całkowitego zużycia energii, bądź ciepła w różnych sektorach przemysłowych w poszczególnych krajach, gdyż sektory te różnią się swoją energochłonnością w sposób znaczny. Przykładowo w projekcie I-ThERM ("Industrial Thermal Energy Recovery Conversion and Management") realizowanym w ramach programu Horyzont 2020 podjęto próbę oszacowania potencjału ciepła odpadowego dla 28. krajów unijnych oraz dla poszczególnych sektorów przemysłowych w tych krajach. Wyniki tych rozważań w przypadku Polski przedstawiono w tabeli 2. Podano tu dwie wartości: potencjał ciepła odpadowego i tzw. potencjał Carnota (uwzględniający współczynnik sprawności Carnota, który definiuje stosunek pracy wykonanej do ilości ciepła pobranego ze źródła ciepła), który bardziej precyzyjnie wskazuje, czy ciepło odpadowe może nadal wykonywać pracę lub, innymi słowami, być wykorzystywane do wymiany ciepła [3]. Szacunki dotyczące potencjału ciepła odpadowego dla naszego kraju przedstawili także M. Papapetrou i in., 2018 - ok. 17 TWh/rok, gdzie największy potencjał występuje w hutnictwie żelaza ok. 8,5 TWh/rok i przemyśle mineralnym (surowców niemetalicznych) – 5 TWh/rok [4] (Tab. 2).

Bezpośrednie szacowanie ilości ciepła odpadowego produkowanego w województwie dolnośląskim okazało się zadaniem niezwykle trudnym ze względu na brak dostępu do danych z przedsiębiorstw. Postanowiono wykorzystać głównie metodykę szacowania potencjału ciepła odpadowego, gdzie oblicza się go jako procent zużytej energii w różnych sektorach przemysłu. Metodyka ta została zastosowana w badaniach niemieckich [5, 6] i jest oparta na wynikach badań różnych branż, głównie w Norwegii [7] oraz w Stanach Zjednoczonych. Dla rodzajów przemysłu niewymienionych w opracowaniu niemieckim zastosowano wyniki innych autorów (Tab. 3). Procent lub udział ciepła odpadowego w całkowitym zużyciu energii lub ciepła dla danego rodzaju przemysłu z jednego regionu/kraju zazwyczaj może być wykorzystany w obliczeniach dla innego regionu/kraju, jeśli struktura przemysłu jest podobna, co ma miejsce w przypadku krajów europejskich.

Dzięki skontaktowaniu się z Agencją Rynku Energii udało się uzyskać informacje nt. zużycia ciepła i energii elektrycznej w roku 2016 w województwie dolnośląskim, w podziale na poszczególne działy gospodarki wg PKD. Dane dla energii elektrycznej przedstawiono w GWh, a w kolejnych kolumnach tabeli 3 przeliczono na TJ i zsumowano z danymi o zużytym cieple w danym roku przez poszczególne działy PKD. Ze względu na tajemnicę statystyczną nie uzyskano danych dla produkcji napojów oraz wytwarzania i przetwarzania koks i produktów rafinacji ropy naftowej.

W przypadku wyżej wymienionych i niniejszego opracowania dwa parametry są istotne: ilość ciepła odpadowego oraz procent lub udział ciepła odpadowego w całkowitym zużyciu energii. Ilość ciepła ma znaczenie przy rozważaniu potencjału technologii wykorzystujących ciepło odpadowe i potencjału

rynkowego. Udział ciepła odpadowego w porównaniu z energią całkowitą jest ważny dla określenia potencjału poprawy efektywności w sektorach. Daje również wskazówkę, które sektory powinny skupić się na odzysku ciepła odpadowego. W związku z tym, gdy na danym obszarze występuje przemysł chemiczny, produkcja metali czy mineralnych surowców niemetalicznych, należy spodziewać się znacznych ilości ciepła odpadowego.

Dla Dolnego Śląska potencjał ciepła odpadowego w przetwórstwie przemysłowym szacuje się na 3253,50 TJ rocznie (0,9 TWh/rok). Biorąc pod uwagę łączne zużycie energii w przetwórstwie przemysłowym można stwierdzić, że niedoszacowanie całkowitego potencjału ciepła odpadowego ze względu na brak danych dla niektórych działów przetwórstwa, nie będzie odgrywać dużego znaczenia. Zatem wartość 3253,5 TJ/rok przyjęto jako całkowity potencjał województwa, co stanowi około 16,5% zużycia energii w przemyśle przetwórczym. Dla porównania, 3253,5 TJ/rok odpowiada nieco ponad 25% zużyciu ciepła komercyjnego (tzn. ciepła będącego przedmiotem obrotu handlowego) w dolnośląskich gospodarstwach domowych.

Szacowany roczny spadek emisji CO₂ w wyniku wykorzystania ciepła odpadowego można uzyskać mnożąc jego wartość przez wskaźnik emisyjności jednostkowej odnoszący się do źródła konwencjonalnego, które zostaje zastąpione przez ciepło odpadowe (emisja uniknięta). Jako źródło konwencjonalne przyjęto węgiel kamienny o średnim wskaźniku emisji 94,71 kg/GJ [8]. Wykazano potencjał redukcji emisji w wysokości 308 tys. ton CO₂/rok.

Scenariusze wykorzystania ciepła odpadowego

Oszacowany potencjał ciepła odpadowego w przetwórstwie przemysłowym na Dolnym Śląsku może stanowić podstawę do opracowania scenariuszy rozwoju wykorzystania tego ciepła w przeciągu kolejnych kilkunastu lat. Za rok bazowy przyjęto rok 2016 (na podstawie danych z tego roku obliczono potencjał) i do roku 2040 przyjęto, że wykorzystanie potencjału ciepła odpadowego odbywać się może według trzech scenariuszy: podstawowego, ochrony klimatu i ochrony klimatu plus (Tab. 4).

Scenariusz podstawowy zakłada ogólnie niewielki wzrost wykorzystania ciepła odpadowego - początkowo nieco ponad 1% rocznie, a po 2020 roku 0,5% na rok (w odniesieniu do roku bazowego). Oba scenariusze ochrony klimatu zakładają natomiast stosunkowo duży, 10-procentowy wzrost do 2020 roku, co oznacza, że w 2020 roku ponad 325 TJ energii będzie pochodzić z ciepła odpadowego (Rys. 1), co stanowi tyle, ile potrzeba na ogrzanie węglem kamiennym 4851 domów o powierzchni użytkowej mieszkania 100 m², wybudowanych po 1980 r. lub na ogrzanie gazem ziemnym 19118 takich samych

Tab. 4. Szacunkowe wykorzystanie potencjału ciepła odpadowego na Dolnym Śląsku w kolejnych latach w odniesieniu do roku 2016

Tab.4. Estimated use of waste heat potential in Lower Silesia Region in following years comparing to 2016

Rok	Scenariusz podstawowy	Scenariusz ochrony klimatu	Scenariusz ochrony klimatu plus
2020	5%	10%	10%
2030	10%	20%	25%
2040	15%	30%	40%

domów (na podstawie zużycia wybranych nośników energii na cele grzewcze na 1 m² powierzchni użytkowej mieszkania w budynkach nowszych i starszych [9]). Scenariusz ochrony klimatu zakłada, że w 2030 r. ponad 650 TJ energii będzie pochodzić z ciepła odpadowego, a w 2040 r. – nieco ponad 976 TJ.

Według najbardziej optymistycznego scenariusza w 2040 roku będzie możliwe wykorzystanie ponad 1301 TJ ciepła odpadowego, co stanowi o 123,3 tys. ton mniej wyemitowanego CO₂, niż w bazowym roku 2016 (Tab. 5). Redukcja emisji CO₂ w takiej wysokości stanowi 8% emisji z węgla kamiennego zużytego przez dolnośląskie gospodarstwa domowe w 2016 r. (na podstawie wskaźnika emisji dla węgla kamiennego dla kotłów z rusztem stałym o nominalnej mocy cieplnej ≤ 0,5 MW [10]).

Wzrost wykorzystania źródeł ciepła odpadowego zgodnie ze scenariuszem ochrony klimatu czy ochrony klimatu plus będzie możliwy do osiągnięcia jedynie przy dobrej współpracy wielu instytucji i partnerów społecznych, a przede wszystkim partnerów przemysłowych i inwestorów. Zwiększająca się świadomość w zakresie poprawy bilansu energetycznego przedsiębiorstw sprzyja chęci stosowania nowoczesnych technologii ponownie wykorzystujących ciepło odpadowe nie tylko w procesach produkcyjnych, ale również w budynkach biurowych zakładów. Wielu przedsiębiorców jest zainteresowanych wprowadzeniem systemów odzysku ciepła z procesów technologicznych, zmniejszających ilość energii zużywanej do celów grzewczych w sąsiednich budynkach (czy to tych należących do zakładu, czy też znajdujących się poza nim). Inwestorzy poszukujący obiektów pod inwestycje związane z ciepłem odpadowym na terenie województwa oraz gminy poszukujące inwestorów mogą znaleźć wsparcie w różnych programach poprawy efektywności energetycznej realizowanych na szczeblu regionalnym czy krajowym. Ułatwienie może stanowić także możliwość tworzenia klastrów

Tab. 5. Oszacowana redukcja emisji CO₂ w tys. ton na skutek wykorzystania ciepła odpadowego na Dolnym Śląsku dla różnych scenariuszy w odniesieniu do roku 2016.

Tab.5. Estimated reduction of CO₂ emissions in thousand tons due to the use of waste heat in Lower Silesia for various scenarios compared to 2016.

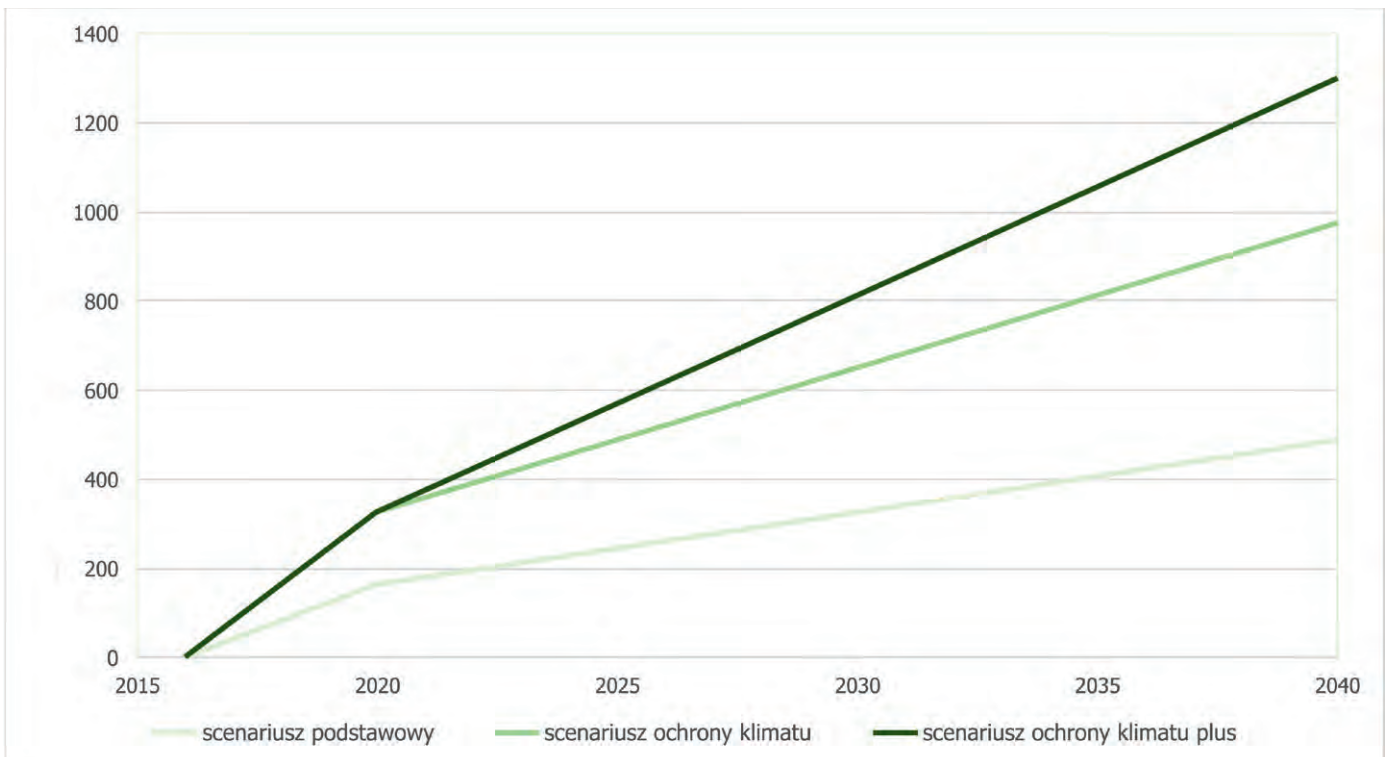
Rok	Scenariusz podstawowy	Scenariusz ochrony klimatu	Scenariusz ochrony klimatu plus
2020	15,4	30,8	30,8
2030	30,8	61,6	77,0
2040	46,2	92,4	123,3

energii wykorzystujących lokalne zasoby ciepła odpadowego. Ważną rolę ma do odegrania także samorząd województwa. Przedsięwzięcia samorządu województwa powinny obligować i mobilizować do odpowiednich działań samorządy lokalne oraz wszelkie inne podmioty instytucjonalne, których elementem działalności jest wspieranie poprawy efektywności energetycznej.

Podsumowanie

W procesach przetwórstwa przemysłowego powstają znaczne ilości ciepła odpadowego. Odzysk tego ciepła może nieść za sobą wiele korzyści, przede wszystkim dla bezpieczeństwa energetycznego i środowiska. Lepsze wykorzystanie energii może zmniejszyć zużycie paliw kopalnych potrzebnych do wytwarzania energii i związane z nim emisje gazów cieplarnianych do atmosfery. Jest to szansa dla przedsiębiorstw, które mogą przeznaczyć mniej środków na zakup energii, na zwiększenie swojej konkurencyjności lub, jeśli ciepło odpadowe nie może być ponownie wykorzystane w procesach wewnętrznych, na uzyskanie nowego źródła dochodu z jego sprzedaży innym podmiotom.

Dokładna ilość przemysłowego ciepła odpadowego jest



Rys. 1. Wykorzystanie potencjału ciepła odpadowego [TJ] z sektora przetwórstwa przemysłowego na Dolnym Śląsku dla różnych scenariuszy do 2040 roku
Fig. 1. Utilization of waste heat potential [TJ] from the industrial processing sector in Lower Silesia for various scenarios until 2040

trudna do oszacowania, ale powyższe szacunki wskazują, że 16,5 procent energii zużytej w dolnośląskim przemyśle przetwórczym w ciągu roku jest odprowadzane jako ciepło odpadowe, które może być efektywnie wykorzystane.

Istnieje wiele technologii wykorzystania ciepła odpadowego, co jest w dużej mierze zdeterminowane przez jego temperaturę. Różne rodzaje urządzeń odpowiednie są dla różnych reżimów temperaturowych, lecz ciągle poszukuje się nowych, bardziej wydajnych i skutecznych rozwiązań, także z tego względu, że wiele źródeł ciepła odpadowego pozostaje niewykorzystanych.

Sprawniejsze i bardziej zrównoważone wytwarzanie i zużycie energii jest priorytetem dla Unii Europejskiej. Strategia UE w zakresie ogrzewania i chłodzenia stwierdza: „Niekktóre branże przemysłu generują ciepło jako produkt uboczny. Znacznie większa część tego ciepła mogłaby być wykorzystywana w samym zakładzie lub sprzedawana do ogrzewania pobliskich budynków. To samo dotyczy ciepła odpadowego z elektrowni, sektora usług i infrastruktury, np. sieci metra” [11]. W związku z powyższym, trendy rozwoju tego sektora powinny być monitorowane, a potencjał lepiej oszacowany i w przyszłości szeroko wykorzystywany.

Literatura

- [1] Doskocz J., Kardasz P., Szałata Ł., 2016. *Ciepło odpadowe jako źródło energii elektrycznej*, Polski Przemysł Numer 32, s. 37-41
- [2] Thekdi A., Nimbalkar S. *Industrial Waste Heat Recovery: Potential Applications*, Available Technologies and Crosscutting R&D Opportunities, ORNL/TM-2014/622, December 2014
- [3] Panayiotou G. P., Bianchi G., Georgiou G., Aresti L., Argyrou M., Agathokleous R., Tsamos K. M., Tassou S. A., Florides, G. Kalogirou S., Christodoulides P., 2017. *Preliminary assessment of waste heat potential in major European industries*, Energy Procedia 123, 335-345
- [4] Papapetrou M., Kosmadaki G., Cipollina A., La Commare U., Micale G., 2018. *Industrial waste heat: Estimation of the technically available resource in the EU per industrial sector, temperature level and country*, Applied Thermal Engineering 138, 207–216
- [5] Pehtnt, M., Bödeker J., Arens M., Jochem E., Idrissova F., 2010. *Die Nutzung industrieller Abwärme – technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiewirtschaftliche Umsetzung Bericht im Rahmen des Vorhabens* „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“
- [6] Pehtnt M., Bödeker J., Arens M., 2011, *Industrial waste heat – tapping into a neglected efficiency potential*, ECEE 2011 Summer Study, pp. 691–700
- [7] *Potensialstudie for utnyttelse av spillvarme fra norsk industri*. Rapport. Enova SF, 2009
- [8] *Wartości opalowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂(WE) w roku 2016 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2019*. KOBiZE, Warszawa, grudzień 2018
- [9] *Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2015 roku*. GUS, Warszawa 2017
- [10] *Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw. Kotle o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW*, KOBiZE, Warszawa, styczeń 2015
- [11] *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Strategia UE w zakresie ogrzewania i chłodzenia” COM(2016) 51 final*

