



WiseEuropa

Mniej znaczy więcej

Rola efektywności energetycznej w transformacji do neutralności klimatycznej

Wykorzystanie potencjału efektywności energetycznej jest warunkiem koniecznym przeprowadzenia efektywnej kosztowo transformacji energetycznej w tempie wynikającym z celów klimatycznych UE. Jego pominięcie przełoży się na wyższe koszty produkcji czystej energii oraz wzrost opłat za emisje dla całego społeczeństwa.

Piotr Chrzanowski, Aleksander Śniegocki, Izabela Zygmunt



ENERGIA, KLIMAT I ŚRODOWISKO

Mniej znaczy więcej.
Rola efektywności energetycznej w transformacji do neutralności klimatycznej.

Autorzy:

Piotr Chrzanowski
Aleksander Śniegocki
Izabela Zygmunt



Fundacja Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Europejskich
Ul. Królewska 2/26
00-065 Warszawa
www.wise-europa.eu

ENGINEERING
TOMORROW



Danfoss Poland Sp. z o.o.
ul. Chrzanowska 5,
05-825 Grodzisk Mazowiecki
www.danfoss.pl

Publikacja została zrealizowana w ramach partnerstwa z Danfoss Polska. Publikacja odzwierciedla jedynie stanowisko WiseEuropa. Danfoss Polska nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w publikacji zawartość merytoryczną ani za sposób wykorzystania zawartych w niej informacji.

Projekt okładki, skład, łamanie: Studio graficzne TEMPERÓWKA s.c.

Kopiowanie i rozpowszechnianie może być dokonane za podaniem źródła.

© Copyright by WiseEuropa – Fundacja Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Europejskich,
Warszawa, 2021



WiseEuropa

Piotr Chrzanowski, Aleksander Śniegocki, Izabela Zygmunt

Mniej znaczy więcej

Rola efektywności
energetycznej w transformacji
do neutralności klimatycznej

Warszawa, 2021

Streszczenie	5
1. Wstęp	8
2. Efektywność ekonomiczna inwestycji w ograniczanie zapotrzebowania na energię - studia przypadku	11
2.1. Ograniczenie zapotrzebowania na energię elektryczną w sektorze budynków mieszkalnych i niemieszkalnych	12
2.2. Ograniczenie zapotrzebowania na paliwo w sektorze budynków mieszkalnych poprzez poprawę charakterystyki energetycznej budynków i zainstalowanie zeroemisyjnych źródeł ciepła	14
2.3. Ograniczenie zapotrzebowania na energię w procesach przemysłowych	18
3. Podsumowanie	20

Streszczenie

- Poprawa efektywności energetycznej jest najbardziej efektywnym kosztowo sposobem zaspokojenia zapotrzebowania na energię wobec zachodzącej transformacji energetycznej.
- Dotyczy to porównania inwestycji w efektywność energetyczną zarówno ze wzrostem produkcji energii z czystych źródeł, jak i z brakiem działań i dalszym korzystaniem z węgla do produkcji energii elektrycznej i ciepła.
- Prawdopodobnie tę potwierdzają obliczenia dokonane dla energii elektrycznej zużywanej przez sprzęty wykorzystywane przez gospodarstwa domowe i firmy usługowe, energii cieplnej wytwarzanej z węgla w celu ogrzania budynków mieszkalnych oraz energii wykorzystywanej do wytwarzania ciepła procesowego w przemyśle.
- Obniżenie zapotrzebowania na energię elektryczną zużywaną przez urządzenia oświetleniowe i chłodnicze w gospodarstwach domowych i firmach usługowych o 1 megawatogodzinę (1 MWh) dzięki zastosowaniu bardziej energooszczędnych sprzętów będzie się wiązać ze średnim kosztem 97 PLN średnio w latach 2021-2030. Wytworzenie tej samej ilości energii z odnawialnych źródeł będzie trzykrotnie droższe (299 PLN), natomiast koszt wyprodukowania tej ilości energii w istniejącej elektrowni węglowej wyniesie 320 PLN. Dla porównania, typowe gospodarstwo domowe w Polsce zużywa rocznie ok. 2 MWh.
- Poprawa parametrów energetycznych budynku obniżająca jego zapotrzebowanie na ciepło będzie w analizowanym okresie 2021-2030 kosztować średnio 52 PLN za każdy gigadżul (1 GJ – tyle ciepła zużywa typowy dom przed modernizacją energetyczną w ciągu 3 dni sezonu grzewczego) zaoszczędzonej energii cieplnej. Koszt wytworzenia tej samej ilości ciepła z węgla spalonego w domowym kotle, z uwzględnieniem kosztu zakupu i utrzymania kotła, to obecnie 63 PLN/GJ. W związku z planowanym obciążeniem emisji z budynków opłatami za emisję, do 2030 r. koszt ten może wzrosnąć do 103 PLN/GJ. Zastąpienie kotła węglowego pompą ciepła bez wcześniejszej modernizacji energetycznej budynku wiąże się z porównywalnym kosztem, wynoszącym 105 PLN/GJ. Natomiast koszt kompleksowego przejścia na zeroemisyjne ogrzewanie budynku przez połączenie głębokiej modernizacji energetycznej i elektryfikacji ogrzewania to 88 PLN/GJ.
- W przemyśle ograniczenie zapotrzebowania na energię o 1 GJ w procesach niskotemperaturowych dzięki zastosowaniu bardziej efektywnych urządzeń i wykorzystaniu ciepła odpadowego wiąże się z kosztem 33 PLN. Koszt wytworzenia 1 GJ ciepła dla tych samych procesów w wariantcie braku działań i dalszego korzystania z węgla wynosi w analizowanym okresie 75 PLN. Wyeliminowanie węgla dzięki zastosowaniu zeroemisyjnego źródła ciepła, tj. wielkoskalowej pompy ciepła, bez działań poprawiających efektywność energetyczną, to koszt 86 PLN/GJ. Natomiast kompleksowe rozwiązanie obejmujące poprawę efektywności i zaspokojenie pozostałego zapotrzebowania na energię za pomocą pompy ciepła wiąże się z kosztem 74 PLN na 1 GJ.

- Transformacja w kierunku neutralności klimatycznej wiąże się z powszechnym wykorzystaniem energii elektrycznej do produkcji ciepła oraz napędzania pojazdów. W trudnych do elektryfikacji sektorach paliwa kopalne będą zastępowane zeroemisyjnym wodorem, w tym wytwarzanym w procesie elektrolizy. Doprowadzi to do szybkiego wzrostu zapotrzebowania na odnawialną energię elektryczną w nowych dziedzinach, gdzie nie była do tej pory wykorzystywana. Bez poprawy efektywności energetycznej rozbudowa odnawialnych mocy wytwórczych w tempie, które pozwoliłoby zaspokoić to rosnące zapotrzebowanie, będzie wyzwaniem ze względu na bariery dotyczące dostępności surowców, przestrzeni i wykwalifikowanej siły roboczej, czas trwania procedur administracyjnych oraz ograniczenia sieci energetycznych. Wykorzystanie potencjału efektywności energetycznej jest warunkiem koniecznym przeprowadzenia transformacji energetycznej w tempie wynikającym z celów klimatycznych UE.
- Zaniechanie poprawy efektywności energetycznej będzie generowało wysokie koszty produkcji energii i opłat za emisje dla całego społeczeństwa. Przykładowo, niezrealizowanie założeń dotyczących poprawy efektywności energetycznej w przemyśle i budynkach w zakresie przewidzianym w Krajowym Planie na rzecz Energii i Klimatu (KPEiK) spowoduje konieczność poniesienia dodatkowych kosztów, które do 2030 r. osiągną poziom 11 mld PLN rocznie. W całym okresie 2021-2030 skumulowana wartość dodatkowych wydatków, których można uniknąć dzięki poprawie efektywności, osiągnie 51 mld PLN. Warto przy tym zaznaczyć, że przedstawione w KPEiK zamierzenia dotyczące poprawy efektywności energetycznej są dalece niewystarczające w kontekście nowych celów klimatycznych UE.

Rekomendacje

- polityka publiczna w obszarze efektywności energetycznej powinna kompleksowo uwzględniać rachunek kosztów i korzyści z poprawy efektywności energetycznej w średnim i długim okresie
- kształtując instrumenty wsparcia i narzędzia regulacyjne, takie jak standardy efektywności, należy uwzględniać średnio- i długookresowe cele, tj. konieczność ograniczenia zapotrzebowania na energię do 2030 r. w skali całej UE o co najmniej 9% w stosunku do prognoz z 2020 r., oraz cel neutralności klimatycznej, którą Unia Europejska zobowiązała się osiągnąć najpóźniej do połowy wieku
- niezbędne są finansowe instrumenty wsparcia, które ułatwią inwestowanie w poprawę efektywności energetycznej: dotacje w przypadku gospodarstw domowych oraz instrumenty zwrotne w przypadku przedsiębiorstw, przy czym przedsiębiorstwa powinny mieć także dostęp do subsydiów w przypadku wdrażania rozwiązań innowacyjnych
- instrumenty wsparcia powinny premiować kompleksowe i głębokie modernizacje energetyczne i inne działania skutkujące znaczącym ograniczeniem zapotrzebowania na energię, ponieważ to one są najbardziej opłacalne w długim okresie
- instrumentom wsparcia muszą towarzyszyć klarowne instrumenty regulacyjne, tj. coraz wyższe obowiązkowe standardy efektywności energetycznej
- niezbędne są także działania podnoszące świadomość na temat dostępnych rozwiązań i najlepszych praktyk, dostępnych mechanizmów wsparcia, rachunku ekonomicznego inwestycji w poprawę efektywności energetycznej oraz unijnych celów i polityk dotyczących efektywności energetycznej
- do wykorzystania potencjału poprawy efektywności energetycznej w gospodarce potrzebni będą wykwalifikowani fachowcy, dlatego celem polityki publicznej powinno być także zapewnienie odpowiedniej liczby pracowników posiadających potrzebne umiejętności. Kwalifikacje związane z efektywnością energetyczną mogą być obiecującym kierunkiem przekwalifikowania dla osób odchodzących z pracy w sektorach związanych z paliwami kopalnymi

1. Wstęp

Wraz z wejściem w życie Europejskiego Prawa o Klimacie w dniu 29 lipca 2021 r. **Unia Europejska prawnie zobowiązała się, że do 2030 r. zredukuje emisje gazów cieplarnianych o co najmniej 55% względem poziomu z 1990 r., a najpóźniej w 2050 r. stanie się neutralna klimatycznie.**

Osiągnięcie tych celów będzie wymagało przeglądu i zmiany szeregu unijnych regulacji wpływających na tempo dekarbonizacji gospodarki, w tym **wyznaczenia nowych celów na 2030 r. dotyczących udziału odnawialnych źródeł energii i poprawy efektywności energetycznej, które obecnie wynoszą odpowiednio 32% i 32,5%**. Będzie także wiązało się z koniecznością znowelizowania m.in. Dyrektywy o OZE, Dyrektywy o efektywności energetycznej i Dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Propozycje nowelizacji pierwszych dwóch wymienionych dyrektyw oraz kilkunastu innych aktów prawnych istotnych dla osiągnięcia celów klimatycznych zostały przedstawione 14 lipca 2021 r. Projekt zmiany Dyrektywy budynkowej i kilku kolejnych unijnych przepisów spodziewany jest w grudniu.

W przedstawionym w lipcu 2021 r. pakiecie reform Komisja zaproponowała m.in.:

- zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii do 40% w 2030 r.,
- poprawę efektywności energetycznej umożliwiającą ograniczenie końcowego zużycia energii do 2030 r. o 36% względem prognoz z 2007 r. (9% względem prognoz z 2020 r. uwzględniających działania zaplanowane w Krajowych Planach na rzecz Energii i Klimatu),
- obciążenie opłatami emisji gazów cieplarnianych z budynków i transportu drogowego poczynając od 2026 r.,
- przeznaczenie dodatkowych funduszy z powiększonego Funduszu Modernizacyjnego oraz nowego Społecznego Funduszu Klimatycznego na poprawę efektywności energetycznej, w tym zwłaszcza na renowacje budynków mieszkalnych.

Końcowe zużycie energii – zużycie nośników energii nabywanych przez użytkowników końcowych (np. gospodarstwa domowe, firmy, instytucje publiczne). Nośniki te obejmują zarówno energię elektryczną oraz ciepło sieciowe, jak i paliwa wykorzystywane bezpośrednio przez odbiorców (np. spalanie benzyny w samochodzie, spalanie węgla w domowym kotle). Końcowe zużycie energii nie obejmuje strat powstających przy przetwarzaniu oraz dystrybucji nośników energii przez sektor energetyczny. Przykładowo, energia końcowa dostarczana w formie prądu do gniazdek w gospodarstwach domowych stanowi jedynie część energii zawartej w węglu spalonym w elektrowni.



Propozycje zawarte w zaproponowanym przez Komisję pakiecie będą przez najbliższe kilkanaście miesięcy dyskutowane i modyfikowane w procesie legislacyjnym z udziałem Parlamentu Europejskiego i Rady. Poza samymi celami klimatycznymi, szerszy kontekst tych prac określają strategie przyjęte już przez Komisję dla poszczególnych sektorów w ramach Europejskiego Zielonego Ładu.

Z punktu widzenia efektywności energetycznej najważniejsze z nich to strategia „Fala Renowacji” oraz strategia integracji sektorów. Strategia „Fala Renowacji” zakłada co najmniej podwojenie tempa renowacji budynków w UE i wspieranie głębokich modernizacji energetycznych. Do 2030 r. renowację ma przejść 35 mln budynków w całej Unii, dzięki czemu do 2030 emisje gazów cieplarnianych generowane przez budynki zmniejszą się o 60%, końcowe zużycie energii w budynkach obniży się o 14%, a zapotrzebowanie na energię na cele ogrzewania i chłodzenia spadnie o 18%. Strategia integracji sektorów przewiduje natomiast elektryfikację ogrzewnictwa i transportu oraz połączenie w jeden system różnych obszarów użytkowania energii w celu jej efektywniejszego wykorzystywania, np. dzięki zastosowaniu ciepła odpadowego do ogrzewania czy użyciu urządzeń grzewczych w budynkach oraz akumulatorów pojazdów elektrycznych jako buforów bądź magazynów energii stabilizujących sieć. Ze strategią integracji sektorów powiązana jest strategia wodorowa, przewidująca zastąpienie paliw kopalnych wodorem w tych zastosowaniach, gdzie nie jest możliwa bezpośrednia elektryfikacja. Strategia wodorowa przewiduje, że do 2030 r. w UE mają zostać zainstalowane hydrolizery wytwarzające zielony wodór z odnawialnej energii elektrycznej o łącznej mocy 40 GW.

Tak zarysowana wizja unijnej transformacji energetycznej oznacza konieczność nie tylko szybkiego rozwoju odnawialnych źródeł energii, które zastąpią paliwa kopalne, ale także daleko idących działań po stronie popytu na energię, w tym przede wszystkim ograniczenia tempa wzrostu zapotrzebowania na nią.

Ramka 1. Pierwszeństwo dla efektywności energetycznej

Zasada pierwszeństwa dla efektywności energetycznej (*Energy Efficiency First*) jest horyzontalną zasadą obowiązującą w unijnej polityce energetyczno-klimatycznej. Formalnie wymóg jej stosowania został wprowadzony w 2018 r. w Rozporządzeniu o zarządzaniu unią energetyczną, które poprawę efektywności energetycznej uczyniło jednym z pięciu wymiarów unii energetycznej i zobowiązało państwa członkowskie do uwzględniania zasady pierwszeństwa efektywności przy tworzeniu swoich krajowych planów działań w obszarze energii i klimatu (KPEiK).

Zgodnie z definicją zawartą w rozporządzeniu, zasada pierwszeństwa dla efektywności energetycznej oznacza, że w decyzjach dotyczących planowania, polityki i inwestycji w dziedzinie energii należy w najwyższym stopniu uwzględniać racjonalne pod względem kosztów alternatywne środki służące efektywności energetycznej, tj. generujące oszczędności końcowego zużycia energii, umożliwiające zarządzanie popytem na energię oraz jej bardziej efektywną konwersję, dystrybucję i przesył.

Praktyczne wdrażanie zasady *energy efficiency first* powinno polegać na uwzględnianiu potencjalnych korzyści z poprawy efektywności energetycznej (tj. z ograniczenia zapotrzebowania na energię, poprawy efektywności jej wytwarzania, przesyłu i dystrybucji oraz wprowadzenia możliwości zarządzania popytem na energię) przy podejmowaniu wszystkich decyzji dotyczących rozwoju systemu energetycznego. Wśród korzyści tych należy uwzględniać także aspekty niezwiązane bezpośrednio z systemem energetycznym (korzyści dodatkowe), takie jak poprawa jakości powietrza czy ograniczenie ubóstwa energetycznego w przypadku budynków mieszkalnych. Wszędzie tam, gdzie w świetle takiej oceny działania dotyczące efektywności okażą się najkorzystniejsze, powinny one mieć pierwszeństwo przed inwestycjami w nowe źródła wytwarzania energii, rozbudowę infrastruktury dystrybucji i przesyłu czy nowe źródła paliw¹.

Zasada pierwszeństwa dla efektywności energetycznej obowiązuje nie tylko w obszarze tworzenia planów i polityk energetyczno-klimatycznych, ale także wydatkowania środków unijnych. Przyjęcie ram strategicznych dla skutecznej poprawy efektywności energetycznej jest jednym z tzw. tematycznych warunków podstawowych dostępu do środków z funduszy Polityki Spójności w nowej perspektywie budżetowej UE. Poprawa efektywności energetycznej jest także jednym z celów inwestycji w zieloną transformację w ramach Instrumentu na rzecz odbudowy i zwiększania odporności.

Niniejsze opracowanie jest próbą wdrożenia opisanego powyżej podejścia, tj. dokonania oceny potencjału poprawy efektywności energetycznej i wynikających z niej korzyści, w trzech obszarach: zużycia energii elektrycznej w budynkach mieszkalnych i niemieszkalnych, zużycia energii cieplnej w budynkach mieszkalnych oraz zużycia energii w przemyśle.

1 Zob. materiały projektu Enefirst: <https://enefirst.eu/>

2. Efektywność ekonomiczna inwestycji w ograniczanie zapotrzebowania na energię - studia przypadku

W celu zweryfikowania efektywności ekonomicznej działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej przeanalizowane zostały trzy typowe kierunki zużycia energii w gospodarce. Koszty działań poprawiających efektywność energetyczną zostały zestawione z kosztem braku działań oraz z kosztami przejścia na zeroemisyjne rozwiązania bez uprzedniej poprawy efektywności energetycznej.

W pierwszym rozważanym przypadku, pod uwagę wzięto ograniczenie zapotrzebowania na energię elektryczną w gospodarstwach domowych i firmach usługowych dzięki **zastosowaniu energooszczędnego oświetlenia i urządzeń chłodniczych** oraz przejście na rozwiązania zeroemisyjne polegające na zastąpieniu energii elektrycznej z węgla energią pochodzącą ze źródeł odnawialnych.

Drugi przypadek przedstawia **modernizację energetyczną budynku obejmującą docieplenie ścian i wymianę stolarki okiennej i drzwiowej oraz optymalizację systemów ogrzewania i chłodzenia przestrzeni**. W analizie zbadano też koszt zastąpienia energii cieplnej ze spalania węgla energią elektryczną z odnawialnych źródeł oraz koszt braku działań, tj. dalszego pozyskiwania energii cieplnej z węgla.

Trzeci przypadek dotyczy **ciepła dla niskotemperaturowych procesów przemysłowych**. Analizowane działania polegały na **zastosowaniu bardziej efektywnych energetycznie urządzeń i wykorzystaniu ciepła odpadowego** oraz zastąpieniu spalania węgla jako źródła ciepła wielkoskalową pompą ciepła. Zbadano również koszt braku działań i dalszego korzystania z węgla.

Koszt porównywanych działań uwzględnia zarówno niezbędne nakłady inwestycyjne (przeliczone na jednostkę wyprodukowanej energii z uwzględnieniem stopy dyskontowej na poziomie 6%), jak i średnie jednostkowe koszty utrzymania instalacji, zakupu paliw oraz uprawnień do emisji. Takie podejście pozwala uzyskać w pełni porównywalne wskaźniki opisujące koszty produkcji oraz oszczędzania energii w określonym horyzoncie czasowym (2021-2030).

2.1. Ograniczenie zapotrzebowania na energię elektryczną w sektorze budynków mieszkalnych i niemieszkalnych

W analizie przypadku określono koszty:

- braku działań i dalszego wytwarzania energii elektrycznej w nowoczesnej elektrowni węglowej. Jako bazową jednostkę do obliczeń przyjęto 1 TWh energii elektrycznej.
- budowy nowych źródeł odnawialnych pozwalających na wytworzenie 1 TWh energii elektrycznej z OZE – fotowoltaiki i energetyki wiatrowej na lądzie oraz na morzu,
- redukcji zapotrzebowania na energię elektryczną o 1 TWh poprzez inwestycje w sektorze budynków mieszkalnych i niemieszkalnych obejmujące modernizację oświetlenia i urządzeń chłodniczych.

Jedna terawatogodzina (1 TWh) to ilość energii elektrycznej pozwalająca na pokrycie rocznego zapotrzebowania ok. 500 tys. gospodarstw domowych. Stanowi ona ok. 3,5% energii elektrycznej zużywanej przez wszystkie gospodarstwa domowe w Polsce. Taka ilość energii wystarczy również na pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną wszystkich gospodarstw domowych w województwie warmińsko-mazurskim.

Koszty niepodejmowania działań związanych z efektywnością energetyczną określono przez obliczenie kosztu dalszego wytwarzania energii elektrycznej z węgla kamiennego. Na podstawie określonych w KPEiK parametrów takich jak koszty zmienne produkcji energii elektrycznej oraz sprawność elektrowni opalanej węglem kamiennym wyznaczono łączne koszty zmienne (koszty utrzymania oraz koszty paliwa) wyprodukowania 1 TWh energii elektrycznej. Na podstawie danych publikowanych przez KOBiZE² oszacowano wielkość emisji CO₂ odpowiadającą danej ilości energii. Dodatkowymi kosztami ponoszonymi w przypadku produkcji energii elektrycznej z paliw kopalnych są koszty wynikające z rosnących cen uprawnień do emisji (na podstawie obecnych cen uprawnień oraz prognoz KOBiZE³ do 2030 r., średnie ceny uprawnień do emisji w analizowanym okresie wynoszą 65 EUR/tonę CO₂). **Pełny koszt wyprodukowania 1 TWh energii elektrycznej z węgla w latach 2021-2030 wyniesie średnio 320 mln PLN.**

Na potrzeby oszacowania kosztów pokrycia określonego zapotrzebowania na energię elektryczną z OZE założono, że energia ta zostanie dostarczona przez fotowoltaikę oraz energetykę wiatrową na lądzie oraz na morzu (w proporcji 8/45/47, odpowiadającej projekcom w rządowych dokumentach strategicznych na 2030 r.). Koszty wytworzenia energii ze źródeł odnawialnych, obejmujące koszt budowy źródeł i koszty operacyjne, oszacowano na podstawie średnich cen sprzedaży energii z OZE określonych w aukcjach przeprowadzonych przez Urząd Regulacji Energetyki oraz ustawowo określonej ceny referencyjnej dla morskiej energetyki wiatrowej. Obliczenia obejmują

² Dane dot. emisyjności paliw dostępne są w krajowych raportach inwentaryzacyjnych KOBiZE

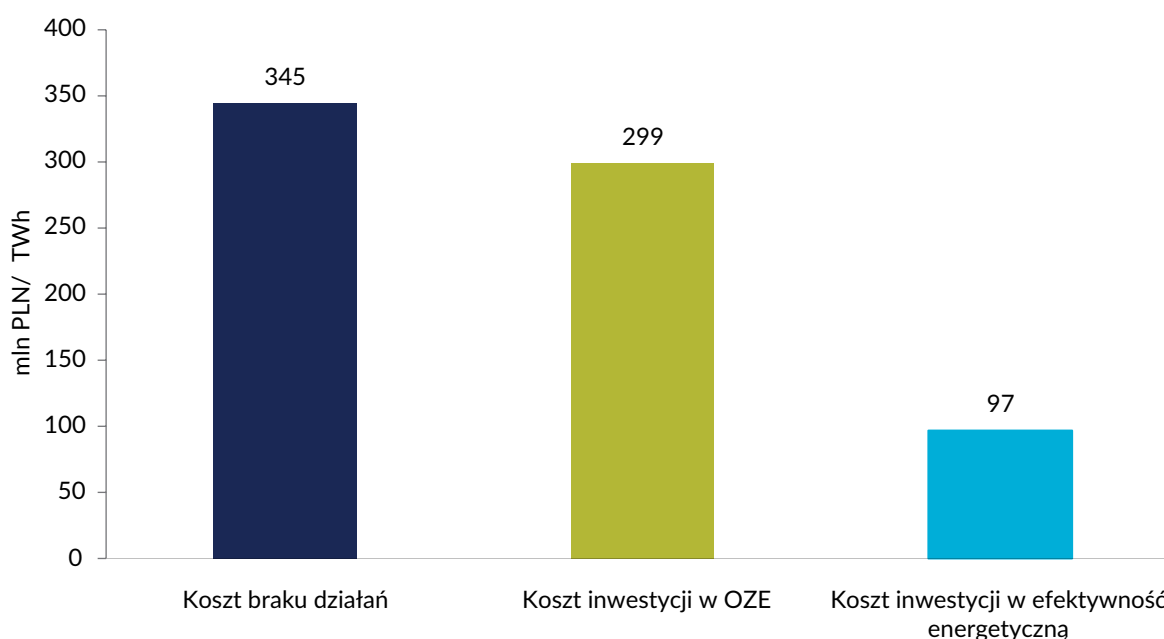
³ KOBiZE (2020), Zmiana celów redukcyjnych oraz cen uprawnień do emisji wynikająca z komunikatu "Europejski Zielony Ład"

również zmniejszanie kosztów produkcji energii z OZE w kolejnych latach zgodnie z tempem zakładanym w KPEiK. Oszacowanie kosztów energii uwzględnia również potrzebę poniesienia kosztów na budowę sieci elektroenergetycznej średnich napięć niezbędną do zapewnienia sprawnego przesyłu wyprodukowanej energii. **Zgodnie z powyższymi założeniami koszty produkcji 1 TWh energii elektrycznej z OZE oszacowano na 299 mln PLN w analogicznym okresie.**

Do określenia kosztów poprawy efektywności energetycznej sprzętów wykorzystywanych przez gospodarstwa domowe i firmy usługowo posłużono się wynikami unijnego projektu COMBI⁴, którego celem było ilościowe określenie korzyści wynikających z poprawy efektywności energetycznej w państwach członkowskich UE. Ze względu na dostępność danych dot. kosztów i potencjału oszczędności dla poszczególnych rozwiązań, rozpatrywanymi w niniejszej analizie działaniami są modernizacja oświetlenia oraz poprawa klas energetycznych lodówek i zamrażarek w budynkach mieszkalnych i usługowych dla Polski w okresie do 2030 r. Warto zauważyć, że całkowity potencjał oszczędności jest szerszy i obejmuje m.in. dalszą poprawę efektywności energetycznej urządzeń RTV i AGD. **Koszty zmniejszenia zapotrzebowania analizowanych sprzętów na energię elektryczną o 1 TWh wynoszą ok. 97 mln zł.**

Zarówno obliczenia dotyczące wytworzenia energii z węgla, jak i obliczenia dla odnawialnych źródeł, dotyczą kosztu po stronie systemu energetycznego, który determinuje cenę hurtową energii. W przeliczeniu na jedną megawatogodzinę oznacza to, że koszt jej wytworzenia w systemie wyniesie 320 PLN w przypadku dalszego korzystania z węgla i 299 PLN w przypadku energii z odnawialnych źródeł. Po stronie właściciela budynku koszt zaoszczędzenia takiej ilości energii wyniesie zaś 97 PLN.

Wykres 1. Produkcja 1 TWh energii elektrycznej – roczne koszty braku działań, inwestycji w OZE oraz w efektywność energetyczną w Polsce średnio w okresie 2021-2030 r.



Źródło: opracowanie własne WiseEuropa na podstawie danych KOBiZE, URE, KPEiK, projektu COMBI

4 Interaktywna baza danych oraz szczegółowe założenia dostępne są na stronie projektu <https://combi-project.eu/>

Ramka 2. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w polskich gospodarstwach domowych

W Polsce gospodarstwa domowe zużyły w 2018 r. 29,2 TWh energii, przy czym w przeważającej części (22,6 TWh) za zużycie to odpowiadało oświetlenie i urządzenia elektryczne⁵. W nadchodzących latach w związku z elektryfikacją ogrzewania i transportu zapotrzebowanie na energię elektryczną w gospodarstwach domowych będzie wzrastać, przy jednoczesnym spadku zapotrzebowania na inne nośniki energii. Zmniejszenie zapotrzebowania na energię dzięki energooszczędnym urządzeniom oświetleniowym i chłodniczym pozwoli zmniejszyć skalę koniecznej rozbudowy nowych źródeł i systemu energetycznego. Poprawa efektywności energetycznej umożliwi prosumetom zakładanie mniejszych, a więc tańszych instalacji fotowoltaicznych i ograniczy koszty operatorów systemów energetycznych, a w konsekwencji – tempo wzrostu cen energii. **Jedna terawatogodzina zaoszczędzona w ten sposób może zasilić ok. 300 tys. pomp ciepła obsługujących typowy dom**⁶. Potencjał oszczędności energii elektrycznej, jakie można uzyskać w domach mieszkalnych w Polsce do 2030 r. dzięki energooszczędnemu oświetleniu i urządzeniom chłodniczym wynosi wg. bazy danych projektu COMBI ok. 1 TWh. To oznacza, że gdyby we wszystkich domach korzystających z programu Czyste Powietrze instalowane były pompy ciepła, w 2030 r. co dziesiąta z nich mogłaby w całości zasilić zaoszczędzona energia. Przy uwzględnieniu także budynków niemieszkalnych potencjał oszczędności wzrasta do ponad 3 TWh.

2.2. Ograniczenie zapotrzebowania na paliwo w sektorze budynków mieszkalnych poprzez poprawę charakterystyki energetycznej budynków i zainstalowanie zeroemisyjnych źródeł ciepła

W analizie przypadku określono koszty:

- braku działań, tj. dalszego pozyskiwania energii cieplnej z węgla. Na potrzeby obliczeń przyjęto jako jednostkę 1 mln ton węgla; dla zobrazowania skali, gospodarstwa domowe w Polsce zużywają 10 mln ton węgla kamiennego rocznie.
- zastąpienia kotła węglowego pompą ciepła;
- poprawy parametrów energetycznych budynków pozwalającej ograniczyć zapotrzebowanie na energię o ilość wytwarzaną ze spalania 1 mln ton węgla;
- poprawy parametrów energetycznych budynków pozwalającej ograniczyć zapotrzebowanie na energię o ilość wytwarzaną ze spalania 1 mln ton węgla i pokrycia pozostałego zapotrzebowania na energię za pomocą pomp ciepła.

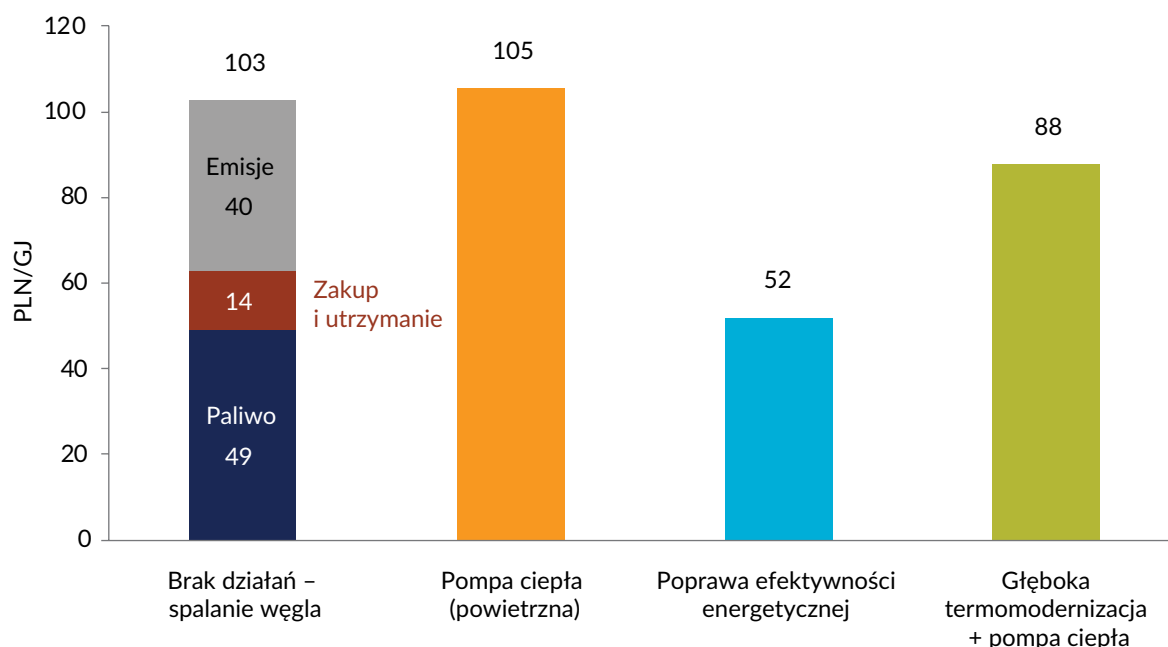
5 GUS (2020), Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2018 r.

6 Budynek z lat 80-tych o powierzchni 150 mkw, zamieszkiwany przez 4 osoby. Dane o zapotrzebowaniu na energię za szacunkami portalu Globenergia.

W tym przypadku, inaczej niż w pierwszym, są to koszty detaliczne ponoszone przez właściciela budynku.

W badanym wariantcie przedstawiono koszty wynikające z dalszego spalania węgla w przydomowych kotłach oraz koszty emisji CO₂ (zgodnie z założeniami rozszerzenia handlu emisjami na sektor budynków). Do obliczenia kosztu produkcji energii z 1 mln ton węgla oraz obliczenia emisji CO₂ przyjęto wartości opałowe i wskaźniki emisji CO₂ stosowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami. Sprawność kotła na węgiel kamienny założono zgodnie z Krajowym Planem na rzecz Energii i Klimatu⁷. Cenę węgla kamiennego w badanym przypadku przyjęto na podstawie danych GUS⁸ za 2020 r. Koszty inwestycyjne i stałe koszty operacyjne kotła przyjęto zgodnie z raportem Forum Energii dot. transformacji ciepłownictwa⁹. Koszty uprawnień do emisji przyjęto na podstawie obecnych cen uprawnień oraz prognoz KOBiZE¹⁰ do 2030 r.

Wykres 2. Roczne jednostkowe koszty wyeliminowania ogrzewania węglem w budynku mieszkalnym, średnia dla lat 2021-2030



Źródło: opracowanie własne WiseEuropa na podstawie danych KOBiZE, KPEiK, Forum Energii, danych projektu COMBI

Koszt wytworzenia energii cieplnej pochodzącej ze spalania węgla w domowym kotle to obecnie 49 PLN/GJ, a koszt zakupu i utrzymania kotła na węgiel to kolejne 14 PLN/GJ uzyskanej energii. Jeśli zgodnie z propozycją unijnej reformy w 2026 r. emisje gazów cieplarnianych z budynków mieszkalnych zostaną obciążone opłatami, koszt ten może **do 2030 r. wzrosnąć do 103 PLN/GJ**. Typowy dom korzystający z węgla do ogrzewania zużywa ok. 3 ton tego paliwa rocznie, co daje 54 GJ wyprodukowanego ciepła. Korzystanie z węgla w typowym polskim domu w 2030 r. będzie generować całkowity roczny koszt w wysokości ponad 5,5 tys. PLN, z czego ponad 2 tys. PLN przypadnie na opłaty za emisje.

7 MAP (2019), Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030. Załącznik 2. Ocena skutków planowanych polityk i środków.

8 GUS (2021), Komunikat w sprawie przeciętnej średniorocznej ceny detalicznej 1000 kg węgla kamiennego w 2020 r.

9 Forum Energii (2019), Czyste ciepło 2030. Strategia dla ciepłownictwa

10 KOBiZE (2020), Zmiana celów redukcyjnych oraz cen uprawnień do emisji wynikająca z komunikatu "Europejski Zielony Ład"

Ponieważ korzystanie z indywidualnych kotłów węglowych jest jednym z głównych źródeł zanieczyszczenia powietrza, podejmowane są działania na szczeblu rządu i samorządów zmierzające do wyeliminowania takich źródeł ciepła. Najczęściej wybieranym obecnie rozwiązaniem jest zastąpienie kotła węglowego gazowym, jednak to rozwiązanie obciążone jest ryzykiem związanym ze wzrostem kosztu paliwa i potencjalnie koniecznością ponoszenia opłat za emisje już za kilka lat. Nie jest także optymalne ze względów klimatycznych: gaz jest wprawdzie mniej emisyjny niż węgiel, ale nadal generuje znaczne emisje gazów cieplarnianych. Dlatego w analizie rozważamy zastąpienie kotła węglowego ogrzewaniem elektrycznym. Dostępne są jego różne warianty, np. ogrzewanie podłogowe z użyciem elektrycznych mat i kabli bądź folii grzewczych, a także ogrzewanie za pomocą pompy ciepła. Przedstawiony w analizie koszt dotyczy właśnie pompy ciepła.

Do wyznaczenia kosztów wytwarzania ciepła z pompy ciepła posłużono się jednostkowymi kosztami uzyskania ciepła dla pomp ciepła z publikacji Forum Energii¹¹ dot. wykorzystania OZE w ciepłownictwie uzupełnionymi o założenia dot. oczekiwanej redukcji kosztów pomp ciepła pozyskane z bazy danych unijnego projektu ASSET. **Wykorzystanie pompy ciepła bez wcześniejszej modernizacji energetycznej budynku** prowadzi do niewielkiego wzrostu kosztu uzyskania tej samej ilości energii, który wynosi 105 PLN/GJ.

Poprawa parametrów energetycznych budynku pozwala ograniczyć jego zapotrzebowanie na energię. Do oszacowania oszczędności energii w wyniku modernizacji energetycznej i obliczenia jej kosztów ponownie posłużono się wynikami projektu COMBI, tym razem dla działań obejmujących docieplenie ścian i wymianę stolarki w połączeniu z optymalizacją systemów grzewczych i klimatyzacji. **Koszt poprawy efektywności energetycznej** i uzyskania oszczędności w wyniku modernizacji energetycznej to **52 PLN/GJ**. Koszt ten jest niższy od kosztu braku podjęcia modernizacji energetycznej i dalszego wytwarzania energii z węgla w sytuacji, gdy nie jest to obciążone opłatami za emisję i dwukrotnie niższy po uwzględnieniu tych kosztów.

Uzupełniająco przeanalizowany został także wariant, w którym oprócz kosztu kompleksowej i głębokiej modernizacji energetycznej, czyli ograniczenia zapotrzebowania na energię o 65% (w tym przypadku przyjęto wyższy koszt głębokiej modernizacji energetycznej na podstawie bazy danych unijnego projektu ASSET) uwzględniony jest również koszt pokrycia pozostałego zapotrzebowania na energię ciepłą za pomocą pompy ciepła. W tym całościowym ujęciu **koszt poprawy efektywności energetycznej i przejścia na zeroemisyjne ogrzewanie za pomocą pompy ciepła jest równy 88 PLN/GJ**. Koszt ten jest znacznie niższy od kosztu braku podejmowania działań i dalszego spalania węgla do produkcji ciepła, które zostanie objęte systemem handlu emisjami.

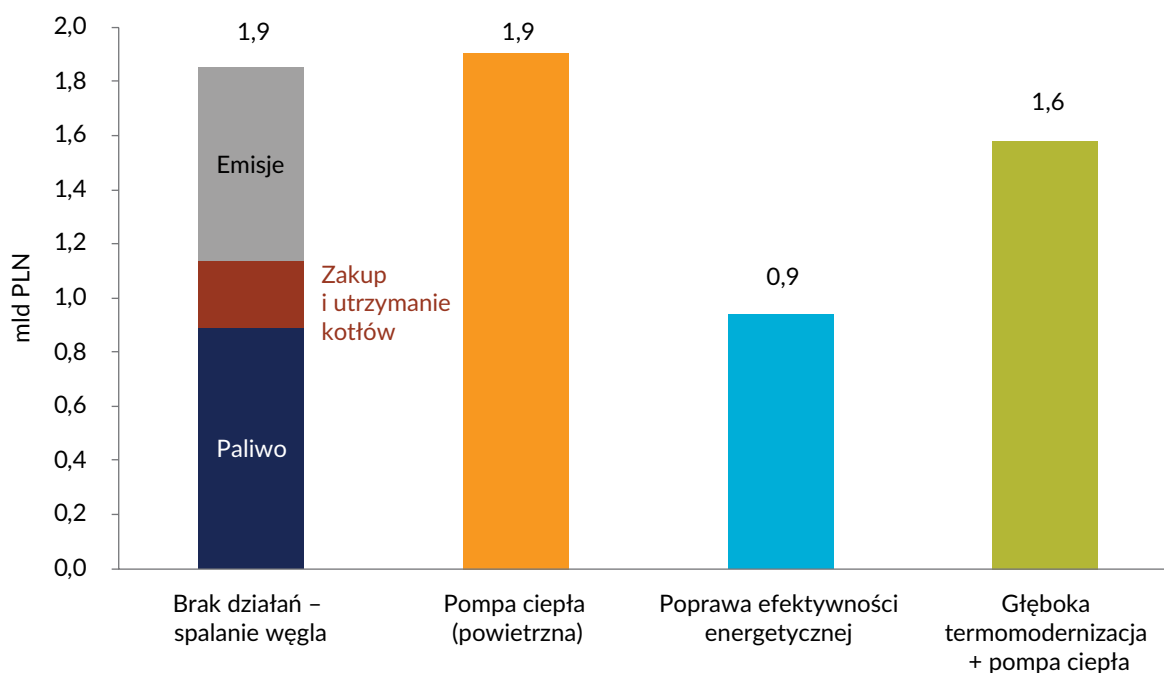
Warto zauważyć, że w kolejnych latach coraz większy popyt na energię będzie generowało nie tylko ogrzewanie budynków, ale również ich chłodzenie. Modernizacja energetyczna budynków pozwoli również ograniczyć zapotrzebowanie na energię elektryczną generowane przez klimatyzację, zapewniając dodatkowe korzyści nie ujęte w przedstawionych wyliczeniach.

Dla zobrazowania skutków braku poprawy efektywności energetycznej na poziomie całej gospodarki, poniżej przedstawiono koszty wytworzenia energii cieplnej ze spalania 1 mln ton węgla kamiennego, co odpowiada zużyciu ponad 300 tys. typowych domów mieszkalnych w ciągu jednego sezonu grzewczego. Koszty działań mających na celu poprawę efektywności energetycznej budynków są dwukrotnie niższe niż koszty braku podejmowania tych działań w przypadku

11 Forum Energii (2020), Odnawialne źródła energii w ciepłownictwie. Technologie, które zmienią rzeczywistość.

objęcia sektora budownictwa systemem handlu emisjami i znacząco niższe bez objęcia ich tym systemem. Wytwarzanie energii z pomp ciepła po kompleksowej i głębokiej modernizacji energetycznej i znaczącym ograniczeniu zapotrzebowania na energię jest bardziej opłacalne finansowo niż brak działań z zakresu efektywności energetycznej.

Wykres 3. Koszt wykorzystania 1 mln ton węgla lub alternatyw do ogrzania budynków w Polsce, średnio dla lat 2021-2030



Źródło: opracowanie własne WiseEuropa na podstawie danych KOBiZE, KPEiK, Forum Energii, danych projektu COMBI, baza DEEP

Ramka 3. Zapotrzebowanie na węgiel kamienny w polskich gospodarstwach domowych

Gospodarstwa domowe w Polsce rocznie zużywają do ogrzewania powierzchni ok. 10 mln ton węgla¹², co jest ewenementem w skali Europy i najważniejszą przyczyną zanieczyszczenia powietrza, które generuje poważne, nieakceptowalne dla społeczeństwa koszty zdrowotne. Wylimitowanie kotłów węglowych jest zatem pilną koniecznością. Obecne instrumenty wspierające wymianę źródeł ciepła zostały zaprojektowane z myślą o wylimitowaniu smogu, a nie o głębokiej poprawie efektywności energetycznej budynków i nie kładą nacisku na ograniczenie zapotrzebowania na energię. Tymczasem wymiana kotłów węglowych na zeroemisyjne źródła ciepła bez znaczącej poprawy efektywności energetycznej będzie w perspektywie 2030 r. droższa niż instalacja pomp ciepła z jednoczesną kompleksową i głęboką modernizacją energetyczną. Według danych projektu COMBI potencjał oszczędności energii w budynkach, możliwych do uzyskania dzięki modernizacji energetycznej, wynosi do 2030 ok. 75 mln GJ, z czego na budynki mieszkalne przypada aż 63 mln GJ (co odpowiada zużyciu ok. 3,5 mln ton węgla).

12 GUS (2020), Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2018 r.

2.3. Ograniczenie zapotrzebowania na energię w procesach przemysłowych

W ramach analizy trzeciego przypadku określono koszty uzyskania ciepła niskotemperaturowego w procesach przemysłowych w kilku wariantach:

- braku działań mających na celu zwiększenie efektywności energetycznej i dalszego spalania węgla kamiennego;
- instalacji wielkoskalowej pompy ciepła;
- poprawy efektywności energetycznej;
- poprawy efektywności energetycznej i instalacji pompy ciepła.

Na podstawie wyników projektu ASSET¹³, którego celem było dostarczenie badań wspierających tworzenie polityk UE, oszacowano inwestycyjne i operacyjne koszty jednostkowe produkcji ciepła w kotle węglowym. Dane GUS dotyczące cen zakupów nośników energii w działach PKB posłużyły do określenia kosztów zakupu węgla przez przemysł w 2019 roku. Do obliczenia kosztów emisji posłużono się wskaźnikami wartości opałowych i wskaźników emisji oraz prognoz cen uprawnień do emisji publikowanych przez KOBiZE. **W badanym przypadku braku podejmowania działań poprawiających efektywność energetyczną łączny koszt uzyskania ciepła to 75 PLN/GJ, z czego 29 PLN/GJ to koszt zakupu paliwa a 35 PLN/GJ to koszty uprawnień do emisji.**

Koszty produkcji energii za pomocą pompy ciepła bez wcześniejszych działań poprawiających efektywność energetyczną oszacowano na podstawie publikacji Forum Energii¹⁴ dot. wykorzystania technologii OZE w ciepłownictwie. **Wynoszą one 86 PLN/GJ.**

Do określenia jednostkowych kosztów uzyskania oszczędności w wyniku podjęcia działań podnoszących efektywność energetyczną posłużono się bazą projektu ASSET. Na podstawie wyników projektu oszacowano jednostkowy koszt uzyskania oszczędności energii. Dane te porównano i skorygowano zgodnie z bazą DEEP¹⁵ - platformą benchmarkingową, która przedstawia nakłady na poprawę efektywności energetycznej i wynikające z nich oszczędności energii w oparciu o projekty realizowane przez sektor przemysłu. Z powyższych obliczeń wynika, że **koszt uzyskania oszczędności w przemyśle w wyniku przeprowadzonych działań poprawiających efektywność energetyczną to 33 PLN/GJ.**

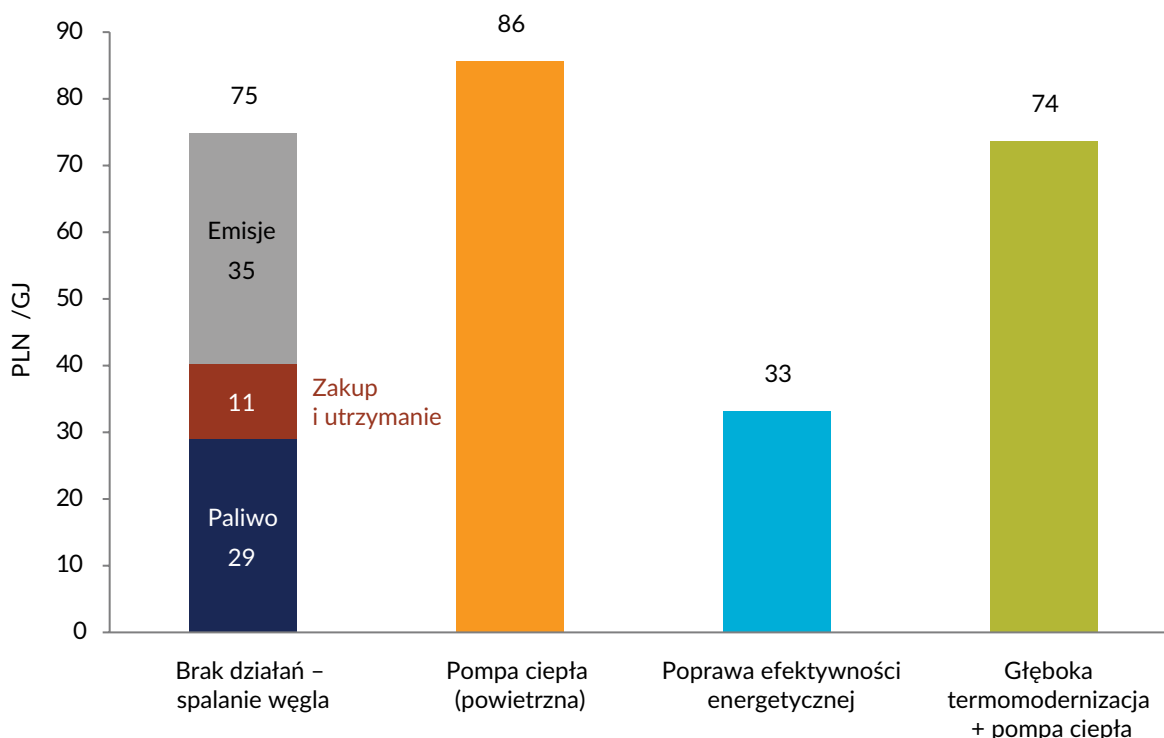
W ostatnim badanym przypadku założono, że w wyniku podjętych działań (w tym zastosowanie bardziej efektywnych energetycznie urządzeń, wykorzystanie ciepła odpadowego) możliwe będzie **ograniczenie o 30% zapotrzebowania na energię oraz produkcja 70% energii z zainstalowanej pompy ciepła. Koszt tego działania wyznaczono na 74 PLN/GJ.**

13 KE (2018), ASSET Study on Technology pathways in decarbonisation scenarios

14 Forum Energii (2020), Odnawialne źródła energii w ciepłownictwie. Technologie, które zmienią rzeczywistość.

15 Baza DEEP jest dostępna na stronie projektu: <https://deep.eefig.eu/>

Wykres 4. Koszt uzyskania lub zastąpienia 1 GJ energii w niskotemperaturowych procesach przemysłowych, średnia dla lat 2021-2030



Źródło: Opracowanie własne WiseEuropa na podstawie danych KOBiZE, KPEiK, Forum Energii, danych projektu COMBI, danych projektu ASSET, bazy DEEP

Ramka 4. Koszty zaniechania poprawy efektywności

Szacunki unikniętych kosztów produkcji energii i opłat za emisje uzyskane dzięki analizie studiów przypadków w niniejszym raporcie można odnieść do wolumenu oszczędności energii zakładanych w rządowych dokumentach strategicznych. Pozwala to na oszacowanie kosztów zaniechania poprawy efektywności energetycznej dla całego społeczeństwa.

Przykładowo, brak realizacji założeń dot. poprawy efektywności energetycznej w przemyśle i budynkach o 5,3 Mtoe (222 mln GJ) zgodnie z zakresem przewidzianym w Krajowym Planie na rzecz Energii i Klimatu (KPEiK) spowoduje konieczność poniesienia dodatkowych kosztów, które do 2030 r. osiągną poziom 11 mld PLN rocznie. W całym okresie 2021-2030 skumulowana wartość dodatkowych wydatków, których można będzie uniknąć dzięki poprawie efektywności, osiągnie 51 mld PLN. Warto przy tym zaznaczyć, że najnowsze analizy Komisji Europejskiej¹⁶ przedstawione w lipcu 2021 r. wskazują, iż potencjał oszczędności jest większy niż wskazany w KPEiK (analizy ICF, które przywołuje Komisja, wskazują, że przy wykorzystaniu technicznego potencjału oszczędności Polska może zużywać w 2030 r. poniżej 60 Mtoe nośników energii końcowej, przy planowanym w KPEiK zużyciu na poziomie 65 Mtoe). Przedstawione w Planie zamierzenia dotyczące poprawy efektywności są dalece niewystarczające w kontekście nowych celów klimatycznych UE, a wykorzystanie pełnego potencjału w tym zakresie znacząco obniży koszt transformacji w kierunku neutralności klimatycznej.

¹⁶ KE (2021), Impact Assessment Report Accompanying the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency (recast), SWD(2021) 623 final.

3. Podsumowanie

Inwestowanie w pierwszej kolejności w poprawę efektywności energetycznej jest bardziej opłacalną opcją niż proste zastąpienie emisyjnej energii źródłami niskoemisyjnymi. Cele klimatyczne wynikające z Porozumienia Paryskiego oraz regulacje klimatyczne Unii Europejskiej są tak ambitne, że ich realizacja będzie wymagała wykorzystania wszystkich technicznie wykonalnych i opłacalnych kosztowo, dostępnych potencjałów redukcji emisji gazów cieplarnianych, w tym szczególnie ograniczenia zapotrzebowania na energię i bardziej efektywnego jej wykorzystywania.

Przyjęty przez Unię Europejską model transformacji energetycznej zakłada elektryfikację transportu i ogrzewnictwa oraz zastąpienie paliw kopalnych w niektórych zastosowaniach zielonym wodorem wytwarzanym z OZE w procesie elektrolizy. Wdrożenie tych planów będzie wiązało się ze znacznym wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną w sektorach, które do tej pory nie były jej istotnymi użytkownikami. Zaspokojenie rosnącego popytu na energię elektryczną będzie zatem wymagało znacznej rozbudowy zeroemisyjnych, odnawialnych mocy wytwórczych, ale także daleko idącej modernizacji całego systemu elektroenergetycznego, który będzie musiał poradzić sobie z przesyłem i dystrybucją większych niż dotychczas wolumenów energii, a także z elastycznym bilansowaniem mocy pochodzącej z niesterowalnych źródeł o zmiennym profilu wytwarzania. Zbudowanie i sfinansowanie takiego systemu będzie tym łatwiejsze i tym mniej kosztowne dla społeczeństwa, im bardziej uda się ograniczyć wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną (w tym również na cele grzewcze) poprzez poprawę efektywności energetycznej tam, gdzie jest to możliwe, czyli przede wszystkim w tradycyjnych obszarach jej wykorzystywania. Zaspokojenie w całości rosnącego popytu na energię elektryczną bez poprawy efektywności może wręcz okazać się niemożliwe w zakładanym czasie ze względu na ograniczoną dostępność funduszy, ograniczenia podaży surowców, wykwalifikowanej siły roboczej i odpowiedniej przestrzeni dla odnawialnych źródeł energii, czas potrzebny na przeprowadzenie procedur administracyjnych i realizację inwestycji w OZE czy techniczne ograniczenia po stronie sieci elektroenergetycznych.

Studia przypadków przedstawione w niniejszym raporcie pokazują, że redukcja zapotrzebowania na energię w trzech istotnych obszarach, tj. zużycia energii elektrycznej przez sprzęty wykorzystywane przez gospodarstwa domowe i firmy, zużycia energii cieplnej przez gospodarstwa domowe i zużycia energii cieplnej w przemyśle, jest bardziej opłacalna kosztowo nie tylko od ścieżek dekarbonizacji pomijających rolę efektywności energetycznej, ale także od opcji braku działań zakładającej dalsze wykorzystywanie paliw kopalnych.

W analizie nie uwzględniono ponadto kosztów zewnętrznych spalania paliw kopalnych, tj. kosztów zdrowotnych, społecznych i środowiskowych zanieczyszczenia powietrza, niszczenia zasobów wodnych przez górnictwo węgla i energetykę węglową czy wreszcie skutków zmian klimatu, takich jak susze, powódzie i ekstrema pogodowe. Włączenie tych kosztów przechyliłoby szalę jeszcze bardziej na korzyść opcji zakładających poprawę efektywności energetycznej oraz inwestycje w zeroemisyjne źródła energii. Ponadto w wielu sytuacjach opcja braku działań może



być niewykonalna z przyczyn pozakosztowych. Dotyczy to na przykład gospodarstw domowych objętych lokalnymi uchwałami antysmogowymi, które przewidują wprowadzenie całkowitego zakazu stosowania w domach kotłów na paliwa stałe w kolejnych latach.

Należy jednak pamiętać, że inwestycje w poprawę efektywności energetycznej również napotykać na bariery. Jedną z najważniejszych jest dostęp do funduszy na inwestycje w efektywność, które są opłacalne w okresie swojej trwałości, ale wymagają znacznego nakładu finansowego na początku. Postęp w obszarze efektywności energetycznej utrudnia też niski poziom świadomości nt. dostępnych rozwiązań, opłacalności ich wdrażania oraz celów i polityk unijnych, które czynią poprawę efektywności niezbędną. Stąd konieczne są interwencje publiczne ułatwiające finansowanie poprawy efektywności oraz podnoszące poziom świadomości na jej temat.



WiseEuropa

Fundacja WiseEuropa

WiseEuropa to niezależny think-tank, specjalizujący się w makroekonomii, polityce gospodarczej, europejskiej i zagranicznej.

Misją WiseEuropa jest poprawa jakości polityki krajowej i europejskiej oraz środowiska gospodarczego przez oparcie ich na rzetelnych analizach ekonomicznych i instytucjonalnych, niezależnych badaniach oraz ocenach oddziaływania polityki na gospodarkę. Instytut angażuje obywateli, przedsiębiorców, ekspertów oraz twórców polityk publicznych z kraju i zagranicy we wspólną refleksję na temat modernizacji Polski i Europy oraz ich roli w świecie. Celem WiseEuropa jest działanie na rzecz aktywnej i zaangażowanej roli Polski w otwartym, zrównoważonym, demokratycznym rozwoju Europy. W centrum działalności WiseEuropa jest pobudzanie i inspirowanie debaty publicznej na temat przyszłości Polski i Europy.

www.wise-europa.eu

Program Energia, Klimat i Środowisko

Polska, Europa i świat stoją obecnie przed niespotykanymi w historii wyzwaniami środowiskowymi i zasobowymi. Uniknięcie groźnych zmian klimatu, poprawa zdrowia publicznego oraz wzrost bezpieczeństwa surowcowego wymaga głębokiej transformacji gospodarczej. Wykorzystanie szans i uniknięcie pułapek rozwojowych z tym związanych wymaga dogłębnej oceny krótko- i długoterminowych skutków polityki ochrony środowiska oraz gospodarowania zasobami naturalnymi. W ramach Programu Energia, Klimat i Środowisko przygotowujemy kompleksowe analizy sektorowe oraz makroekonomiczne poświęcone szeroko rozumianej niskoemisyjnej transformacji gospodarki w Polsce i poza jej granicami. Jesteśmy aktywni w takich obszarach, jak: polska oraz unijna polityka energetyczno-klimatyczna, krajowa polityka surowcowa, poprawa efektywności zasobowej gospodarki, ochrona środowiska oraz zdrowia publicznego poprzez ograniczenie szkodliwych emisji, zrównoważona polityka transportowa.



ENERGIA, KLIMAT I ŚRODOWISKO

Inne publikacje:

„Zapomniany fundament. Budynki i efektywność energetyczna w nowej architekturze opłat za emisje w UE”,
Piotr Chrzanowski, Aleksander Śniegocki i Izabela Zygmunt, Warszawa 2021.

„Renowacja. Panorama niskoemisyjnych inwestycji w sektorze budynków”,
WiseEuropa, I4CE, NCI, Warszawa 2020.

„Nowe otwarcie. Polska na drodze do zeroemisyjnej gospodarki”,
Maciej Bukowski (red.), Warszawa 2019.