

Termomodernizacja i OZE – kluczowe elementy na drodze do dekarbonizacji budownictwa

Wstęp

Jednym z elementów oceny wpływu przedsięwzięcia na środowisko naturalne jest wyznaczenie wskaźnika śladu węglowego. Takie działanie wpisuje się w koncepcję zrównoważonego rozwoju i postulaty porozumienia paryskiego zawartego w 2015 roku podczas szczytu klimatycznego COP21, którego celem jest ograniczenie średniego wzrostu temperatury na świecie do poziomu poniżej 2°C w stosunku do poziomu sprzed epoki przemysłowej [1]. W ramach realizacji nadmienionego celu organy Unii Europejskiej nieustannie opracowują i publikują pakiety inicjatyw, strategii oraz dyrektyw, do których należą m.in.:

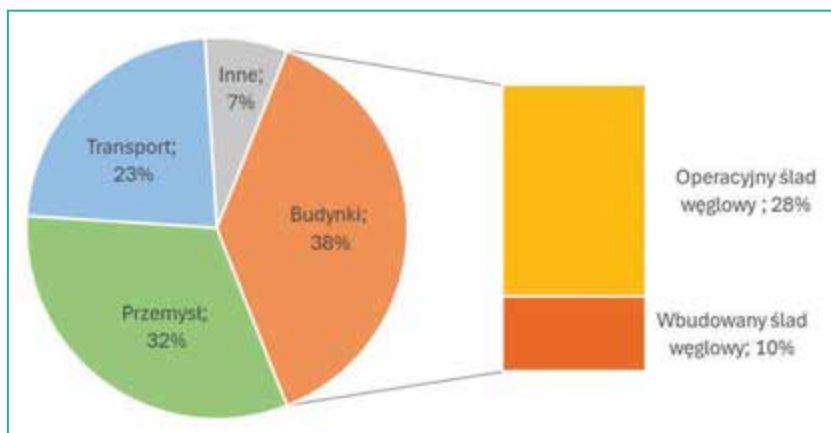
- Europejski Zielony Ład,
- Fit for 55,
- REPowerEU,
- Dyrektywa EPBD,
- Dyrektywa RED,
- Dyrektywa EED.

Wymienione dokumenty określają szereg celów, które państwa członkowskie UE zobligowane są zrealizować, aby osiągnąć neutralność klimatyczną do 2050 roku. Cele te obejmują m.in.:

- zwiększenie wykorzystania odnawialnych i odpadowych źródeł energii,
- zwiększenie efektywności procesów przemysłowych i energetycznych,
- zmniejszenie zapotrzebowania budynków na energię.

Budynki a emisja CO₂

Emisja CO₂ generowana przez budynki może być analizowana w zakresie obejmującym wszystkie lub wybrane fazy cyklu życia budynku. Według normy PN EN 15978: 2012



Wykres 1. Procentowy rozkład emisji CO₂ w Polsce (opracowanie własne na podstawie [3])

modelowy cykl życia budynku składa się z siedemnastu etapów zawierających się w czterech fazach głównych [2]:

- I. fazie wyrobu,
- II. fazie wznoszenia,
- III. fazie użytkowania,
- IV. fazie końca życia.

Według danych zamieszczonych w raporcie „Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do roku 2050” [3] w dniu publikacji dokumentu budynki w Polsce były odpowiedzialne za 38% krajowych emisji CO₂, z czego 28% emisji przez nie generowanych dotyczyło fazy użytkowania, natomiast 10% emisji dotyczyło wbudowanego śladu węglowego obejmującego m.in. fazę wyrobu i fazę wznoszenia (wykres 1).

Z przytoczonych danych wynika, że największa część śladu węglowego budynków dotyczyła fazy użytkowania, która w głównej mierze związana jest ze zużyciem energii elektrycznej oraz ciepła. Na wartość wskaźnika śladu węglowego wpływa m.in. stan termicznej izolacji budynków oraz rodzaj źródła, z jakiego pochodzi energia używana na cele bytowe.

Potrzeba termomodernizacji punktem wyjścia do dekarbonizacji budownictwa w Polsce

Wiele budynków w Polsce jest obecnie nieefektywnych energetycznie, co oznacza, że ich wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną przekracza 150 kWh/(m²·rok) [4]. Zwiększone zapotrzebowanie na energię pierwotną budynków korzystających z konwencjonalnych źródeł energii niekorzystnie przekłada się na ilość emisji CO₂. Zakłada się, że większość budynków obecnie nazywanych nieefektywnymi energetycznie będzie nadal użytkowana w 2050 roku, dlatego istotnym aspektem jest rozważenie ich termomodernizacji. W tym miejscu warto wspomnieć o raporcie „Długoterminowa strategia renowacji budynków – Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego”, który został opublikowany w 2022 roku [4]. W dokumencie przedstawione zostały trzy scenariusze strategii przeprowadzania termomodernizacji w Polsce:

- scenariusz I – szybkiej i głębokiej termomodernizacji,
- scenariusz II – termomodernizacji etapowej,
- scenariusz III – rekomendowany.

Zgodnie z tekstem źródłowym scenariusz III (scenariusz rekomendowany) charakteryzuje się szybkim spadkiem udziału budynków o najniższej efektywności energetycznej i stopniowym wzrostem udziału budynków o wskaźnikach EP poniżej 90 kWh/(m²·rok). Z szacunków przeprowadzonych na potrzeby przywołanego dokumentu wynika, że w latach 2021-2050 na terenie Polski konieczne będzie przeprowadzenie łącznie około 7,5 mln termomodernizacji. Zakłada się, że wykonanie wskazanej liczby modernizacji pozwoli na osiągnięcie celu, którym jest wyeliminowanie budynków nieefektywnych energetycznie do 2050 roku.

Na wykresie 2 przedstawiony został rekomendowany przebieg zmian udziału procentowego budynków o określonych przedziałach zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną na przestrzeni lat 2021-2050. Zaprezentowane dane są zgodne ze scenariuszem III przeprowadzania renowacji budynków w Polsce, uwzględniającym połączenie zalet scenariusza I i II. Z danych zaprezentowanych na wykresie 2 wynika, że w 2021 roku 71% budynków w Polsce było nieefektywnych energetycznie, jednakże podążając ścieżką realizacji rekomendowanego scenariusza przewiduje się, że w 2050 r.:

- aż 65% istniejących budynków nie będzie przekraczało poziomu zużycia energii pierwotnej wynoszącego 50 kWh/(m²·rok),

- 22% obiektów budowlanych będzie charakteryzować się wskaźnikiem EP w zakresie od 50 do 90 kWh/(m²·rok),
- pozostałe 13% budynków będzie posiadało wskaźnik EP w zakresie od 90 do 150 kWh/(m²·rok).

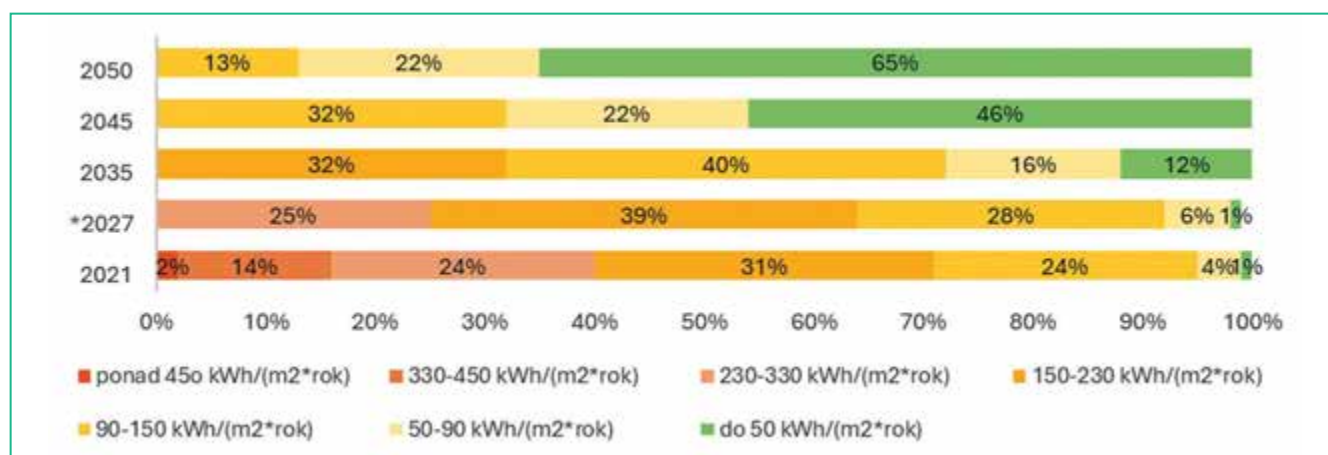
Zmniejszenie emisji CO₂ budynków poprzez modyfikacje dotyczące źródeł ciepła

Kolejnym ważnym przedsięwzięciem koniecznym do przeprowadzenia, obok działań termomodernizacyjnych, jest zastosowanie niskoemisyjnych, odnawialnych źródeł energii poprzez instalację własnych systemów lub wykorzystanie ciepła pochodzącego z efektywnego systemu ciepłowniczego. Alternatywą do przedstawionych opcji jest zastosowanie rozwiązania hybrydowego pozwalającego na jednoczesne wykorzystanie rozwiązań konwencjonalnych (ciepła sieciowego) w połączeniu z rozwiązaniami niekonwencjonalnymi (pompami ciepła, panelami fotowoltaicznymi). Propozycja zastosowania kompaktowych węzłów hybrydowych to rozwiązanie, które jest odpowiedzią firmy Metrolog na aktualne wymagania rynku związane z rosnącym zainteresowaniem odbiorców zwiększaniem udziału odnawialnych i niskoemisyjnych źródeł energii w zakresie wytwarzania ciepła na cele grzewcze. Warto dodać, że kompaktowe węzły hybrydowe to rozwiązania dedykowane nie tylko dla sektora budownictwa mieszkaniowego, ale również dla przemysłu czy budynków należących do szeroko rozumianego sektora użyteczności publicznej.

W celu przedstawienia wpływu, jaki wywiera zmiana źródła ciepła na ograniczenie emisji CO₂, poniżej zostały zaprezentowane wyniki analizy przeprowadzonej dla budynku wielorodzinnego przy zastosowaniu rozwiązań hybrydowych. Należy zaznaczyć, że analiza wskaźnika emisji CO₂ odnosi się wyłącznie do danych związanych z wytworzeniem i zużyciem ciepła oraz energii elektrycznej na cele pokrycia zapotrzebowania na CO i CWU.

W celu uzyskania wyników wskaźnika emisji CO₂ dla przedstawionych poniżej wariantów w obliczeniach wykorzystano:

- dane dotyczące rzeczywistego godzinowego zapotrzebowania budynku na ciepło (na przestrzeni całego roku kalendarzowego),
- dane uzyskane w wyniku zastosowania modelu dobowego PC i PV w zakresie wytwarzania energii oraz zapotrzebowanie PC na energię elektryczną w ciągu całego roku kalendarzowego,
- wskaźniki emisji CO₂ opublikowane przez KOBiZE [5], [6].



Wykres 2. Procentowy rozkład budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej w poszczególnych okresach według wskaźnika EP – scenariusz rekomendowany (opracowanie własne na podstawie [4] – *2027 błąd w danych źródłowych – suma 99%)

W analizie uwzględniono następujące warianty:

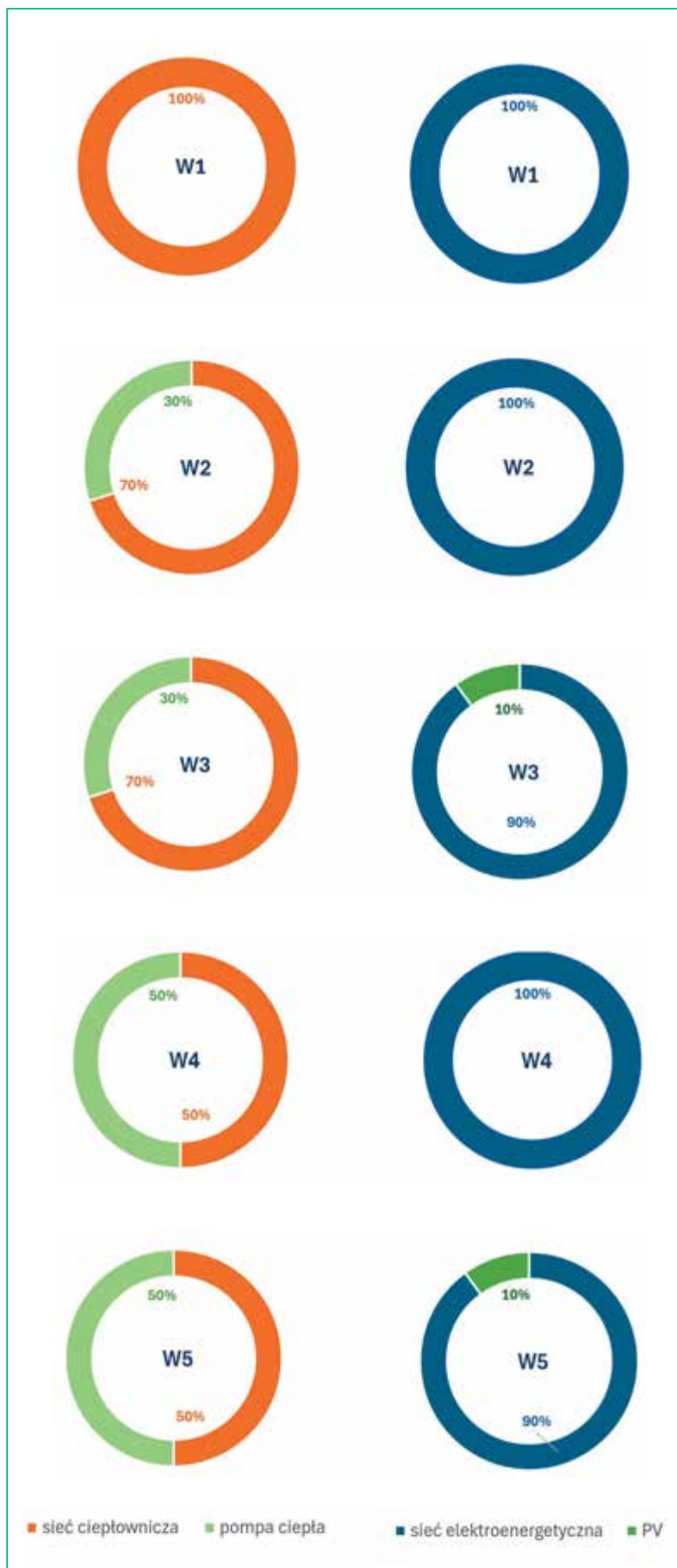
- W1 – 100% zapotrzebowania na ciepło pokryte z sieci ciepłowniczej,

- W2 – zastosowanie kompaktowego węzła hybrydowego, który pozwala na pokrycie zapotrzebowania na ciepło w 70% z sieci ciepłowniczej i w 30% z PC. W wariantcie W2 PC wytwarza ciepło jedynie na cele CWU. W przypadku analizowanego budynku udział zapotrzebowania na CWU w odniesieniu do całkowitego zapotrzebowania na ciepło budynku (CWU+CO) wynosi 35%, przy czym 100% zapotrzebowania pompy ciepła na energię elektryczną pokrywa sieć elektroenergetyczna,

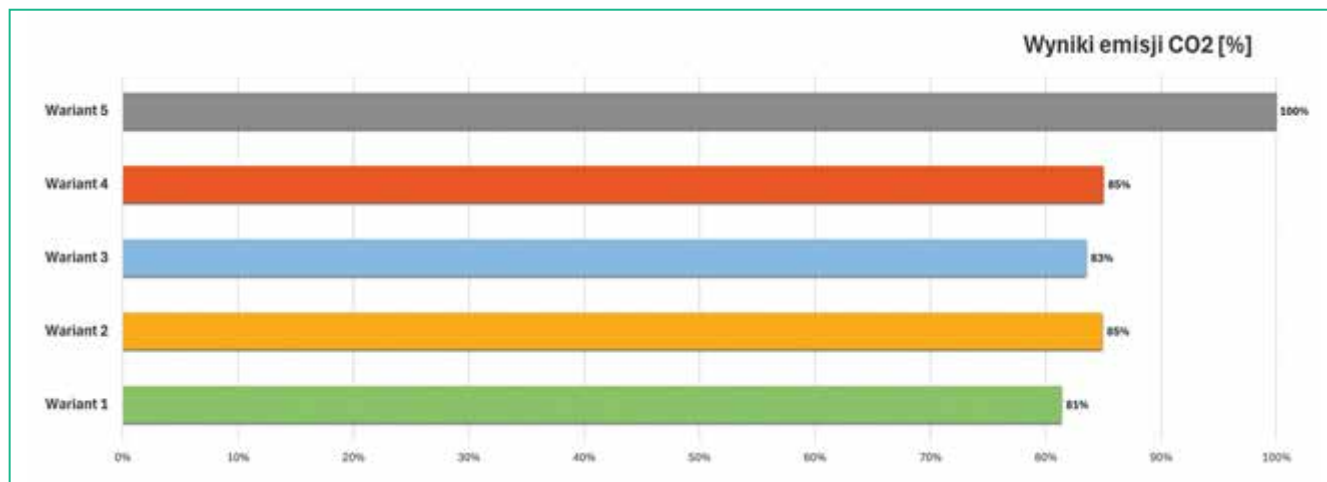
- W3 – to wariant W2 ze zmianą źródła, z jakiego pochodzi energia elektryczna przeznaczana na cele PC. W tym przypadku 10% zapotrzebowania PC na energię elektryczną pokrywa instalacja PV, a pozostałe 90% pochodzi z sieci elektroenergetycznej,

- W4 – zastosowanie kompaktowego węzła hybrydowego, który pozwala na pokrycie zapotrzebowania na ciepło w 50% z sieci ciepłowniczej i w 50% z PC, przy czym 100% zapotrzebowania PC na energię elektryczną pokrywa sieć elektroenergetyczna. W wariantcie W4 PC wytwarza ciepło jedynie na cele CO.

- W5 – to wariant W4 ze zmianami w zakresie źródła, z jakiego pochodzi energia elektryczna przeznaczana na cele PC. 10% zapotrzebowania PC na energię elektryczną zostaje pokryte przez instalację PV, reszta energii elektrycznej zostaje pobrana z sieci elektroenergetycznej.



Zbiór wykresów 1 : Warianty W1-W5, (opracowanie własne)



Wykres 3. Wyniki analizy – wskaźnik emisji CO₂ (opracowanie własne)

Analiza wyników dla wyżej wymienionych wariantów, która została zaprezentowana na wykresie 3, wskazuje, że zastosowanie kompaktowych węzłów hybrydowych pozwala zmniejszyć wskaźnik emisji CO₂ związany ze zużyciem ciepła i energii elektrycznej na cele grzewcze budynku, co stanowi pożądany efekt w kontekście polityki klimatycznej UE.

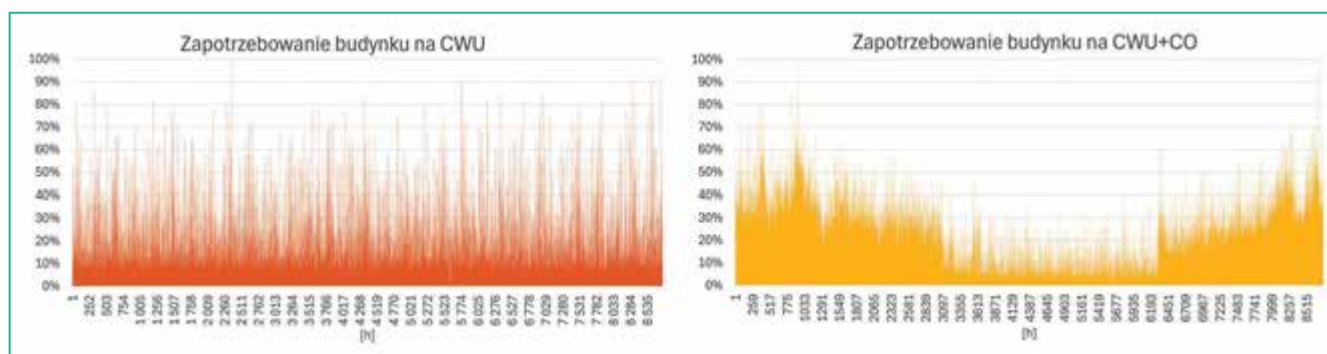
W efekcie zastąpienia 30% ciepła sieciowego ciepłem wytworzonym przez PC pracującą na cele CWU wskaźnik emisji CO₂ zmniejsza się o 15% (zestawienie W1 z W2). W tym miejscu należy nadmienić, że dane zastosowane w modelu doborowym dotyczą PC Enerblue, pracującej z wykorzystaniem naturalnego czynnika, jakim jest R744 (dwutlenek węgla). Wybrane rozwiązanie odznacza się wysokim wskaźnikiem COP dla parametrów pracy charakterystycznych dla PC wytwarzających ciepło na cele CWU. Zastosowanie instalacji PV umożliwiającej pokrycie 10% zapotrzebowania PC na energię elektryczną pozwala dodatkowo obniżyć analizowany wskaźnik o 2% (zestawienie W2 z W3).

W ramach wariantów dotyczących wytwarzania ciepła na cele CO zauważyć można, że w wyniku zastąpienia 50% ciepła sieciowego ciepłem wytworzonym przez PC dochodzi do redukcji wskaźnika o 15% (zestawienie W1 z W4). Pomimo procentowo większego zastąpienia ciepła sieciowego w wariantcie W4 niż w wariantcie W2, wskaźnik emisji CO₂ jest redukowany o taką samą wartość w odniesieniu do wariantu bazowego. Fakt ten wynika z odmiennych parametrów pracy instalacji CO w porównaniu z instalacją pracującą na cele CWU oraz niższych wartości wskaźnika COP dla wariantu

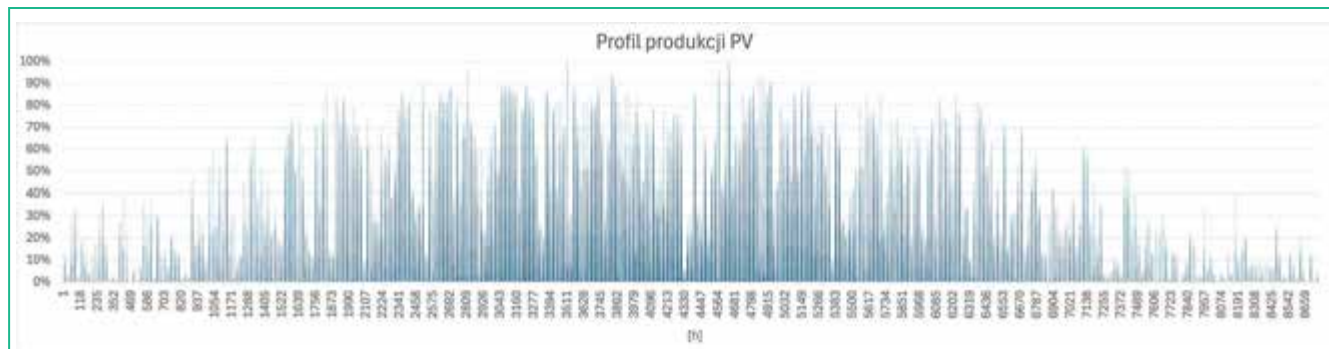
dotyczącego zapewnienia ciepła na cele CO. Dla wariantu W4 i W5 posłużono się danymi dotyczącymi PC Enerblue pracującej z wykorzystaniem czynnika R290 (propan). W przypadku rozwiązania, w ramach którego ciepło wytwarzane jest na cele CO, zastosowanie instalacji PV, umożliwiającej pokrycie 10% zapotrzebowania PC na energię elektryczną, pozwala dodatkowo obniżyć wskaźnik emisji CO₂ o 4% (zestawienie W4 z W5).

Wykorzystując instalację PV w celu pokrycia części zapotrzebowania na energię elektryczną PC należy pamiętać, że profil wytwarzania energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną zlokalizowaną w Polsce nie jest zbliżony z profilem zapotrzebowania budynków na ciepło, a co za tym idzie, nie jest również zbliżony z zapotrzebowaniem na energię elektryczną pompy ciepła wytwarzającej ciepło na cele grzewcze. Powyższe uwagi odnoszą się w szczególności do rozwiązań stosowanych wyłącznie na cele CO.

Dla instalacji PV dobranych dla wariantów W3 i W5 występuje znaczna różnica w procentowym udziale potencjalnych nadwyżek energii elektrycznej wytworzonych w tych instalacjach w odniesieniu do ilości energii elektrycznej zagospodarowanej na cele PC. Nieco inaczej przedstawia się sytuacja, w której projektowane rozwiązanie dotyczy instalacji PV współpracującej z PC, wytwarzającej ciepło na cele CWU. Różnica ta wynika z innej charakterystyki profilu zapotrzebowania na CWU niż na CO. Poniżej przedstawiono wykresy prezentujące zapotrzebowanie na ciepło (CWU, CWU+CO) i profil produkcji energii elektrycznej w instalacji PV zlokalizowanej na dachu analizowanego budynku.



Wykres 4. Modelowy profil zapotrzebowania na ciepło analizowanego budynku (a. CWU, b. CWU+CO) (opracowanie własne)



Wykres 5. Modelowy profil produkcji energii elektrycznej z instalacji PV (opracowanie własne)

Zaprezentowana wcześniej analiza dotyczyła redukcji wskaźnika emisji CO₂ związanego wyłącznie z wytworzeniem i zużyciem ciepła oraz energii elektrycznej na cele pokrycia zapotrzebowania na ciepło (CO i CWU). Założenie to wskazuje, że w analizie wskaźnika emisji CO₂ nie uwzględniono wpływu zagospodarowania nadwyżek energii elektrycznej pochodzących z instalacji PV. Jest to obszar, który warto uwzględnić i rozpatrzyć w kolejnej analizie. Wykorzystanie nadwyżek energii elektrycznej z instalacji PV na inne cele niż wytworzenie ciepła niewątpliwie pozwoli na dodatkowe obniżenie wskaźnika emisji CO₂. Przyniesione wyniki przedstawiają możliwość redukcji emisji CO₂ przy wykorzystaniu rozwiązań hybrydowych w budynkach wielorodzinnych. Redukcja emisji CO₂ nie jest jedyną korzyścią związaną z zastosowaniem kompaktowych węzłów hybrydowych. Dzięki spersonalizowanemu i profesjonalnemu doborowi, zastosowanie kompaktowych węzłów hybrydowych może przyczynić się również do ograniczenia kosztów związanych z zakupem lub wytworzeniem ciepła w nowych i modernizowanych budynkach.

Możliwości finansowania inwestycji

Dla przedsięwzięć obejmujących rozwiązania hybrydowe służące wytwarzaniu energii na potrzeby budynku dedykowane są programy oferujące wsparcie finansowe dla inwestorów. Przykładami programów, w których można uzyskać wsparcie, są:

- Program FEnIKS – Infrastruktura ciepłownicza – (nabór: do 31.03.2025 r.) – Zakres wsparcia uwzględni m.in. budowę instalacji węzłów indywidualnych, w tym układów hybrydowych, wraz z zasilającymi je instalacjami OZE. O wsparcie mogą ubiegać się m.in. przedsiębiorstwa ciepłownicze.
- Program TERMO – Grant OZE – (nabór: do 30.06.2026 r.) – Program kierowany jest do właścicieli i zarządców budynków wielorodzinnych, a środki przeznaczyć można na zakup, montaż, budowę nowej instalacji OZE lub modernizację istniejącej instalacji OZE.

Podsumowanie

1. Celem polityki Unii Europejskiej jest dekarbonizacja wszystkich sektorów gospodarczych w krajach członkowskich.
2. Zakres działań, które mają umożliwić dekarbonizację gospodarki, to przede wszystkim zwiększanie efektywności procesów, zmniejszanie zapotrzebowania na energię

pierwotną oraz zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii w miksie energetycznym państw członkowskich UE.

3. Największa część emisji dwutlenku węgla pochodząca z budynków związana jest z fazą użytkowania, a w szczególności ze zużyciem ciepła i energii elektrycznej.

4. Aby sprostać celom UE dotyczącym dekarbonizacji budownictwa wielorodzinnego, przykładowym rozwiązaniem jest termomodernizacja oraz zastosowanie indywidualnie dobranych kompaktowych węzłów hybrydowych. Wykonanie wymienionych działań pozwala zwiększyć udział odnawialnych źródeł energii i zmniejszyć wskaźnik śladu węglowego budynku w fazie użytkowania.

5. Kompaktowe węzły hybrydowe to rozwiązania dedykowane nie tylko dla sektora ciepłowniczego i mieszkaniowego, ale również dla przemysłu oraz budynków należących do szeroko rozumianego sektora użyteczności publicznej.

6. Istnieje możliwość pozyskania wsparcia finansowego na instalacje hybrydowe, m.in. w ramach:

- Programu TERMO – Grant OZE
- Programu FEnIKS – Infrastruktura ciepłownicza.

LITERATURA

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.
- [2] Norma PN-EN 15978:2012
- [3] Alicja Kuczera (PLGBC), Mateusz Płoszaj-Mazurek (Bjerg Arkitektur Polska), 9 czerwca 2021 r. Zerowy ślad węglowy. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do 2050.
- [4] Załącznik do uchwały nr 23/2022 Rady Ministrów z dnia 9 lutego 2022 r., Długoterminowa strategia renowacji budynków. Wspieranie renowacji krajowego zasobu budowlanego.
- [5] KOBiZE, grudzień 2023 r., Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2021 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2024.
- [6] KOBiZE, Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancjach za 2022 rok.

Magdalena Biniek

Dział Rozwoju i Technologii

Metrolog Sp. z o.o.