PORT PC

Domy zeroemisyjne w programie „Moje Ciepło”

Nowy standard budynków – ZEB, czyli budynki zeroemisyjne

Poradnik dla architektów, projektantów i inwestorów

PORT PC, edycja 2023

PORT PC

Wstęp

Poradnik „Moje Ciepło" zawiera wskazówki dla architektów, projektantów, instalatorów i inwestorów, jak budować jednorodzinne budynki zeroemisyjne, komfortowe i tanie w eksploatacji.

W drugim, zaktualizowanym wydaniu uwzględnia on zmiany w programie „Mój Prąd" oraz obniżenie wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych w_i z 3,0 do 2,5 dla energii elektrycznej pobieranej z sieci elektroenergetycznej.

Standard budynków zeroemisyjnych (ZEB) wymaga, aby nie miały one wyższego wskaźnika nakładu energii pierwotnej (EP) niż wartość ustalona przez kraje członkowskie (należy się spodziewać 50–55 kWh/(m^2·rok)) i nie powodowały bezpośredniej emisji CO_2 w miejscu ich lokalizacji. Wprowadzenie tego standardu przewiduje projekt rewizji dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (EPBD) z 15 grudnia 2021 r. Standard ZEB – budynków zeroemisyjnych – zastąpi obecnie obowiązujący standard nZEB, czyli budynków niemal zeroenergetycznych.

Polska, jako jeden z pierwszych krajów UE, wsparła wprowadzenie standardu ZEB w nowych budynkach jednorodzinnych specjalnym programem dopłat – „Moje Ciepło". Program ten promuje budowę energooszczędnych, zeroemisyjnych budynków korzystających z energii odnawialnej. Realizuje także cele Europejskiego Zielonego Ładu i wspiera dekarbonizację gospodarki UE oraz zwiększa bezpieczeństwo energetyczne, obniża emisję gazów cieplarnianych i zanieczyszczenie powietrza, jest też reakcją na wyczerpywanie się zasobów naturalnych.

W niniejszym poradniku analizie poddano dwa budynki jednorodzinne spełniające obowiązujące obecnie wymagania energetyczne, czyli WT 2021. Wykazano, że osiągnięcie już teraz standardu budynku zeroemisyjnego, obowiązkowego dla wszystkich budynków wznoszonych po 2028 roku, nie jest trudne i daje wymierne korzyści eksploatacyjne.

Zawarte w projekcie rewizji dyrektywy EPBD wymagania i zalecenia względem nowych budynków dotyczą nie tylko braku emisji w miejscu lokalizacji budynku, ale także:

- wyższego wskaźnika SRI (Smart Readiness Indicator for Buildings), czyli praktycznego wdrażania idei inteligentnych budynków zapewniających wysoki komfort, bezpieczeństwo oraz kontrolowane zużycie energii;
- wysokiego poziomu udziału energii odnawialnej w bilansie energii zużywanej przez budynek;
- wyższego poziomu autokonsumpcji i autarkii energii z własnych (prosumenckich) systemów fotowoltaicznych z magazynami energii elektrycznej;
- zdrowego klimatu wewnętrznego dzięki efektywnej i kontrolowanej wentylacji;
- niskich kosztów energii zużywanej na ogrzewanie i ciepłą wodę;
- możliwości chłodzenia pomieszczeń dzięki instalacjom płaszczyznowym;
- korzystniejszych kredytów i wyższej zdolności kredytowej dzięki niższym kosztom eksploatacji;
- wyższej wartości budynku na rynku.

Z kolei dla gospodarki i całej Wspólnoty Europejskiej budynki zeroemisyjne to cel wyznaczony w ramach długofalowej polityki dekarbonizacji do 2050 roku oraz najszybszy sposób na dekarbonizację ciepła w budynkach i zwiększenie elastyczności sieci elektrycznej.

Działania te nabrały szczególnego znaczenia po agresji Rosji w Ukrainie. W komunikacie „Save Energy", który Komisja Europejska skierowała 18 maja 2022 r. do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, stwierdzono, że ze względu na obecną sytuację geopolityczną i rynkową nie możemy sobie pozwolić na czekanie, aż wprowadzone zostaną ważne strukturalne środki w zakresie efektywności energetycznej – należy szukać natychmiastowych możliwości zmniejszenia zużycia energii. I także temu celowi służyć ma niniejszy poradnik.

Dziękujemy pracowni projektowej HOMEKONCEPT za udostępnienie projektów budynków do przeprowadzenia analiz energetycznych

Energia – bilans i pojęcia podstawowe

1

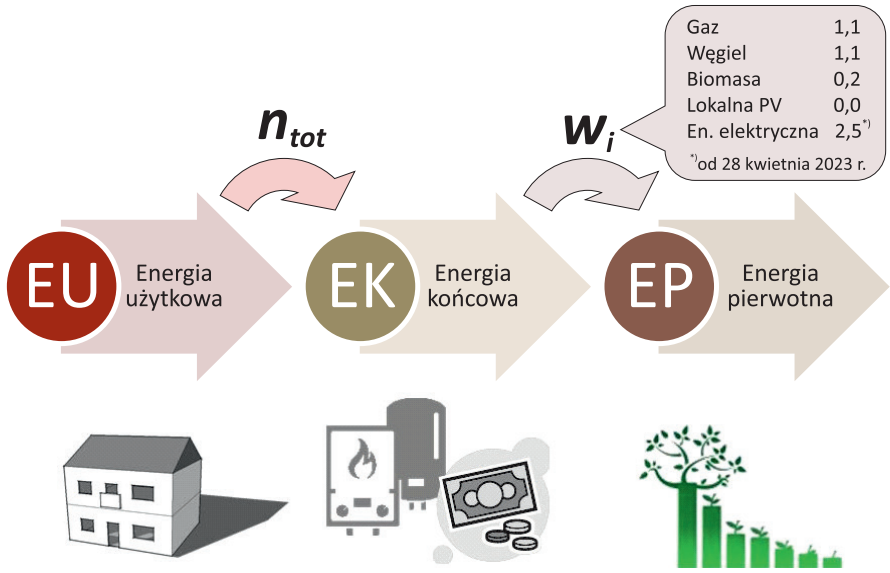
Zgodnie z przepisami (i rachunkiem ekonomicznym) dążymy do efektywnego ograniczenia zapotrzebowania budynku na energię. Żeby jednak działać skutecznie, warto wiedzieć, skąd pochodzi energia w budynku, do jakich celów jest użytkowana, jakimi drogami z domów ucieka i które techniczne sposoby ograniczania zapotrzebowania na nią są najskuteczniejsze.

Wyzwania wymogów prawnych

Wymagania dotyczące zużycia energii, jakie muszą spełnić nowe i modernizowane budynki, związane są z wymogami prawnymi i ogólnoświatowymi trendami. Rządy dążą do coraz większego wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE), elektryfikacji ogrzewania i nieustannej poprawy efektywności energetycznej gospodarki, w tym budownictwa. Konkretne wymagania nakładają na inwestorów ustawy o: OZE, charakterystyce energetycznej oraz efektywności energetycznej. Wymagania te zawarte są także w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, które od 2021 roku formułują oczekiwania wobec budynków niemal zeroenergetycznych. Obowiązek wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej dla budynków będących przedmiotem sprzedaży lub wynajmu, wprowadzony w 2009 roku przez ustawę o charakterystyce energetycznej budynków, stanowi kolejny przyczynek do poprawy efektywności energetycznej obiektów. Ustawa ta wprowadziła także termin „budynek o niemal zerowym zużyciu energii” (nZEB) i jest to standard obowiązujący wszystkie nowe budynki od 1 stycznia 2021 roku.

Sposoby dostarczania energii do budynku

Żeby zapewnić komfort cieplny w budynku, w sezonie grzewczym należy doprowadzić do niego energię w formie ciepła z zewnątrz z wykorzystaniem urządzenia ogrzewczego, a w okresie ciepłym zapewnić odprowadzenie energii w formie ciepła, wykorzystując system wentylacji, lub dostarczyć chłód. Energia doprowadzona do budynku pochodzi także z przenikania promieniowania słonecznego przez przegrody przeszklone oraz z wewnętrznych zysków ciepła – od ludzi i emitujących je urządzeń.
Całkowite zyski ciepła mają pokryć jego straty, związane z przenikaniem ciepła na zewnątrz przez przegrody – ściany, dach, podłogę, drzwi i okna – oraz



Rys. 1. Energia użytkowa, końcowa i pierwotna Źródło: P. Jadwiszczak

z powietrzem wentylacyjnym. Kiedyś budynki traciły najwięcej ciepła z powodu jego przenikania przez przegrody, ale dzięki poprawie izolacji cieplnej ograniczono wielkość tych strat. Obecnie w bilansie cieplnym budynku zaczynają dominować straty ciepła przez wentylację. Sposobem na ich ograniczenie jest zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego.

Chłodzenie budynków nie jest jeszcze stosowane powszechnie. Jedną z metod ograniczania nadmiernej temperatury poza sezonem grzewczym jest zmniejszenie zysków ciepła z zewnątrz poprzez zapewnienie odpowiedniej izolacji cieplnej oraz wykorzystanie zewnętrznych przesłon na przeszkleniach. Istotne jest również zmniejszenie wewnętrznych zysków ciepła w porze letniej. Można także schładzać budynki, stosując chłodzenie płaszczyznowe w połączeniu z pompą ciepła i systemem wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Jedną z najczęstszych metod chłodzenia budynków jest jednak obecnie zastosowanie klimatyzatorów.

Energia użytkowa, końcowa i pierwotna

Aby określić roczne zapotrzebowanie budynku na energię pierwotną nieodnawialną (EP), należy obliczyć jego zapotrzebowanie na energię końcową (EK) oraz uwzględnić rodzaj zużywanego paliwa lub nośnika energii poprzez wykorzystanie współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w_i). Z kolei do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię końcową wykorzystuje się energię użytkową (EU) i sprawność systemu instalacyjnego (η). Zapotrzebowanie na energię użytkową uzależnione jest m.in. od lokalizacji budynku, oczekiwanych temperatur oraz charakterystyki energetycznej obiektu.

W celu umożliwienia porównania ilości energii wprowadzono wskaźniki EU, EK i EP, odniesione do jednostkowej powierzchni budynku (wyrażone w kWh/(m^2 · rok)), , jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na energię nieodnawialną dotyczy energii zużytej do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej, ewentualnie chłodzenia (o ile jest ono stosowane w obiekcie) i oświetlenia (dla budynków niemieszkalnych).

Uzyskiwane przy zastosowaniu różnych źródeł ciepła wyniki uzależnione są od relacji współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej i sprawności całkowitej całego systemu technicznego.

W obliczeniach uwzględnia się roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do poszczególnych systemów technicznych budynku, które może być bardzo istotne ze względu na stosunkowo wysoki współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej oznaczany symbolem w_i – od 28 kwietnia 2023 r. wynoszący 2,5 przy zasilaniu z sieci elektroenergetycznej. ■

Wymagania dotyczące budynków

2

Nowe budynki muszą spełniać wymagania WT 2021. Wymogi te – szczególnie dotyczące EP (energii pierwotnej nieodnawialnej) – stanowią wyzwanie dla współczesnego budownictwa, gdyż dla ich spełnienia konieczne jest działanie wieloaspektowe. Nie wystarczy jedynie odpowiednia izolacja cieplna przegród zewnętrznych, nawet gdy jest ona zdecydowanie lepsza niż wymagana w WT 2021, ani zastosowanie najlepszych technologii konwencjonalnych, bazujących np. na spalaniu gazu i ogrzewaniu niskotemperaturowym. Wymagania WT 2021 dotyczące EP zostały określone w taki sposób, że nie można ich spełnić bez wykorzystania energii odnawialnej.

Tabela 1. Parametry graniczne maksymalnych współczynników przenikania ciepła wg WT 2021

Lp.	Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła [W/(m²·K)]
1	ściana zewnętrzna	0,2
2	dach, stropodach	0,15
3	podłoga na gruncie	0,3
4	okna pionowe	0,9
5	okna połaciowe	1,1
6	drzwi zewnętrzne	1,3

Tabela 2. Parametry graniczne maksymalnych współczynników przenikania ciepła wg wymagań standardu budynków jednorodzinnych NF40 (wcześniejszego programu dofinasowań NFOŚiGW)

Lp.	Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła [W/(m²·K)]
1	ściana zewnętrzna	strefy I–III: 0,15 strefy IV–V: 0,12
2	dach	strefy I–III: 0,12 strefy IV–V: 0,10
3	podłoga na gruncie	strefy I–III: 0,20 strefy IV–V: 0,15
4	okna pionowe	strefy I–III: 1,00 (0,90*) strefy IV–V: 0,80
5	okna połaciowe	strefy I–III: 1,00 strefy IV–V: 0,80
6	drzwi zewnętrzne	strefy I–V: 1,30

*) Aktualne wymaganie WT 2021 to wartość mniejsza lub równa 0,9 W/(m²·K)

Projekt rewizji dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków EPBD z grudnia 2021 r. przewiduje, że najpóźniej od 2030 roku nowe budynki będą musiały być wznoszone jako zeroemisyjne (ZEB – zero-emission buildings; pojęcie to zastąpiło standard nZEB, czyli budynki niemal zeroenergetyczne), a w sektorze publicznym już od 2027 roku. Budynki takie mają wykazywać niskie zapotrzebowanie na energię i korzystać z lokalnych odnawialnych źródeł energii, mają być pozbawione źródeł spalania paliw kopalnych, a także wykazywać niski wpływ na globalne ocieplenie, odniesiony do emisji ekwiwalentu CO_2 w całym cyklu życia. Dodatkowe warunki to: dla budynków jednorodzinnych EP < 65 kWh/(m²·rok) (należy się spodziewać EP < 55 kWh/(m²·rok)), brak emisji CO_2 z urządzeń grzewczych zastosowanych w budynku oraz produkcja energii z OZE – np. pompa ciepła z **ekwiwalentną roczną produkcją energii elektrycznej z PV, realizowaną w budynku lub w lokalnej spółdzielni energetycznej**.

Stworzony został także mechanizm związany z taksonomią zrównoważonego finasowania, motywu-

jący banki udzielające kredytów hipotecznych do finansowania realizacji budynków o wysokiej charakterystyce energetycznej, spełniających warunek taksonomii (w przypadku budynków jednorodzinnych EP < 63 kWh/(m^2·rok)). Zmieniane będą również przepisy dotyczące świadectw charakterystyki energetycznej i tworzona harmonijna skala klas charakterystyki energetycznej. **Oznacza to możliwość uzyskania w przyszłości lepszych warunków finansowych kredytu hipotetycznego na cały budynek.**

2022 był rokiem zmiany w podejściu do ogrzewania budynków. Struktura cen na rynku paliw kopalnych dynamicznie się zmienia. Pojawiła się niepewność dotycząca zarówno dostępu do nośników energii, jak i ich kosztów. Wysokie ceny gazu ziemnego i węgla używanego w kotłach domów jednorodzinnych mogą się utrzymać przez dłuższy czas. Ponadto z paliw tych i tak będzie trzeba zrezygnować w ramach globalnej polityki zapobiegania emisji powodującej zmiany klimatyczne. Przedstawia to m.in. plan Komisji Europejskiej RePowerEU z 18 maja 2022 r. opracowany w reakcji na działania Rosji, zawierający wskazówki, jak oszczędzać energię i produkować czystą oraz dywersyfikować jej dostawy, tak aby była niedroga, bezpieczna i zrównoważona. **W RePowerEU zapowiedziano m.in. odejście od sprzedaży w UE począwszy od 2029 roku samodzielnych (tzw. autonomicznych) kotłów na paliwa kopalne (gazowych, olejowych i węglowych – nie będzie to dotyczyć tzw. hybrydowych pomp ciepła, czyli zestawów pomp ciepła z kotłami gazowymi, zapewniających znaczny udział OZE) oraz zakaz finansowania urządzeń korzystających z paliw kopalnych od 2025 roku.**

Ogrzewnictwo budynków przyszłości powinno być zeroemisyjne (zarówno w kontekście emisji CO_2, jak i emisji zanieczyszczeń powietrza) i tanie w eksploatacji, gwarantować zdrowe warunki środowiska wewnętrznego oraz bezpieczeństwo pod względem dostaw energii. Cechy te realizuje postulat efektywnej elektryfikacji ogrzewnictwa – zarówno lokalnego, jak i ciepłownictwa systemowego. Technologiami, na których oparte będzie ogrzewnictwo, są przede wszystkim pompy ciepła i pracujące w możliwie niskich temperaturach wody grzewczej instalacje grzewcze oraz instalacje fotowoltaiczne. ■

Skanuj lub kliknij:
Skorzystaj z kalkulatora POBE kosztów ogrzewania budynku

Program priorytetowy „Moje Ciepło”

3

Uruchomiony w kwietniu 2022 r. przez NFOŚiGW program priorytetowy „Moje Ciepło” promuje zastosowanie pomp ciepła o wysokiej efektywności energetycznej w nowych budynkach o niskich kosztach eksploatacyjnych. W połączeniu z zastosowaniem fotowoltaiki (przy wykorzystaniu programu „Mój Prąd”) pozwoli to na realizację standardu ZEB (budynki zeroemisyjne), który za kilka lat (najpóźniej w 2028 roku) będzie obowiązkowy dla wszystkich nowych budynków mieszkalnych. Program pozwala także uzyskać dofinansowanie do zakupu pomp ciepła – gruntowych, powietrze/woda i powietrze/powietrze – montowanych w nowych domach, pod warunkiem spełnienia przez budynek standardu energetycznego wyższego niż WT 2021 (od 2023 r. EP < 55 kWh/(m^2 · rok)). Urządzenia, które mogą być przedmiotem dotacji, muszą spełnić określone wymagania techniczne.

29 kwietnia 2022 r. rozpoczął się pierwszy nabór do programu „Moje Ciepło”, skierowany do inwestorów budujących nowe domy i wyposażających je w pompy ciepła. Do 31 grudnia 2026 r. dotacje mają otrzymać wszyscy chętni, którzy spełnią wymagania programu i złożą poprawnie wypełniony wniosek (pod warunkiem dostępności środków). W programie tym nie określono kryterium dochodowego, jednak dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny intensywność (ale nie kwota!) wsparcia jest większa. Pozytywnie rozpatrzone zostaną wnioski, w przypadku których spełniono następujące wymagania:

- wnioskodawca zamontował i odebrał nie wcześniej niż 1 stycznia 2021 r. nową, tj. wyprodukowaną maks. 24 miesiące przed zakupem, pompę ciepła powietrze/powietrze, powietrze/woda lub grunt/woda na cele grzewcze lub dwufunkcyjną pompę ciepła – program nie dotyczy urządzeń przeznaczonych wyłącznie do produkcji c.w.u.;
- zamontowana pompa ciepła współpracuje z wodnym ogrzewaniem niskotemperaturowym (temperatura zasilania wody grzewczej ≤ 35°C) – dotyczy pomp ciepła, dla których górnym źródłem jest woda (nie dotyczy pomp ciepła powietrze/powietrze);
- budynek ma podwyższony standard energetyczny – wskaźnik EP (rocznego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej na ogrzewanie, chłodzenie, oświetlenie, wentylację oraz produkcję c.w.u.) musi wynosić maks. 55 kWh/(m^2 · rok);
- w budynku może się znajdować inne urządzenie grzewcze, pompa ciepła może być również elementem rozwiązania hybrydowego. Dodatkowe źródło ciepła nie może jednak spalać paliw stałych (przy czym kominek rekreacyjny jest traktowany jako awaryjne źródło ciepła).

Po spełnieniu powyższych warunków można uzyskać dotację o wartości maksymalnej 7 tys. zł na powietrzne pompy ciepła lub 21 tys. zł na gruntowe, jednocześnie nie wyższą niż 30% kosztów kwalifikowanych, a dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny (KDR) niż 45% kosztów kwalifikowanych. Posiadacze KDR zyskują na tej różnicy tylko przy stosunkowo niskich jak na takie instalacje kosztach. Powyżej pułapu inwestycji odpowiednio ok. 70 tys. zł (gruntowe PC) i ok. 23,3 tys. zł (powietrzne PC) wszyscy beneficjenci mogą otrzymać maksymalne dofinansowanie – 21 tys. i 7 tys. zł.

MOJE CIEPŁO

Tabela 3. Dofinansowanie do gruntowych i powietrznych pomp ciepła w ramach programu „Moje Ciepło”

Rodzaj pompy ciepła	Typ	Dofinansowanie w formie dotacji		
		procentowy udział w kosztach kwalifikowanych	procentowy udział w kosztach kwalifikowanych dla osób fizycznych posiadających Kartę Dużej Rodziny	nie więcej niż [zł]
gruntowe	x	do 30%	do 45%	21 000
powietrzne	typu powietrze /powietrze w systemie centralnym	do 30%	do 45%	7 000
	typu powietrze /woda	do 30%	do 45%	7 000

„Moje Ciepło" i „Mój Prąd" – czy można skorzystać z obydwu programów?

Program „Moje Ciepło" wspiera montaż pomp ciepła w nowych domach o podwyższonym standardzie energetycznym, a „Mój Prąd" 5.0 – instalacje fotowoltaiczne i magazyny energii elektrycznej, magazyny ciepła oraz systemy zarządzania energią prosumentów rozliczających wyprodukowaną energię w ramach net-billingu. **Programy można łączyć pod warunkiem, że nie zostały zdublowane wnioski o dofinansowanie kosztów kwalifikowanych (tych samych urządzeń i elementów instalacji).** Ponadto pompy ciepła nie mogą pracować tylko na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.

W programie „Moje Ciepło" kosztami kwalifikowanymi są: zakup i montaż pompy ciepła, osprzętu do instalacji z pompą ciepła, a także zbiornika akumulacyjnego, buforowego i zbiornika ciepłej wody z osprzętem. Natomiast w programie „Mój Prąd" 5.0 kosztami kwalifikowanymi są: zakup i montaż prosumenckiej instalacji PV od 2 do 10 kW, zakup i montaż magazynów ciepła (zasobniki c.w.u. i bufory ciepła zasilane pompą ciepła lub grzałką elektryczną), zakup i montaż magazynów energii elektrycznej o pojemności co najmniej 2 kWh oraz zakup i montaż systemów zarządzania energią w budynku.

Na samą instalację PV można otrzymać dofinansowanie w wysokości do 6 tys. zł, a jeśli będzie ona wsparta rozwiązaniami zwiększającymi autokonsumpcję, to maks. kwota wyniesie 7 tys. zł.

Na gruntowe pompy ciepła (klasy A^{++}, A^{+++}), czyli typu solanka/woda, woda/woda: 28,5 tys. zł; pompy ciepła powietrze/woda o podwyższonej klasie efektywności energetycznej (klasy A^{++}, A^{+++}): 19,4 tys. zł; pompy ciepła powietrze/woda (klasy A^{+}): 12,6 tys. zł; pompy ciepła powietrze/powietrze: 4,4 tys. zł.

Na systemy zarządzania energią otrzymać można do 3 tys. zł, na magazyn energii elektrycznej do 16 tys. zł, a na magazyn energii cieplnej do 5 tys. zł.

Kwoty dofinansowania do wymienionych elementów nie mogą przekraczać 50% poniesionych kosztów.

Jeśli jednak w systemach zgłoszonych do obu programów występują te same elementy instalacji, jak np. zbiorniki c.w.u., wnioski ich dotyczące można składać tylko w ramach jednego programu – aby uniknąć podwójnego wsparcia dla tych samych urządzeń. Wnioski są weryfikowane i w razie nieprawidłowości odrzucane. NFOŚiGW ma możliwość weryfikacji wniosków przez 5 lat od daty przyznania dofinansowania i jeśli wykryte zostaną nieprawidłowości, może dochodzić jego zwrotu.

Budynki ZEB (zeroemisyjne) i wymagania dotyczące wskaźnika EP

Wielu inwestorów i ekspertów postrzega „Moje Ciepło" jako program dofinansowujący zastosowanie pomp ciepła, jest to jednak raczej program wspierający **budowanie zeroemisyjnych domów o wysokim standardzie energetycznym**. Niezbędnym wymaganiem technicznym dla uzyskania dotacji w tym programie jest wskaźnik EP wynoszący obecnie 55 kWh/(m^2 · rok).

Widoczna jest tu spójność z dążeniem do realizacji nowych domów jako budynków zeroemisyjnych (ZEB – zero-emission buildings) obligatoryjnych od 2028 roku, zgodnie z projektem nowelizacji dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Budynek bezemisyjny ma mieć niskie zapotrzebowanie na energię, wykorzystywać miejscowe OZE, nie korzystać ze źródeł spalania paliw kopalnych oraz wykazywać niską emisję (wyrażoną w tonach ekwiwalentu CO_2/m^2) w całym cyklu życia. Nowe domy jednorodzinne muszą zgodnie z WT 2021 od 31 grudnia 2020 r. spełniać wymóg EP ≤ 70 kWh/(m^2 · rok) – w latach 2017–2020 było to EP ≤ 95 kWh/(m^2 · rok). Chcąc spełnić ten warunek przy zastosowaniu nawet wysoce efektywnej energetycznie pompy ciepła i założeniu wysokich wartości izolacyjności budynku, inwestor musiał zaplanować także inne rozwiązania, np. wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła czy panele fotowoltaiczne.

Podobne podejście jest konieczne przy realizacji domów w standardzie zgodnym z wymaganiami programu „Moje Ciepło". Dzieje się tak, mimo że dzięki wysokiej efektywności energetycznej i sprawności pompy ciepła zapewniają niski wskaźnik energii końcowej EK.

Od 28 kwietnia 2023 r. nastąpiła zmiana współczynnika w_i w metodologii świadectw charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do pomp ciepła na wartość równą 2,5. Innym sposobem obniżenia wartości EP jest łączenie pomp ciepła z urządzeniami wykorzystującymi OZE i mającymi niski współczynnik w_i. W tym kontekście nie dziwi popularność paneli PV, dla których w_i = 0,0 (wartość dla energii słonecznej). Instalacja PV może pokrywać nawet do 25–30% (poziom autarkii – samowystarczalności) sezonowego zapotrzebowania na energię elektryczną do napędu pomp ciepła i urządzeń pomocniczych, tym samym udział nieodnawialnej energii EP w całkowitym zużyciu energii przez budynek jest znacznie mniejszy. W przypadku zastosowania magazynów energii elektrycznej możliwe jest osią-

gnięcie wartości autarkii nawet na poziomie ponad 70%. Taki poziom pozwoli zapewnić w przyszłości także technologia samochodów elektrycznych działających w systemie V2G. Ponadto decentralizacja i digitalizacja energetyki to cele, do których zmierzamy w UE w ramach działań związanych nie tylko z ochroną klimatu, ale i bezpieczeństwem energetycznym.

Gruntowe pompy ciepła (typu solanka/woda, woda/woda)

Urządzeniem, na które można uzyskać najwyższe dofinansowanie w ramach programu „Moje Ciepło” (21 tys. zł), jest gruntowa pompa ciepła. Regulamin programu wymaga, by były to urządzenia spełniające wymogi rozporządzeń odnoszących się do etykiet efektywności energetycznej dla szeroko pojętych ogrzewaczy pomieszczeń, tj. rozporządzenia unijnego 811/2013 lub 812/2013 oraz rozporządzenia dotyczącego etykietowania energetycznego. Klasa efektywności energetycznej gruntowej pompy ciepła ma wynosić min. A^{++} (lub A^{+++}) dla temperatury zasilania 55°C. Pomimo tak sformułowanego kryterium pompa ciepła ma współpracować z wodnym ogrzewaniem niskotemperaturowym (temperatura zasilania wody grzewczej ≤ 35°C).
Gruntowe pompy ciepła, na które można uzyskać dotację w programie „Moje Ciepło”, obejmują zarówno urządzenia typu woda/woda i grunt/woda, jak i osprzęt, taki jak dolne źródło ciepła.
Na pompę ciepła typu grunt/woda można uzyskać do 21 tys. zł dotacji i jednocześnie do 30% kosztów kwalifikowanych (lub do 45% kosztów kwalifikowanych dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny). Kosztem kwalifikowanym jest tu także dokumentacja geologiczna – można na nią uzyskać dotację w wysokości 5% jej wartości (maksymalnego dofinansowania).

Pompa ciepła powietrze/woda

Wymagania dla pompy ciepła powietrze/woda w programie „Moje Ciepło” sformułowane zostały podobnie jak dla pomp gruntowych. Urządzenia muszą spełnić wymogi rozporządzeń odnoszących się do etykiet efektywności energetycznej i cechować się klasą efektywności energetycznej min. A^{++} dla temperatury zasilania 55°C. Pompa ciepła powietrze/woda ma współpracować z wodnym ogrzewaniem niskotemperaturowym. W regulaminie programu określono, że jest to ogrzewanie, dla którego temperatura zasilania wody grzewczej ≤ 35°C, a jako przykład takiego rozwiązania podano ogrzewanie płaszczyznowe.
Na pompę ciepła typu powietrze/powietrze można uzyskać do 7 tys. zł dotacji i jednocześnie do 30% kosztów kwalifikowanych (lub do 45% kosztów kwalifikowanych dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny).

Pompy ciepła powietrze/powietrze

Rozwiązaniem rzadko wykorzystywanym przez inwestorów, a wskazanym w „Moim Cieple” są także pompy ciepła powietrze/powietrze. Zgodnie z zasadami programu muszą to być urządzenia spełniające wymagania rozporządzeń odnoszących się do etykiet efektywności energetycznej dla klimatyzatorów. Klasa energetyczna dla ogrzewania w przypadku klimatu umiarkowanego musi wynosić co najmniej A^{+} (w klimacie umiarkowanym).
Dotację można uzyskać na system działający jako centralny, tj. obsługujący cały budynek. Dlatego rozwiązaniem technicznym spełniającym wymagania programu może być system pompy ciepła centralnego ogrzewania powietrznego.
Na pompę ciepła typu powietrze/powietrze można uzyskać do 7 tys. zł dotacji i jednocześnie do 30% kosztów kwalifikowanych (lub do 45% kosztów kwalifikowanych dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny).

DOKUMENTY, KTÓRE TRZEBA DOŁĄCZYĆ DO WNIOSKU O DOFINANSOWANIE

Dokumenty związane z budynkiem lub pompą ciepła:
- pozwolenie na budowę lub zgłoszenie budowy;
- projektowana charakterystyka energetyczna budynku (dla domu w budowie) lub świadectwo charakterystyki energetycznej wykonane przez osobę uprawnioną;
- karta produktu i etykieta energetyczna zakupionej i zamontowanej pompy ciepła;
- protokół odbioru urządzenia na formularzu stanowiącym załącznik do regulaminu programu;
- zawiadomienie o zakończeniu budowy lub decyzja o pozwoleniu na użytkowanie (jeśli dotyczy);
- dokumentacja geologiczna dla gruntowej pompy ciepła (jeśli dotyczy).

Pozostałe dokumenty
- imienne (na wnioskodawcę) faktury wraz z potwierdzeniem dokonania płatności lub faktury wraz z oświadczeniem dotyczącym nabywcy – w sytuacji, gdy urządzenie kupował ktoś inny niż wnioskodawca, np. instalator;
- oświadczenie o posiadaniu zgód współwłaścicieli (jeśli dotyczy);
- pełnomocnictwo do złożenia wniosku o dofinansowanie (jeśli dotyczy);
- kopia Karty Dużej Rodziny (dla posiadaczy).

Strona informacyjna programu „Moje Ciepło”: https://mojecieplo.gov.pl

4 Ogólne zalecenia dla procesu projektowania, budowy i eksploatacji wpływające na charakterystykę energetyczną budynków w kontekście programu „Moje Ciepło”

Aktualna metodologia obliczeń świadectw charakterystyki energetycznej projektowanych budynków obejmuje dużą liczbę parametrów, których wartości mogą mieć istotny wpływ na uzyskiwane wyniki. Tym samym w analizach warto zwracać uwagę na fakt, że zmiany poszczególnych elementów instalacji lub budynku mogą wpływać na osiągnięcie oczekiwanych parametrów w zakresie energii pierwotnej nieodnawialnej. Poniżej zestawiono wybrane zalecenia architektoniczne, instalacyjne, a nawet eksploatacyjne mające wpływ na zużycie energii w projektowanych budynkach.

Zalecenia architektoniczne, instalacyjne i użytkowe (eksploatacyjne)

Na zużycie energii w budynkach wpływa wiele aspektów architektonicznych, instalacyjnych i użytkowych. Wdrożenie poniższych zaleceń – zarówno na etapie projektu, jak i użytkowania budynku – pozwoli nie tylko zaplanować i wybudować dom efektywny energetycznie, ale i w pełni wykorzystać jego potencjał.

Szczegółowe zalecenia architektoniczne

- umieszczenie budynku na działce dłuższym bokiem od strony południowej i zachowanie otwartej przestrzeni od południa;
- wybór prostej i zwartej bryły budynku, o niskim współczynniku kształtu;
- zaprojektowanie ewentualnych dużych przeszkleń w taki sposób, aby dawały możliwość pozyskiwania energii słonecznej w okresie grzewczym, a poza nim nie powodowały przegrzewania pomieszczeń, co wymaga nie tylko zorientowania budynku na południe, ale także zastosowania np. wysuniętych połaci dachu i/lub zewnętrznych rolet;
- wykorzystanie elementów nośnych o dobrej izolacyjności oraz izolacji wysokiej jakości (co pozwala ograniczyć grubość ścian), a także okien i drzwi o niskich współczynnikach przenikania ciepła;
- dbałość o wysoką szczelność powietrzną budynku, na co wpływa poprawne łączenie ze sobą elementów konstrukcyjnych wykonanych z różnych materiałów oraz wykorzystanie folii uszczelniających;
- usytuowanie pomieszczeń dziennych (ciepłych) od południa, a pomocniczych (chłodnych) od północy;
- zastosowanie większej liczby przeszkleń od strony południowej, a mniejszej od północnej;
- wykorzystanie masywnych elementów o dużej pojemności cieplnej (posadzki, ściany) jako magazynów energii;
- wykorzystanie stref buforowych i osłaniających.

Zalecenia instalacyjne

- stosowanie systemów o wysokiej sprawności oraz korzystających z odnawialnych źródeł energii, zapewniających jednocześnie wysoki komfort użytkowania (w przypadku pomp ciepła dotyczy to urządzeń o najwyższych klasach energetycznych. W programie „Moje Ciepło” założono, że dla pomp ciepła centralnego ogrzewania stosowane będą klasy energetyczne co najmniej A^{++}, A^{+++}, a dla pomp ciepła powietrze/powietrze co najmniej A^{+});
- zapewnienie efektywnego przesyłu ciepła od miejsca wytworzenia do odbiornika – za pomocą krótkich, dobrze izolowanych odcinków;
- uważny dobór wielkości zbiorników do magazynowania ciepła oraz jakości ich izolacji. Duże zbiorniki mogą mieć większe straty, ale są niekiedy niezbędne do zakumulowania energii tańszej lub dostępnej okresowo;
- sprawna regulacja temperatury w pomieszczeniach – nie tylko dla zapewnienia komfortu cieplnego, ale i z uwagi na kwestie energetyczne. Paradoksalnie ogrzewanie za pomocą grzejników naściennych ma teoretycznie wyższą efektywność niż płaszczyznowe, gdyż w przypadku tego drugie-

go w obliczeniach energetycznych prowadzonych zgodnie z aktualnymi przepisami nie uwzględnia się faktu, że zapewnia ono komfort przy niższych temperaturach w pomieszczeniach (to jeden z przykładów przepisu nienadążającego za rozwojem techniki);

- stosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła – nie tylko dla zapewnienia komfortu temperaturowego i dostarczenia świeżego i przefiltrowanego powietrza w każdych warunkach atmosferycznych, ale także z uwagi na odzysk ciepła z powietrza wywiewanego;
- przeprowadzenie próby szczelności powietrznej budynku w celu zmniejszenia w nim infiltracji powietrza.

Zalecenia eksploatacyjne

- zwracanie uwagi na wpływ sposobu użytkowania obiektu na jego energooszczędność;
- uwzględnienie w sposobie funkcjonowania budynku jego akumulacji cieplnej. W budynkach o konstrukcji ciężkiej utrzymywanie stabilnych warunków cieplnych jest korzystniejsze pod względem energetycznym niż gwałtowne podwyższanie i obniżanie temperatury powietrza w pomieszczeniach. To ostatnie może powodować znaczne zwiększenie kosztów eksploatacji związanych z nadmierną pracą grzałki elektrycznej;
- wykorzystywanie w pełni możliwości wentylacji mechanicznej dla zapewnienia odpowiedniej ilości świeżego powietrza (unikanie uchylania i rozszczelniania okien, tzw. mikrowentylacji, gdy działa wentylacja mechaniczna). Każda niekontrolowana wymiana powietrza przynosi straty energii (w formie ciepła);
- zmiana przyzwyczajeń – zachowania związane z eksploatacją starych instalacji mogą znacznie ograniczać efektywność energetyczną współczesnych systemów;
- unikanie przegrzewania pomieszczeń ze względu na znaczny wzrost kosztów ogrzewania budynków. ■

Skanuj lub kliknij:
Jak spełnić wymagania, jakim powinny odpowiadać budynki od 2021 roku? Ogrzewanie i wentylacja w warunkach technicznych – poradnik POBE

5 Opis budynków i dane wejściowe do analizy energetycznej

Jakie rozwiązania połączyć w nowych budynkach, by wybudowany i wyposażony dom spełniał wymagania programu „Moje Ciepło”?

Odpowiedzią na to pytanie są wyniki przeprowadzonej analizy rzeczywistych (w zakresie bryły) projektów architektonicznych oferowanych jako projekty gotowe. W przypadku ocieplenia narzucono warunki graniczne dotyczące współczynnika przenikania ciepła U zgodne z WT 2021.

Analizie poddano dwa budynki jednorodzinne – mały (A) i średni (B). Do jej przeprowadzenia wybrano przykłady projektów budynków niskoenergetycznych, oferowanych już przez czołowe pracownie architektoniczne. Projekty tych budynków ułatwiają spełnienie warunków programu „Moje Ciepło” (kształt, relacja powierzchnia/kubatura – zwarta bryła) i tym samym spełniają zalecenia zawarte w rozdziale 4.

Budynek A to gotowy projekt HOMEKONCEPT 44 G1 wariant YTONG – o powierzchni użytkowej 101 m^2, z garażem o powierzchni 31 m^2 i powierzchnią o regulowanej temperaturze 129 m^2. To nowoczesna bryła zaprojektowana na planie prostokąta z dwuspadowym dachem. Budynek ma fundamenty tradycyjne na ławach fundamentowych, strop żelbetowy wylewany i ściany jednowarstwowe z bloczków z betonu komórkowego grubości 36,5 cm. Dach stanowi tradycyjna więźba pokryta dachówką, natomiast elewacja pokryta jest tynkiem silikonowym i deskami elewacyjnymi. Budynek ma ogrzewanie podłogowe w salonie z jadalnią, w kuchni, łazienkach, wiatrołapie i w części komunikacyjnej, a w pozostałych pomieszczeniach tradycyjne grzejniki. Wentylacja jest mechaniczna z odzyskiem ciepła (rekuperacją).

Budynek B to gotowy projekt HOMEKONCEPT 89 – o powierzchni użytkowej 156 m^2 i powierzchni o regulowanej temperaturze 212 m^2. To budynek parterowy z poddaszem użytkowym o powierzchni 54 m^2. Ma nowoczesną bryłę na planie prostokąta i dwuspadowy dach. Posiada fundamenty tradycyjne na ławach fundamentowych, strop żelbetowy wylewany i dwuwarstwowe ściany z pustaków ceramicznych grubości 25 cm, izolowane styropianem 20 cm i wełną mineralną 18 cm. Dach to tradycyjna więźba pokryta blachą na rąbek, z oknami dachowymi i bezokapowym systemem rynnowym. Elewacja wykonana jest z tynku silikonowego połączonego z elewacyjnym drewnem świerkowym. W całym domu zamontowane jest ogrzewanie podłogowe, a w ła-

Rys. 2. Wizualizacja budynku A – HOMEKONCEPT 44 G1 Źródło: HomeKoncept

Rys. 3. Wizualizacja budynku B – HOMEKONCEPT 89 Źródło: HomeKoncept

zienkach dodatkowo tradycyjne grzejniki łazienkowe. Wentylacja jest mechaniczna z odzyskiem ciepła (rekuperacją).

Cechy wspólne budynków wpływające na charakterystykę energetyczną

Dla obu analizowanych budynków przyjęto następujące cechy wspólne, których wartości mają istotny wpływ na uzyskiwane wyniki charakterystyki energetycznej :

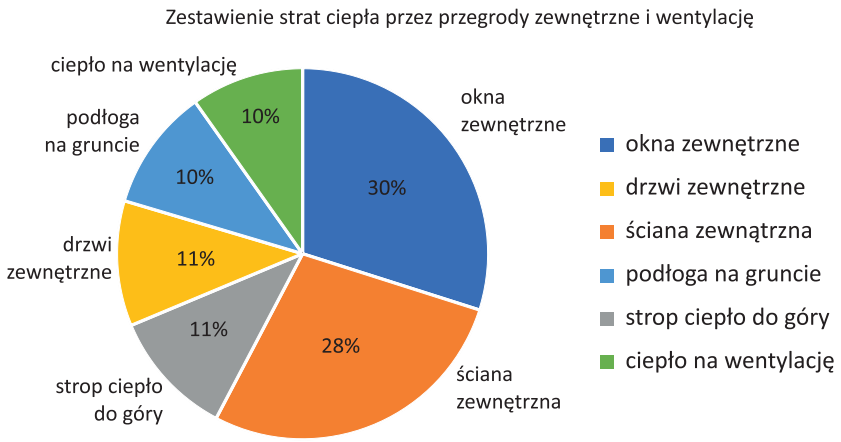
- lokalizacja: III strefa klimatyczna – Kraków. Dane klimatyczne przyjęto na podstawie typowego roku meteorologicznego z okresu 1971–2000;
- izolacja: przegrody zewnętrzne budynków spełniające wymagania WT 2021 w zakresie izolacyjności termicznej;
- podwyższona szczelność powietrzna: n50 = 1, z uwagi na stosowanie w pięciu wariantach wentylacji mechanicznej o sezonowej sprawności odzysku ciepła 80%;
- średnia temperatura wewnętrzna: t_w = 20°C;
- przy określaniu cząstkowych współczynników sprawności elementów wyposażenia systemu grzewczego i ciepłej wody użytkowej przyjęto dobry standard wyposażenia i tym samym górne wartości współczynników sprawności z zakresu podawanego przez metodykę obliczeń;
- z uwagi na ogólnie zaniżone wartości SCOP dla pomp ciepła podane w metodologii świadectw charakterystyki energetycznej budynków przyjęto zalecane w rozporządzeniu rozwiązanie, tj. wartości deklarowane przez producentów, czyli odpowiednio: SCOP = 4,0 dla systemu ogrzewania podłogowego w przypadku pomp ciepła powietrze/woda oraz SCOP = 5,0 dla pomp gruntowych (typu solanka/woda) – patrz rozdział 8. Dla systemu ciepłej wody użytkowej w przypadku pompy ciepła typu powietrze/woda i solanka/woda przyjęto SCOP = 3,0 – patrz rozdział 8;
- w przypadku stosowania kolektorów słonecznych do wspomagania przygotowania ciepłej wody użytkowej przyjęto uzyskiwanie 60% energii z tego systemu;
- w przypadku stosowania paneli fotowoltaicznych przyjęto, że 25% energii potrzebnej do ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej będzie uzyskiwane z tego systemu (poziom autarkii, czyli samowystarczalności: 25%);

Tabela 4. Charakterystyka analizowanych budynków A i B

	Budynek A	Budynek B
Powierzchnia o regulowanej temperaturze powietrza	129 m²	212 m²
Kubatura o regulowanej temperaturze powietrza	324 m³	516 m³
Projektowe obciążenie cieplne budynku z wentylacją z odzyskiem ciepła (jednostkowe obciążenie cieplne)	**4804 W (37,2 W/m²)**	**6786 W (32 W/m²)**

- umiejscowienie budynków: na częściowo osłoniętych działkach. Od strony południowej otwarta przestrzeń i eksponowany dłuższy bok.

gólnie w przypadku małych mocy, które mogą być zastępowane przez urządzenia zasilane energią elektryczną wytwarzaną w procesach nisko- i zeroemi-



Rys. 4. Struktura strat energii w budynku A (z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła)

Strukturę strat energii w nowych budynkach projektowanych zgodnie w wymaganiami WT 2021 ilustruje **rys. 4** na przykładzie budynku A.

Warianty instalacyjne

Przeanalizowano najczęściej planowane i stosowane przez inwestorów podczas budowy domu rozwiązania instalacyjne. Ze względu na nośnik energii wyróżniono trzy grupy wariantów:

- paliwo stałe: kocioł na biomasę – pelet (wariant 1);
- paliwo gazowe: kocioł kondensacyjny na gaz ziemny wysokometanowy z instalacją płaszczyznową oraz ze wspomaganiem za pomocą kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u. (wariant 2);
- energia elektryczna: pompy ciepła powietrzne lub gruntowe w wariantach: bez i ze wspomaganiem instalacji fotowoltaicznej (warianty 3–6).

Wszystkie rozwiązania spełniają wymagania WT 2021, ale **warianty z kotłem na pelet i kotłem gazowym (1 i 2) nie spełniają wymagań formalnych programu „Moje Ciepło", gdyż powodują emisję spalin ze źródła ciepła.** Co więcej, warianty te nie będą też prawdopodobnie spełniać przyszłych wymogów (poddawanej aktualnie rewizji) dyrektywy w sprawie charakterystyki energetycznej, której projekt opublikowano 15 grudnia 2021 roku. Projekt ten przewiduje, że od 2030 roku wszystkie nowe budynki będą mogły być budowane tylko jako zeroemisyjne, czyli muszą zużywać niewiele energii i w jak największym stopniu korzystać z energii odnawialnej niepowodującej emisji zanieczyszczeń. Natomiast od 2050 roku wszystkie budynki powinny być zeroemisyjne.

W odniesieniu do peletu, uznawanego obecnie za paliwo odnawialne, planowane są ograniczenia, szczesyjnych. Także gaz ziemny miał być paliwem przejściowym na drodze do ogrzewania zeroemisyjnego, a wojna w Ukrainie tylko przyspieszyła proces odchodzenia od paliw kopalnych w Europie.

Warianty z kotłem na pelet i gazowym są jednak również analizowane w celu porównania kosztów eksploatacji różnych rozwiązań, jakie mogą być stosowane do momentu wprowadzenia kolejnych zmian w przepisach. Wiele wskazuje, że urządzenia zasilane energią elektryczną mają szanse na mniejsze wzrosty kosztów eksploatacji dzięki korzystaniu z własnej instalacji fotowoltaicznej, a także z powodu rosnącego udziału odnawialnej energii w sieci energetycznej i tym samym ograniczaniu ryzyka wzrostu jej cen oraz braku obciążenia rosnącymi kosztami emisji CO_2, jak w przypadku energii z węgla i gazu zmiennego.

Warianty instalacyjne wraz z przyjętym ich skrótowym oznaczeniem i opisem zestawiono w **tabeli 5**.

Opis wariantów

W przypadku wszystkich wariantów przyjęto izolacyjność przegród spełniającą wymagania WT 2021 (por. **tabela 1**).

Wariant 1: automatyczny kocioł na biomasę + ogrzewanie grzejnikowe i c.w.u. z kotła + wentylacja grawitacyjna. Generuje koszty inwestycyjne związane z koniecznością zapewnienia miejsca dla kotłowni, miejsca do składowania (ew. również przesuszania) biomasy oraz budowy komina. Jeden z najniższych współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, $w_i = 0{,}2$, pozwala na uzyskanie bardzo niskich wartości EP. Na wielu terenach miejskich wprowadzane są jednak lokalne ograniczenia

dotyczące stosowania kotłów na biomasę związane ze zmniejszaniem niskiej emisji. Ograniczeniem stosowania mogą być też problemy z dostępnością paliwa i jego kosztem, na co wskazują m.in. zmiany cen na rynku w 2022 roku.

Wariant 2: gazowy kocioł kondensacyjny + ogrzewanie płaszczyznowe podłogowe + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + kolektory słoneczne (OZE) wspomagające przygotowanie c.w.u. Generuje koszty inwestycyjne związane z projektem i budową przyłącza gazowego, budową komina czy zastosowaniem oddzielnego urządzenia do przygotowania c.w.u. Ograniczeniem zastosowania jest brak powszechnej dostępności sieci gazowej oraz rosnące koszty wykonania przyłącza. Plany szybszej rezygnacji w UE z urządzeń gazowych spowodowane agresją Rosji na Ukrainę i wzrostem cen gazu powodują, że trudno prognozować koszty tego paliwa w jakiejkolwiek perspektywie czasowej.

Warianty 3–4: powietrzna pompa ciepła + ogrzewanie płaszczyznowe podłogowe i c.w.u. z pompy ciepła + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + fotowoltaika, w wariancie 4. pokrywająca 25% zapotrzebowania na energię do ogrzewania. Sporadycznie występujące niedobory energii pozyskiwanej przez pompy ciepła z powietrza rekompensuje zamontowana grzałka (np. dla temperatury biwalentnej poniżej –10°C). Wariant wyróżnia się niższymi kosztami eksploatacyjnymi. Zapewnia wysoki komfort użytkowania i przebywania w pomieszczeniach. Rozwiązanie ekologiczne (brak zanieczyszczeń w miejscu użytkowania). Montaż powietrznej pompy ciepła nie wymaga przejścia procedury administracyjnej.

Warianty 5–6: gruntowa pompa ciepła + ogrzewanie płaszczyznowe podłogowe i c.w.u. z pompy ciepła + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + fotowoltaika, w wariancie 6. pokrywająca 25% zapotrzebowania na energię do ogrzewania. Umożliwia całkowite pokrycie potrzeb grzewczych budynku.

Tabela 5. Warianty instalacyjne dla analizowanych budynków A i B

Wariant	Oznaczenie	Opis
Wariant 1	biomasa + grawit	kocioł automatyczny na biomasę (pelet) + ogrzewanie grzejnikowe + wentylacja grawitacyjna
Wariant 2	gaz + solar + mech + podł	kocioł gazowy kondensacyjny + ogrzewanie płaszczyznowe + kolektory słoneczne do wspomagania przygotowania c.w.u. + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
Wariant 3	PCpow + mech + podł	pompa ciepła powietrzna + ogrzewanie płaszczyznowe + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
Wariant 4	PCpow + mech + podł + PV	pompa ciepła powietrzna + ogrzewanie płaszczyznowe + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + fotowoltaika
Wariant 5	PCgrunt + mech + podł	pompa ciepła gruntowa + ogrzewanie płaszczyznowe + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła
Wariant 6	PCgrunt + mech + podł +PV	pompa ciepła gruntowa + ogrzewanie płaszczyznowe + wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła + fotowoltaika

Wiąże się z wyższymi kosztami inwestycyjnymi, ale niskimi eksploatacyjnymi. Zapewnia wysoki komfort użytkowania i przebywania w pomieszczeniu. Rozwiązanie ekologiczne (brak zanieczyszczeń w miejscu użytkowania). Pewną niedogodnością jest konieczność przejścia procedury administracyjnej związanej z wykonaniem odwiertów.

Rozwiązania z instalacją fotowoltaiczną umożliwiają częściowe pokrycie potrzeb grzewczych budynku za pomocą energii elektrycznej wyprodukowanej przez własną instalację PV, przy wykorzystaniu rozliczeń z siecią energetyczną w nowym systemie net billing obowiązującym dla nowych instalacji od kwietnia 2022 roku. Wiąże się to z dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi, które można obniżyć, projektując budynek dokładnie pod ten wariant i tym samym unikając pewnych rozwiązań, które są niezbędne przy zastosowaniu kotłów (np. kominy, pomieszczenia kotłowni itp.). Wyróżniają je niskie koszty eksploatacyjne. ■

6 Analiza energetyczna

Do obliczeń współczynników EU, EK i EP w zależności od wyposażenia budynków użyto programu komputerowego KAN OZC 7.0 Pro, w którym zasymulowano konstrukcję dwóch budynków jednorodzinnych o charakterystyce przedstawionej wcześniej.

Wyniki przeprowadzonych analiz energetycznych dla budynków A i B zestawiono w **tabelach 6** i **7**. O ile wszystkie warianty instalacyjne w przypadku obu budynków spełniają wymagania WT 2021, **jedynie warianty z pompami ciepła i instalacjami fotowoltaicznymi spełniają wymogi programu „Moje Ciepło” obowiązujące od początku 2023 roku oraz wymagania dla budynków zeroemisyjnych,** tj. ze wskaźnikiem EP poniżej 55 kWh/(m^2·rok) i produkcją na miejscu energii elektrycznej, która w okresie rocznym bilansuje się z energią elektryczną zużytą przez pompę ciepła.

Zarówno dla budynku A, jak i B warianty W3 i W5, czyli tylko z pompami ciepła, charakteryzują się najniższym wskaźnikiem EK, który decyduje o ilości zużytego nośnika energii. Warianty te spełniają wymagania programu „Moje Ciepło” tylko w zakresie EP obowiązującym w 2022 r. i brakuje im nieodzownego elementu budynków zeroemisyjnych, jakim jest korzystanie z energii elektrycznej pochodzącej z instalacji PV. Szczególną uwagę zwracają dane dotyczące energii końcowej, informacje o wydatkach na energię w poszczególnych wariantach i znaczne różnice w zależności od zastosowanego urządzenia grzewczego.

Tabela 6. Energia użytkowa, końcowa i pierwotna dla różnych wariantów ogrzewania w budynku A

kWh/(m^2·rok)	W1	W2	W3	W4	W5	W6
EU – ogrzewanie i wentylacja	33,3	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
EU – ciepła woda użytkowa	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1
EU	57,4	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7
EK	92,7	59,8	19,3	29,1	18,3	28,3
EP	23,1	47,7	**48,3**	**37,9**	**49,9**	**37,7**

Tabela 7. Energia użytkowa, końcowa i pierwotna dla różnych wariantów ogrzewania w budynku B

kWh/(m^2·rok)	W1	W2	W3	W4	W5	W6
EU – ogrzewanie i wentylacja	39,7	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
EU – ciepła woda użytkowa	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1
EU	63,8	46,1	46,1	46,1	46,1	46,1
EK	103,1	66,5	20,2	30,4	19,0	29,6
EP	26,5	54,9	**50,5**	**39,5**	**47,6**	**37,3**

7

Budynki jednorodzinne z pompą ciepła, fotowoltaiką i magazynami energii elektrycznej

W celu zilustrowania sytuacji dla typowego budynku jednorodzinnego o powierzchni ogrzewanej 150 m^2, wyposażonego w pompę ciepła typu powietrze/woda, magazyn energii elektrycznej oraz instalację fotowoltaiczną, przeprowadzono szczegółową symulację komputerową. Symulacja, oparta na analizie godzinowej obejmującej cały rok, została wykonana przy wykorzystaniu zaawansowanego oprogramowania do modelowania energetycznego, jakim jest Polysun, przez ICEB sp. z o.o./PORT PC.

W ramach przeprowadzonej symulacji przeanalizowano roczny poziom samowystarczalności (autarkii), budynku, uwzględniając następujące założenia:

- lokalizacja budynku – Warszawa, z typowym rozkładem danych meteorologicznych (temperatura, promieniowanie słoneczne itp.);
- zużycie energii elektrycznej pompy ciepła typu powietrze/woda o wynikowej wartości SCOP = 3,5 na potrzeby ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej;
- instalacja ogrzewania podłogowego o temperaturze projektowej na zasilaniu/powrocie: 30/25°C;
- projektowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania: EU 30 kWh/(m^2 · rok) (budynek o zbliżonym standardzie zużycia energii użytkowej EU – jak w rozdziale 6);
- dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej o temperaturze 55°C: 160 litrów (4 osoby);
- roczne zużycie energii elektrycznej: 4000 kWh (4 osoby);
- moduły fotowoltaiczne zamontowane na dachu o orientacji południowej i pochyleniu 40°, zastosowanie falownika o przeciętnej efektywności;
- do analizy przyjęto trzy wielkości magazynów energii elektrycznej: 5, 10 i 20 kWh; dodatkowo przeanalizowano wariant bez zastosowania magazynu energii elektrycznej.

Roczny poziom samowystarczalności (autarkii)

Roczny poziom samowystarczalności (autarkii) w instalacji z fotowoltaiką, pompą ciepła i magazynem energii elektrycznej to udział zużytej energii (w %), która może być wyprodukowana przez system fotowoltaiczny, a następnie wykorzystana przez pompę ciepła oraz inne urządzenia domowe, z uwzględnieniem magazynowania energii elektrycznej w ciągu całego roku. Pokazuje on, w jakim stopniu budynek jest niezależny od dostaw energii z sieci energetycznej. Przykładowo gdy roczny poziom samowystarczalności (autarkii) wynosi 60%, tylko 40% energii potrzebnej w ciągu roku na ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody (za pomocą pompy ciepła) i energię elektryczną trzeba pobrać z sieci elektroenergetycznej. Roczny poziom samowystarczalności zależy od wielu czynników, takich jak:

- wielkość i wydajność instalacji fotowoltaicznej;
- moc i efektywność pompy ciepła;
- zapotrzebowanie budynku na energię (zużycie energii elektrycznej przez urządzenia, izolacja budynku, nawyki użytkowników);
- zapotrzebowanie na ciepło i ciepłą wodę w budynku;
- pojemność i sprawność magazynu energii elektrycznej;
- warunki pogodowe (nasłonecznienie, temperatura).

Osiągnięcie 100% rocznej samowystarczalności energetycznej budynku może być niezwykle trudne, zwłaszcza w naszym klimacie, gdzie nasłonecznienie jest sezonowe i bywają mroźne zimy. Jednak wysoki poziom autarkii energetycznej może znacząco obniżyć rachunki za energię oraz zmniejszyć emisję CO_2. W praktyce poziom samowystarczalności w tego typu budynkach może się wahać od 40 do 80% (lub więcej), w zależności od indywidualnych uwarunkowań. Roczny poziom samowystarczalności energetycznej może zostać zwiększony dzięki zastosowaniu magazynów energii elektrycznej i ciepła (buforów wody grzewczej), które przechowują nadwyżki energii wyprodukowanej przez panele fotowoltaiczne. Możliwe jest dzięki temu korzystanie ze zmagazynowanej energii w okresach, kiedy system fotowoltaiczny nie jest w stanie wyprodukować jej wystarczającej ilości, np. podczas małego nasłonecznienia lub w nocy.

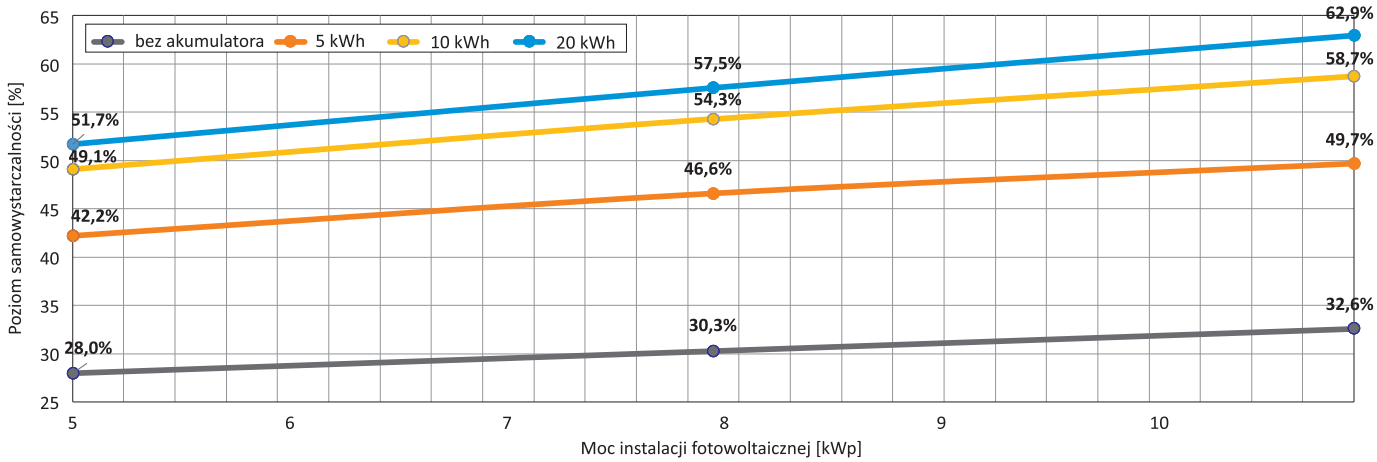
Wyniki symulacji komputerowej

Na **rys. 5** pokazano wyniki przeprowadzonej symulacji komputerowej. Zastosowanie magazynu energii elektrycznej pozwala niemal dwukrotnie zwiększyć poziom autarkii (w porównaniu do instalacji bez magazynu energii elektrycznej). Na przykład w budynku z instalacją PV o mocy 10 kWp poziom autarkii przy braku magazynu energii elektrycznej wynosi 32,6%, a przy korzystaniu z magazynu o pojemności 20 kWh wzrasta do 62,9%.

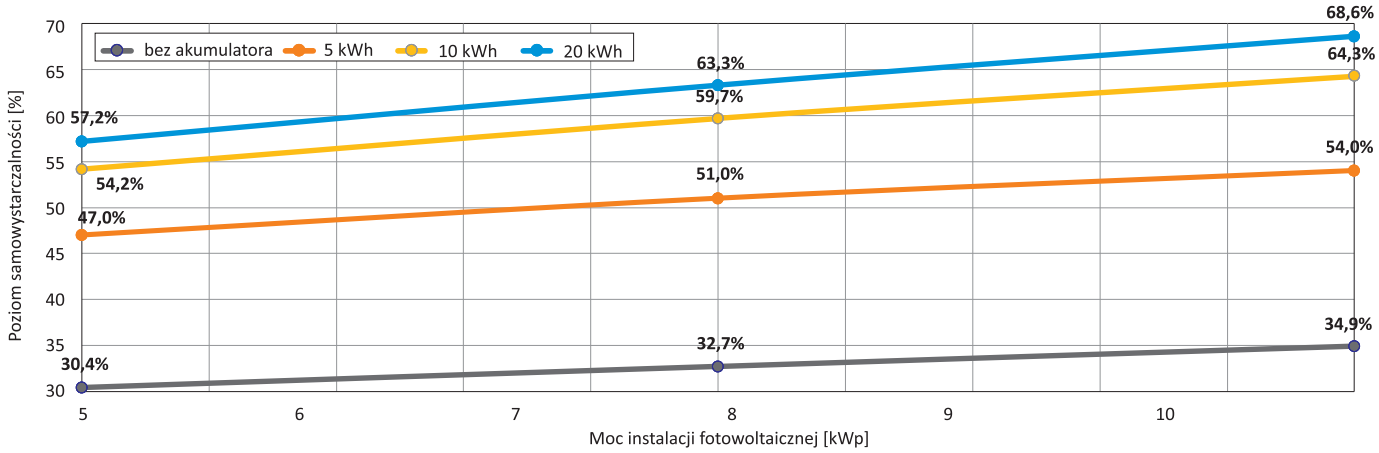
W przypadku symulacji przeprowadzonej dla budynku o najwyższym standardzie energetycznym, zbliżonym do budynku pasywnego (EU ≤ 15 kWh/(m^2 · rok)), poziom autarkii wzrasta o ok. 5 punktów procentowych (patrz **rys. 6**).

Dalsze zwiększanie rocznego poziomu samowystarczalności jest możliwe dzięki:

- poprawie izolacji termicznej budynku – lepsza izolacja ścian, podłóg i dachu oraz zastosowanie okien o wysokim współczynniku izolacyjności zmniejsza zapotrzebowanie na energię potrzebną do ogrzewania i chłodzenia;
- zastosowaniu bardziej efektywnej wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła;
- zastosowaniu pompy ciepła o wyższej efektywności, np. gruntowej pompy ciepła, której SCOP w przypadku ogrzewania podłogowego przekracza często wartość 5,0;
- dalszemu zwiększaniu mocy instalacji fotowoltaicznej;
- wykorzystaniu energii słonecznej – kolektory słoneczne zamontowane na dachu mogą zostać zastosowane do podgrzewania wody użytkowej, co daje kolejne źródło OZE;
- zastosowaniu większej mocy grzewczej pompy ciepła z dużym buforem wody grzewczej, np. o pojemności 1000 l;
- zastosowaniu odzysku ciepła z ciepłej wody użytkowej z pryszniców oraz unikaniu korzystania z wanien (brak możliwości odzysku ciepła z ciepłej wody);



Rys. 5. Roczny poziom autarkii (samowystarczalności) – ogrzewanie, c.w.u., energia elektryczna na potrzeby 4 osób w budynku pasywnym jednorodzinnym o powierzchni ogrzewanej 150 m^2 (EU = 30 kWh/(m^2 · rok))



Rys. 6. Roczny poziom autarkii (samowystarczalności) – ogrzewanie, c.w.u., energia elektryczna na potrzeby 4 osób w budynku pasywnym jednorodzinnym o powierzchni ogrzewanej 150 m^2 (EU = 15 kWh/(m^2 · rok))

- zmniejszeniu zużycia c.w.u. dzięki zastosowaniu specjalnych wylewek w natryskach;
- wykorzystaniu energooszczędnych urządzeń i oświetlenia;
- zastosowaniu inteligentnych systemów zarządzania instalacją z pompą ciepła, fotowoltaiką i magazynami energii;
- zwiększeniu pojemności magazynu energii elektrycznej, np. poprzez wykorzystanie samochodu w technologii V2G;
- systemom zarządzania energią – inteligentne systemy monitorowania i sterowania umożliwiają optymalne wykorzystanie energii w domu, zmniejszając jej zużycie;
- wprowadzeniu ekologicznego stylu życia wśród mieszkańców – zmianę nawyków i promowanie oszczędności energii w codziennym życiu, np. poprzez wyłączanie zbędnych urządzeń elektrycznych, korzystanie z programów oszczędzających energię w pralkach czy zmywarkach, a także świadome zużycie ciepłej wody użytkowej.

Priorytetem powinno być stosowanie wysokich standardów energetycznych w budynkach poprzez wykorzystanie odpowiedniej izolacji termicznej oraz efektywnej wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Kluczowe są również efektywne źródła ciepła, takie jak pompy ciepła i kolektory słoneczne. W dalszej kolejności warto się skupić na inwestycji w energooszczędne urządzenia i oświetlenie oraz na wdrożeniu inteligentnych systemów zarządzania energią i zastosowaniu większych magazynów energii i ciepła. Ważnym aspektem jest również wprowadzenie ekologicznego stylu życia i świadomego korzystania z energii. Przy zastosowaniu tych strategii możliwe jest znaczne obniżenie zużycia energii w budynku, co przekłada się na niższe rachunki oraz ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne. ■

8 Wytyczne PORT PC w zakresie podawania sprawności (efektywności) pomp ciepła w metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku

Przeliczanie współczynnika SCOP na podstawie współczynników η_s i η_{wh} z karty produktu pompy ciepła według wymagań ekoprojektu (ErP)

Na podstawie zadeklarowanych przez producenta pompy ciepła w karcie produktu (co wynika z wymogów ekoprojektu) wartości współczynników η_s (eta s) i η_{wh} (eta wh – tylko w przypadku pomp ciepła z wbudowanym zasobnikiem c.w.u.) można obliczyć wartości $SCOP_{c.o.}$ wiążące się z pracą urządzenia na potrzeby c.o. oraz wartości $SCOP_{c.w.u.}$ dotyczące pracy pompy ciepła na potrzeby c.w.u.

Obliczanie wartości $SCOP_{c.o.}$ dla pracy pompy ciepła na potrzeby c.o.

Wartości SCOP wg normy PN-EN 14825 dla klimatu umiarkowanego i chłodnego można odczytać bezpośrednio z danych technicznych pomp ciepła dostarczanych przez producentów urządzeń.
Inną metodą jest przeliczanie SCOP na podstawie wartości η_s zadeklarowanych w kartach produktu.
W karcie produktu pompy ciepła podane są deklarowane przez producentów wartości η_s dotyczące temperatury projektowej zasilania 55°C dla klimatu:

- umiarkowanego (Strasburg),
- chłodnego (Helsinki),
- ciepłego (Ateny).

Dodatkowo producenci deklarują wartość η_s w przypadku temperatury projektowej zasilania 35°C (ogrzewanie płaszczyznowe) dla klimatu umiarkowanego, chłodnego i ciepłego. Wartość średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczonej do źródła ciepła $\eta_{H,g}$ przyjmuje się w oparciu o dane udostępnione przez producenta urządzenia grzewczego, w tym przypadku pompy ciepła.
Dopiero w sytuacji braku takich danych przyjmuje się wartości $\eta_{H,g}$ określone w tabeli 2 rozporządzenia w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej.
SCOP jest odpowiednikiem wartości średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła $\eta_{H,g}$ dla każdego z podanych rodzajów klimatu i projektowej temperatury zasilania 35 lub 55°C zgodnie z następującymi wzorami:

- **pompy ciepła typu solanka/woda, bezpośrednie odparowanie w gruncie i woda/woda:**
  $SCOP_{PN\ 14825} = (\eta_s + 8\%) \times 2{,}5$
- **pompy ciepła typu powietrze/woda:**
  $SCOP_{PN\ 14825} = (\eta_s + 3\%) \times 2{,}5$

gdzie:
$SCOP_{PN\ 14825}$ – sezonowy współczynnik efektywności energetycznej uwzględniający pobór mocy (energii) przez napęd dolnego źródła ciepła i drugiego, szczytowego urządzenia grzewczego (grzałki elektrycznej).
Wartość SCOP wyliczana na podstawie normy PN-EN 14825 nie obejmuje zużycia energii elektrycznej związanej z pracą pompy obiegowej dolnego źródła, ale bierze pod uwagę zużycie energii elektrycznej przez grzałkę elektryczną, uwzględnia również proces odszraniania (w przypadku jednostki typu powietrze/woda).

Przykład obliczeniowy 1

Wyliczone wartości współczynnika SCOP podane zostały w **tabeli 8**.

Tabela 8. Wartości SCOP wyliczone na podstawie tabeli 2 rozporządzenia i wzoru na $SCOP_{PN\ 14825}$

Typ klimatu wg ekoprojektu	SCOP [–] (35°C)	SCOP [–] (55°C)
klimat umiarkowany	4,70	3,33
klimat chłodny	4,33	3,03

W **tabeli 9** podano przykładowe dane z karty produktu pompy ciepła typu powietrze/woda.

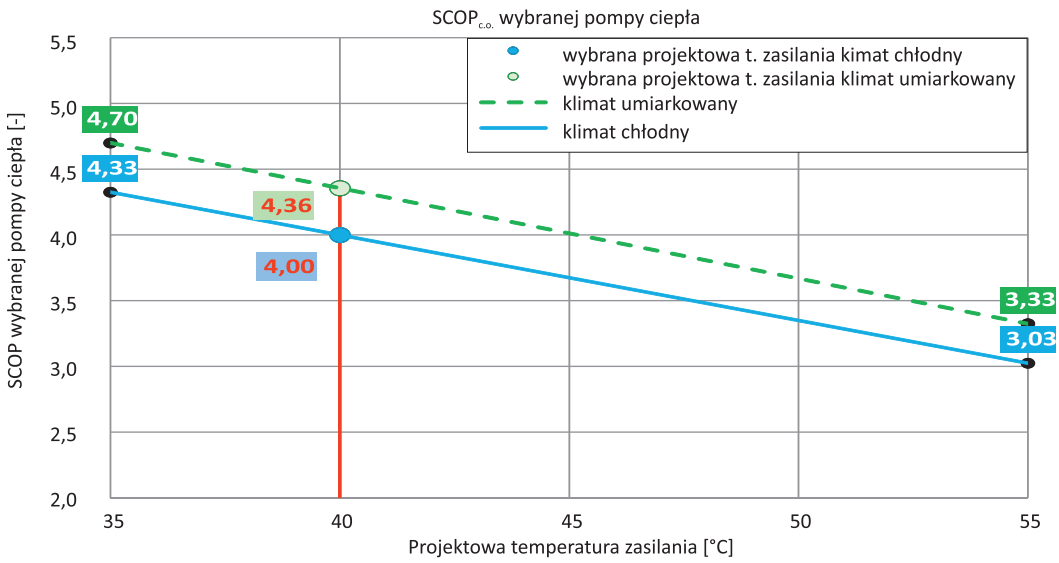
Tabela 9. Przykładowe dane z karty produktu ErP (ekoprojektu) pompy ciepła typu powietrze/woda

Typ klimatu wg ekoprojektu	η_s [%] (35°C)	η_s [%] (55°C)
klimat umiarkowany	185	130
klimat chłodny	170	118

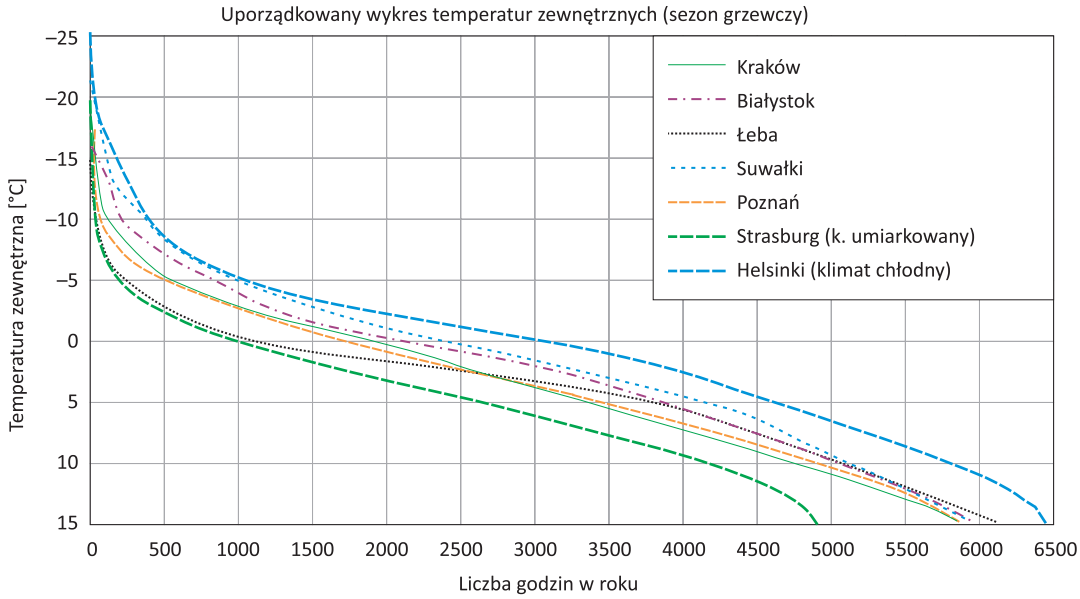
W przypadku założenia temperatury projektowej zasilania 40°C (patrz **rys. 7**) wartość $SCOP_{c.o.}$ będzie wynosić odpowiednio:
- dla klimatu umiarkowanego: $SCOP_{c.o.} = 4{,}36$,
- dla klimatu chłodnego: $SCOP_{c.o.} = 4{,}00$.

Zgodnie ze standardami przyjętymi w ekoprojekcie (ErP) obszar Polski znajduje się w klimacie chłodnym, mimo że od ok. 8 lat rozkład temperatur uporządkowanych sytuuje nasz kraj w klimacie umiarkowanym. Należy założyć, że ze względu na coroczną zmienność klimatu $SCOP_{c.o.}$ będzie się wahać między wartością typową dla klimatu chłodnego a wartością typową dla klimatu umiarkowanego (w tym wypadku między 4,00 a 4,36).
Wykres na **rys. 7** pokazuje, że dla lokalizacji w Polsce w strefie klimatycznej I, II, III wartość SCOP będzie bliższa $SCOP_{c.o.}$ strefy umiarkowanej ($SCOP_{c.o.} = 4{,}36$). W przypadku strefy klimatycznej IV i V, bliższej strefie klimatycznej chłodnej, wartość $SCOP_{c.o.}$ będzie bliższa wartości typowej dla strefy chłodnej (w tym wypadku $SCOP_{c.o.} = 4{,}00$). Należy podkreślić, że podane uporządkowane wykresy temperatur zewnętrznych dla pięciu lokalizacji ze stref od I do V dotyczą lat meteorologicznych w okresie 1971–2000.
Uporządkowane rozkłady temperatur zewnętrznych w ostatnich 10 latach (2011–2020) pokazano na **rys. 8**.

Skanuj lub kliknij:
Narzędzie do przeliczania współczynnika SCOP na podstawie η_s dla pomp ciepła typu powietrze/woda oraz solanka/woda



Rys. 7. Obliczanie $SCOP_{c.o.}$ w temperaturze projektowej zasilania 40°C (dla klimatu umiarkowanego i chłodnego)



Rys. 8. Porównanie uporządkowanych rozkładów temperatury zewnętrznej w klimacie umiarkowanym i chłodnym oraz w pięciu typowych lokalizacjach klimatycznych w Polsce, od strefy I do strefy V – wg normy PN-EN 12831

Przeliczanie $SCOP_{c.o.}$ dla różnych stref klimatycznych w Polsce

Tabela 10. Przeliczanie SCOP w zależności od strefy klimatycznej w Polsce

Strefa klimatyczna w Polsce	Temperatura projektowa zewnętrzna	$SCOP_{c.o.}$
I	–16°C	$= SCOP_{klim.\ umiark.}$
II	–18°C	$= 0{,}25 \times SCOP_{klim.\ chł.} + 0{,}75 \times SCOP_{klim.\ umiark.}$
III	–20°C	$= 0{,}5 \times SCOP_{klim.\ chł.} + 0{,}5 \times SCOP_{klim.\ umiark.}$
IV	–22°C	$= 0{,}75 \times SCOP_{klim.\ chł.} + 0{,}25 \times SCOP_{klim.\ umiark.}$
V	–24°C	$= SCOP_{klim.\ chł.}$

Przykład obliczeniowy 2

W przypadku przyjęcia projektowej temperatury zasilania 40°C wartości SCOP wynoszą odpowiednio (p. dane z przykładu obliczeniowego 1): $SCOP_{klimat\ chłodny} = 4{,}00$; $SCOP_{klimat\ umiark.} = 4{,}33$.

Tabela 11. Przykład przeliczania SCOP dla różnych stref klimatycznych w Polsce

Strefa klimatyczna w Polsce	Temperatura projektowa zewnętrzna	SCOP
I	–16°C	= 4,33
II	–18°C	$= 0{,}25 \times 4{,}00 + 0{,}75 \times 4{,}33 = 4{,}24$
III	–20°C	$= 0{,}5 \times 4{,}00 + 0{,}5 \times 4{,}33 = 4{,}16$
IV	–22°C	$= 0{,}75 \times 4{,}00 + 0{,}25 \times 4{,}33 = 4{,}08$
V	–24°C	= 4,00

Obliczanie wartości $SCOP_{c.w.u.}$ dla pracy w funkcji ładowania zasobnika c.w.u. pompą ciepła

W karcie produktu pomp ciepła z wbudowanym zasobnikiem podawane są deklarowane przez producentów wartości η_{wh} (eta wh) w wybranym profilu poboru c.w.u. (najczęściej L lub XL z temperaturą c.w.u. 55°C):

- dla klimatu umiarkowanego,
- dla klimatu chłodnego,
- dla klimatu ciepłego (nie ma zastosowania na terenie Polski).

Na podstawie wartości η_{wh} można wyliczyć wartość SCOP w każdym z podanych klimatów:

$$\mathbf{SCOP_{c.w.u.} = \eta_{wh} \cdot 2{,}5}$$

gdzie:

$SCOP_{c.w.u.}$ – sezonowy współczynnik efektywności energetycznej obliczany w granicach bilansowania instalacji pompy ciepła, uwzględniający pobór mocy (energii) przez napęd dolnego źródła ciepła i moc (energię) drugiego urządzenia grzewczego oraz dodatkowo pracę pompy ładującej i straty zasobnika c.w.u.; **2,5** – średnia europejska wartość współczynnika nakładu energii pierwotnej w przypadku energii elektrycznej, stosowana w obliczeniach ekoprojektu.

Przykład obliczeniowy 3

Obliczenia **$SCOP_{c.w.u.}$** na podstawie przykładowych danych z karty produktu pompy ciepła typu solanka/woda zawiera **tabela 12**.

Tabela 12. Przykładowe dane nt. η_{wh} z karty produktu

Typ klimatu wg ekoprojektu	η_{wh} [%] w profilu poboru c.w.u. oznaczonym L
klimat umiarkowany	108%
klimat chłodny	102%

Wyliczone wartości $SCOP_{c.w.u.}$ w przypadku pracy pompy ciepła na potrzeby ciepłej wody w zasobniku podano w **tabeli 13**.

Tabela 13. Wyliczone wartości $SCOP_{c.w.u.}$ na podstawie danych z tabeli 9

Typ klimatu wg ekoprojektu	$SCOP_{c.w.u.}$ [–] w profilu poboru oznaczonym L
klimat umiarkowany	2,72
klimat chłodny	2,55

W przypadku obniżenia temperatury ciepłej wody o ok. 10°C, z 55 do 45°C, współczynnik SCOP rośnie o ok. 10%.

Przeliczanie SCOP związanego z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w przypadku różnych stref klimatycznych w Polsce

Tabela 14. Przeliczanie SCOP dla różnych stref klimatycznych w Polsce

Strefa klimatyczna w Polsce	Temperatura projektowa zewnętrzna	SCOP
I	–16°C	$= SCOP_{klim.\ umiark.}$
II	–18°C	$= 0{,}25 \times SCOP_{klim.\ chł.} + 0{,}75 \times SCOP_{klim.\ umiark.}$
III	–20°C	$= 0{,}5 \times SCOP_{klim.\ chł.} + 0{,}5 \times SCOP_{klim.\ umiark.}$
IV	–22°C	$= 0{,}75 \times SCOP_{klim.\ chł.} + 0{,}25 \times SCOP_{klim.\ umiark.}$
V	–24°C	$= S\ COP_{klim.\ chł.}$

Przykład obliczeniowy 4

W przypadku przyjęcia temperatury projektowej zasilania 40°C wartości SCOP wynoszą odpowiednio (patrz przykład obliczeniowy 3): $SCOP_{klimat\ chłodny} = 2{,}55$; $SCOP_{klimat\ umiark.} = 2{,}72$.

Tabela 15. Przykład przeliczania SCOP dla różnych stref klimatycznych w Polsce

Strefa klimatyczna w Polsce	Temperatura projektowa zewnętrzna	SCOP
I	–16°C	= 2,72
II	–18°C	$= 0{,}25 \times 2{,}72 + 0{,}75 \times 2{,}55 = 2{,}68$
III	–20°C	$= 0{,}5 \times 2{,}72 + 0{,}5 \times 2{,}55 = 2{,}63$
IV	–22°C	$= 0{,}75 \times 2{,}72 + 0{,}25 \times 2{,}55 = 2{,}59$
V	–24°C	= 2,55

9 Analiza ekonomiczna stosowania pomp ciepła wg wytycznych PORT PC cz. 6 (w oparciu o wytyczne VDI 2067)

Porównanie całkowitych (równoważnych) rocznych kosztów inwestycji

Do obliczania poziomów finansowania i porównywania alternatywnych rozwiązań o różnych okresach amortyzacji, użytkowania, kosztach kredytu i eksploatacji oraz innych powiązanych zazwyczaj używa się metody całkowitych równoważnych kosztów rocznych. W Niemczech powszechnie uznanym i stosowanym od blisko 50 lat narzędziem służącym do analizy ekonomicznej całkowitych równoważnych kosztów rocznych różnych technologii budynkowych są wytyczne Związku Inżynierów Niemieckich **VDI 2067** – w Polsce wydane na podstawie licencji VDI jako **wytyczne PORT PC cz. 6.**

Na całkowite koszty roczne składają się **koszty zużycia energii, koszty kapitałowe** (zakłada się, że inwestycja opiera się na typowo oprocentowanym kredycie) oraz zryczałtowane **koszty konserwacji** (napraw i przeglądów).

W kosztach kapitałowych ujęte są różne okresy użytkowania poszczególnych elementów instalacji, np. pompa ciepła: 20 lat, dolne źródło: 50 lat, pomieszczenie kotłowni: 40 lat itd. W tym celu nakłady inwestycyjne są przedstawiane w postaci stałych rocznych kosztów kapitałowych.

Koszty inwestycyjne mnoży się przez współczynnik równoważnych kosztów rocznych lub współczynnik opłaty rocznej, którego wartość zależy od okresu użytkowania określonego elementu inwestycji oraz od stopy procentowej kredytu:

$$a = \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

gdzie:
a – współczynnik kosztów (opłat) rocznych,
i – stopa procentowa kredytu,
n – okres użytkowania danego elementu systemu.

Tabela 16. Obliczanie współczynnika kapitałowej opłaty rocznej

Okres użytkowania	Stopa procentowa							
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
1	101,00%	102,00%	103,00%	104,00%	105,00%	106,00%	107,00%	108,00%
2	50,75%	51,50%	52,26%	53,02%	53,78%	54,54%	55,31%	56,08%
3	34,00%	34,68%	35,35%	36,03%	36,72%	37,41%	38,11%	38,80%
4	25,63%	26,26%	26,90%	27,55%	28,20%	28,86%	29,52%	30,19%
5	20,60%	21,22%	21,84%	22,46%	23,10%	23,74%	24,39%	25,05%
6	17,25%	17,85%	18,46%	19,08%	19,70%	20,34%	20,98%	21,63%
7	14,86%	15,45%	16,05%	16,66%	17,28%	17,91%	18,56%	19,21%
8	13,07%	13,65%	14,25%	14,85%	15,47%	16,10%	16,75%	17,40%
9	11,67%	12,25%	12,84%	13,45%	14,07%	14,70%	15,35%	16,01%
10	10,56%	11,13%	11,72%	12,33%	12,95%	13,59%	14,24%	14,90%
11	9,65%	10,22%	10,81%	11,41%	12,04%	12,68%	13,34%	14,01%
12	8,88%	9,46%	10,05%	10,66%	11,28%	11,93%	12,59%	13,27%

Okres użytkowania	Stopa procentowa							
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
13	8,24%	8,81%	9,40%	10,01%	10,65%	11,30%	11,97%	12,65%
14	7,69%	8,26%	8,85%	9,47%	10,10%	10,76%	11,43%	12,13%
15	7,21%	7,78%	8,38%	8,99%	9,63%	10,30%	10,98%	11,68%
16	6,79%	7,37%	7,96%	8,58%	9,23%	9,90%	10,59%	11,30%
17	6,43%	7,00%	7,60%	8,22%	8,87%	9,54%	10,24%	10,96%
18	6,10%	6,67%	7,27%	7,90%	8,55%	9,24%	9,94%	10,67%
19	5,81%	6,38%	6,98%	7,61%	8,27%	8,96%	9,68%	10,41%
20	5,54%	6,12%	6,72%	7,36%	8,02%	8,72%	9,44%	10,19%
21	5,30%	5,88%	6,49%	7,13%	7,80%	8,50%	9,23%	9,98%
22	5,09%	5,66%	6,27%	6,92%	7,60%	8,30%	9,04%	9,80%
23	4,89%	5,47%	6,08%	6,73%	7,41%	8,13%	8,87%	9,64%
24	4,71%	5,29%	5,90%	6,56%	7,25%	7,97%	8,72%	9,50%
25	4,54%	5,12%	5,74%	6,40%	7,10%	7,82%	8,58%	9,37%
26	4,39%	4,97%	5,59%	6,26%	6,96%	7,69%	8,46%	9,25%
27	4,24%	4,83%	5,46%	6,12%	6,83%	7,57%	8,34%	9,14%
28	4,11%	4,70%	5,33%	6,00%	6,71%	7,46%	8,24%	9,05%
29	3,99%	4,58%	5,21%	5,89%	6,60%	7,36%	8,14%	8,96%
30	3,87%	4,46%	5,10%	5,78%	6,51%	7,26%	8,06%	8,88%
31	3,77%	4,36%	5,00%	5,69%	6,41%	7,18%	7,98%	8,81%
32	3,67%	4,26%	4,90%	5,59%	6,33%	7,10%	7,91%	8,75%
33	3,57%	4,17%	4,82%	5,51%	6,25%	7,03%	7,84%	8,69%
34	3,48%	4,08%	4,73%	5,43%	6,18%	6,96%	7,78%	8,63%
35	3,40%	4,00%	4,65%	5,36%	6,11%	6,90%	7,72%	8,58%
36	3,32%	3,92%	4,58%	5,29%	6,04%	6,84%	7,67%	8,53%
37	3,25%	3,85%	4,51%	5,22%	5,98%	6,79%	7,62%	8,49%
38	3,18%	3,78%	4,45%	5,16%	5,93%	6,74%	7,58%	8,45%
39	3,11%	3,72%	4,38%	5,11%	5,88%	6,69%	7,54%	8,42%
40	3,05%	3,66%	4,33%	5,05%	5,83%	6,65%	7,50%	8,39%

Tabela 17. Obliczanie współczynnika kapitałowej opłaty rocznej pompy ciepła

Stopa procentowa	6%
Okres użytkowania pompy ciepła	20 lat
Współczynnik kapitałowej opłaty rocznej	8,72%
Okres użytkowania pionowego GWC	50 lat
Współczynnik kapitałowej opłaty rocznej	6,34%

W podanym przykładzie koszty roczne technologii pomp ciepła z instalacjami fotowoltaicznymi są istotnie niższe niż kotła gazowego (na gaz ziemny). Przy czym koszty inwestycyjne pompy ciepła (na początku inwestycji) są znacząco wyższe, ale już koszty eksploatacji wyraźnie niższe (nawet o 45–50%). Przy inwestycji w gazowy kocioł kondensacyjny z instalacją z kolektorami słonecznymi koszty roczne znacznie przewyższają koszty w przypadku stosowania pomp ciepła.

Udział kosztów serwisu (przeglądów, napraw i części zamiennych) pomp ciepła pokazany na **rys. 9** pochodzi z przyjętej metodologii wytycznych VDI 2067, która zakłada, że roczne koszty napraw (konserwacji) wynoszą ok. 1,0–2,0% kosztów inwestycyjnych. Wyniki szwajcarskich badań FAWA dotyczących pomp ciepła pracujących w budynkach jednorodzinnych pokazują, że koszty roczne napraw i przeglądów pomp ciepła są znacząco niższe i nie przekraczają 1,0% kosztów inwestycyjnych (ok. 100 franków szwajcarskich rocznie). Analizę całkowitych kosztów rocznych przeprowadza się dla każdego przypadku, opierając się na aktualnych danych dotyczących zastosowania konkretnych rozwiązań w budynku.

Tabela 18. Przykładowe wybrane okresy użytkowania elementów instalacji wg wytycznych VDI 2067 (PORT PC cz. 6)

kotłownia	50 lat
magazyn oleju	50 lat
instalacja solarna	20 lat
komin lub instalacja powietrzno-spalinowa kotła	20 lat
kocioł	15 lat
palnik olejowy	12 lat
przyłącze gazowe	50 lat
pompa ciepła	20 lat
dolne źródło ciepła (pionowy lub poziomy GWC)	50 lat
instalacja elektryczna ze sterowaniem	20 lat
instalacja c.o.	40 lat

Przykład obliczeń w oparciu o arkusz kalkulacyjny (dostępny poprzez kod QR)

Poniżej podano przykład obliczeń dotyczących nowego budynku o powierzchni 130 m^2, wykonanego w standardzie WT 2021, z EP poniżej 55 kWh/(m^2·rok) – wymóg programu „Moje Ciepło”. Założono wartość EU (energii użytkowej budynku) na poziomie < 40 kWh/(m^2·rok). W obliczeniach uwzględniono wszystkie koszty związane z ogrzewaniem, ciepłą wodą i wymaganym chłodzeniem.

Arkusz kalkulacyjny przygotowany w oparciu o VDI 2067 (dla nowych budynków) dostępny jest pod adresem: https://app.box.com/s/9it4gylr92fss81fx58uaug9uy5mjbrd oraz poprzez zamieszczony obok **kod QR**. Aby uzyskać możliwość przeprowadzania obliczeń, w arkuszu należy włączyć makra.

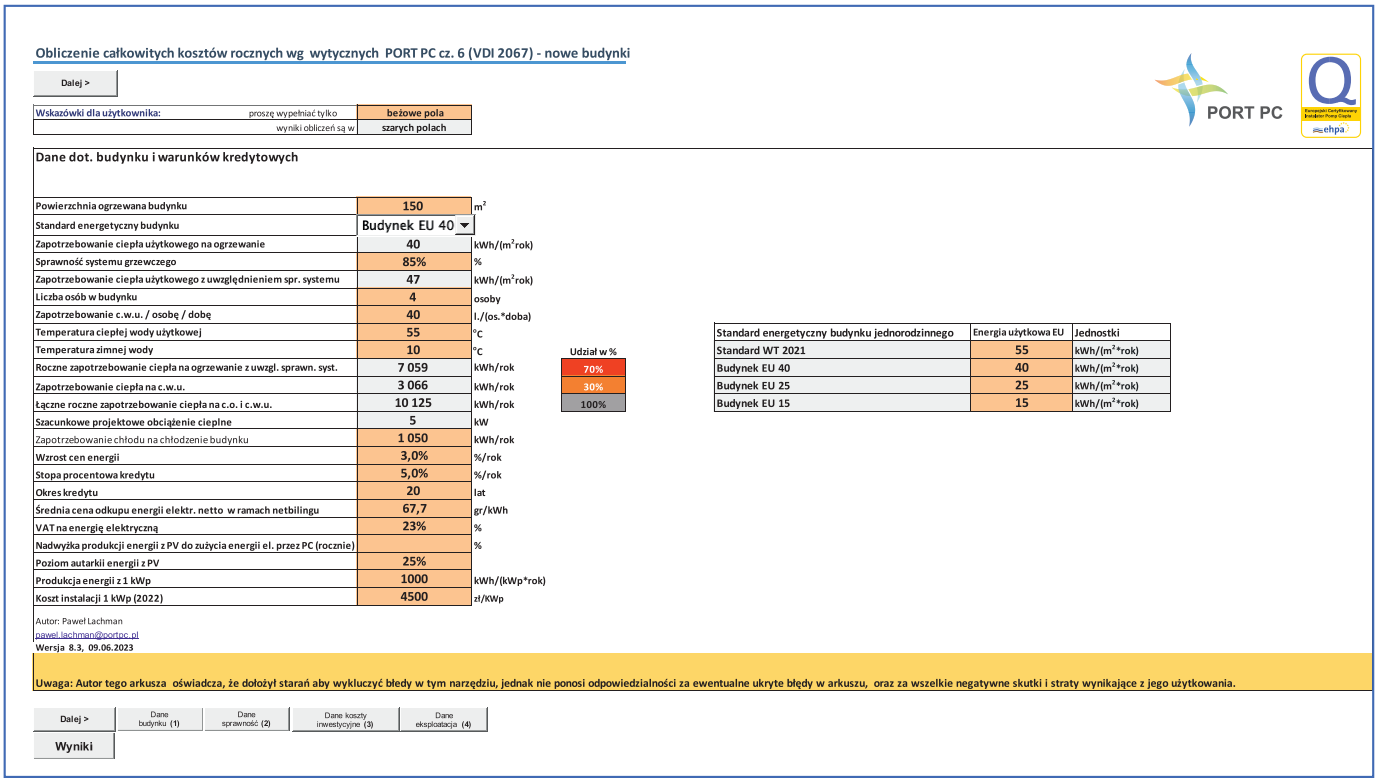
Dane do obliczeń wprowadzane są w czterech następujących po sobie oknach: dane dotyczące budynku, kosztów kredytu, okresu kredytowania i kosztów eksploatacji.

W obliczeniach założono dofinasowanie wynikające z programu „Moje Ciepło”, a w przypadku wariantów z pompami ciepła i fotowoltaiką dofinasowanie do tej ostatniej z programu „Mój Prąd”.

W kokpicie wyników obliczeń (**rys. 10**) znajdują się wykresy z zestawieniami:

- kosztów inwestycyjnych,
- kosztów rocznych w rozbiciu na składniki,
- proporcji całkowitych kosztów rocznych,
- łącznych całkowitych kosztów rocznych,
- kosztów eksploatacji i serwisu (napraw, przeglądów),
- zakumulowanych kosztów z uwzględnieniem NPV.

Skanuj lub kliknij:
Arkusz kalkulacyjny w oparciu o VDI 2067 (nowy budynek)



Obliczenie całkowitych kosztów rocznych wg wytycznych PORT PC cz. 6 (VDI 2067) - nowe budynki

Dalej >

Wskazówki dla użytkownika:	proszę wypełniać tylko	bežowe pola
	wyniki obliczeń są w	szarych polach

Dane dot. budynku i warunków kredytowych

Powierzchnia ogrzewana budynku	150	m^2
Standard energetyczny budynku	Budynek EU 40	
Zapotrzebowanie ciepła użytkowego na ogrzewanie	40	kWh/(m^{2}rok)
Sprawność systemu grzewczego	85%	%
Zapotrzebowanie ciepła użytkowego z uwzględnieniem spr. systemu	47	kWh/(m^{2}rok)
Liczba osób w budynku	4	osoby
Zapotrzebowanie c.w.u. / osobę / dobę	40	l./(os.*doba)
Temperatura ciepłej wody użytkowej	55	°C
Temperatura zimnej wody	10	°C
Roczne zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie z uwzgl. sprawn. syst.	7 059	kWh/rok
Zapotrzebowanie ciepła na c.w.u.	3 066	kWh/rok
Łączne roczne zapotrzebowanie ciepła na c.o. i c.w.u.	10 125	kWh/rok
Szacunkowe projektowe obciążenie cieplne	5	kW
Zapotrzebowanie chłodu na chłodzenie budynku	1 050	kWh/rok
Wzrost cen energii	3,0%	%/rok
Stopa procentowa kredytu	5,0%	%/rok
Okres kredytu	20	lat
Średnia cena odkupu energii elektr. netto w ramach netbilingu	67,7	gr/kWh
VAT na energię elektryczną	23%	%
Nadwyżka produkcji energii z PV do zużycia energii el. przez PC (rocznie)		%
Poziom autarkii energii z PV	25%	
Produkcja energii z 1 kWp	1000	kWh/(kWp*rok)
Koszt instalacji 1 kWp (2022)	4500	zł/KWp

	Udział w %
	70%
	30%
	100%

Standard energetyczny budynku jednorodzinnego	Energia użytkowa EU	Jednostki
Standard WT 2021	55	kWh/(m^2*rok)
Budynek EU 40	40	kWh/(m^2*rok)
Budynek EU 25	25	kWh/(m^2*rok)
Budynek EU 15	15	kWh/(m^2*rok)

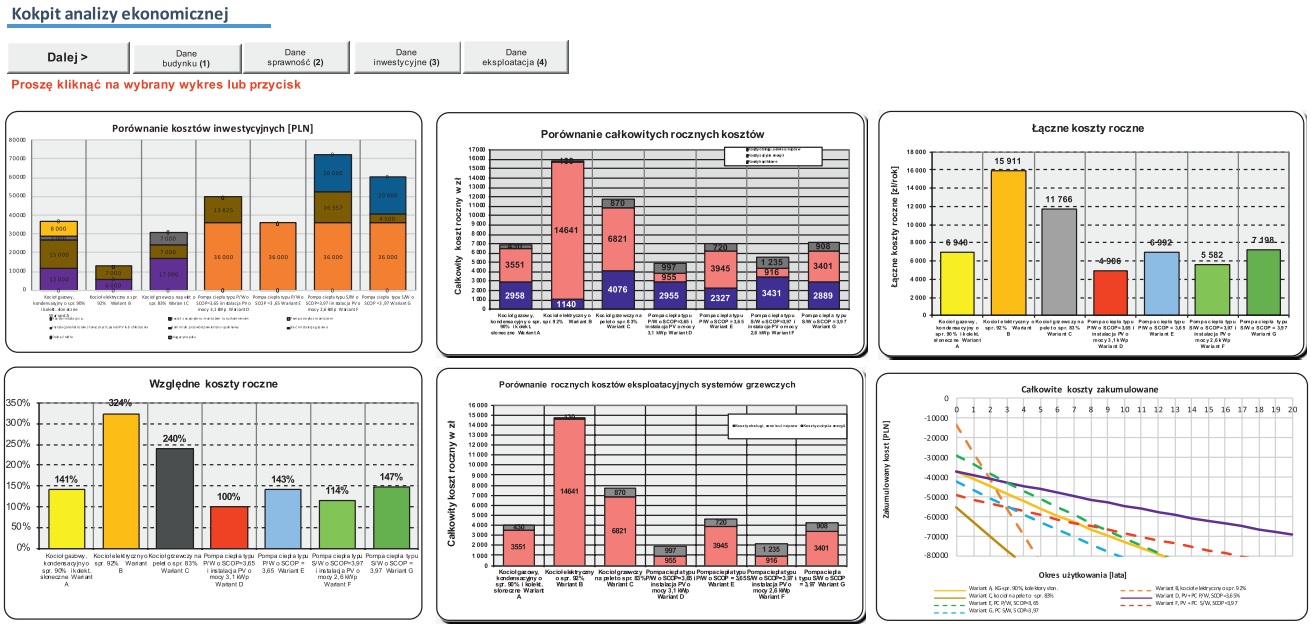
Autor: Paweł Lachman
pawel.lachman@portpc.pl
Wersja 8.3, 09.06.2023

Uwaga: Autor tego arkusza oświadcza, że dołożył starań aby wykluczyć błędy w tym narzędziu, jednak nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne ukryte błędy w arkuszu, oraz za wszelkie negatywne skutki i straty wynikające z jego użytkowania.

Dalej > | Dane budynku (1) | Dane sprawność (2) | Dane koszty inwestycyjne (3) | Dane eksploatacja (4)

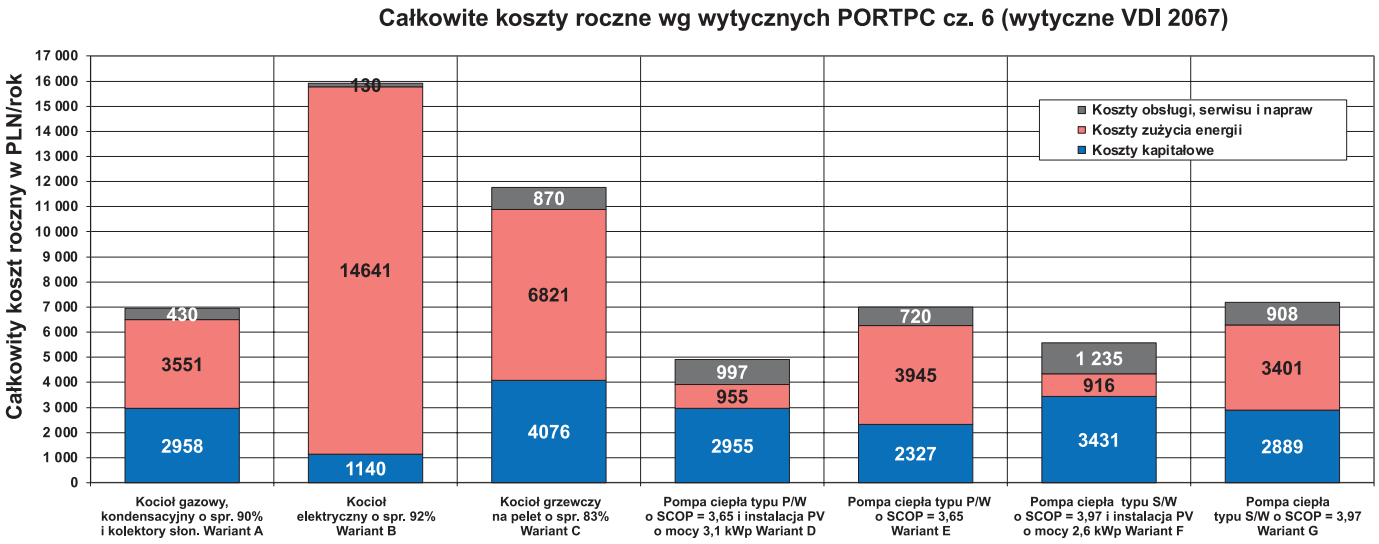
Wyniki

Rys. 9. Przykładowe pole wprowadzania danych w arkuszu kalkulacyjnym dotyczącym budynków Źródło: PORT PC



Rys. 10. Kokpit wyników obliczeń analizy ekonomicznej

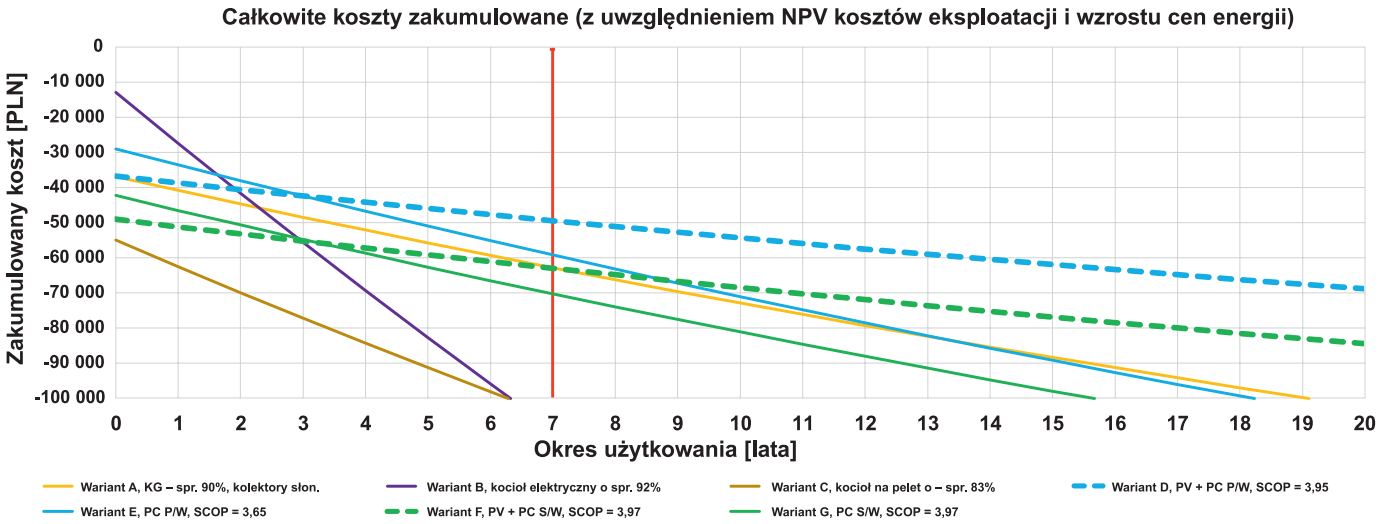
Najważniejsze dane obrazuje wykres całkowitych kosztów rocznych – **rys. 11**.



Rys. 11. Wykres całkowitych kosztów rocznych: wariant A – kocioł gazowy kondensacyjny i kolektory słoneczne; wariant B – kocioł elektryczny; wariant C – kocioł na pelet; wariant D – pompa ciepła powietrze/woda i instalacja PV 3,8 kWp; wariant E – pompa ciepła powietrze/woda; wariant F – pompa ciepła gruntowa solanka/woda i instalacja PV 3,3 kWp; wariant G – pompa ciepła gruntowa solanka/woda

Najniższe całkowite koszty roczne uzyskano dla wariantu D, czyli pompy ciepła powietrze/woda z instalacją PV o mocy 3,8 kWp. Roczne koszty kapitałowe tego wariantu są porównywalne z rocznymi kosztami często dotychczas wybieranego wariantu A, czyli kondensacyjnego kotła gazowego z kolektorami słonecznymi. Niewiele wyższe całkowite koszty roczne niż wariant D ma wariant F, czyli gruntowa pompa ciepła z instalacją PV o mocy 3,3 kWp.

Różnice dotyczące udziału kosztów kapitałowych w całkowitych kosztach rocznych dla wariantów z kotłem gazowym i pompą ciepła powietrzną lub gruntową nie są znaczne. Co więcej, powszechnie uważane za niskie koszty kapitałowe w wariancie C, z kotłem na pelet, są najwyższe wśród rozpatrywanych wariantów – jest to związane z koniecznością poniesienia znacznych nakładów inwestycyjnych na budowę kotłowni i komina.



Rys. 12. Zestawienie zakumulowanych kosztów z uwzględnieniem NPV

Wnioski i wskazówki przydatne na etapie sporządzania projektu budynku i projektowanej charakterystyki energetycznej

1. Przegląd aktualnej oferty pracowni projektowych pokazuje, że coraz więcej gotowych projektów domów jednorodzinnych to budynki o niskim zużyciu energii użytkowej i wysokiej efektywności energetycznej. Świadczy to m.in. o efektywnym wykorzystaniu energii do ogrzewania i wentylacji pomieszczeń oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, a to z kolei wskazuje, że projektowane budynki mają dobrze zaizolowane przegrody i wysoką szczelność oraz efektywną wentylację – wymaga to zastosowania dobrych jakościowo materiałów i technologii, w tym wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Wskaźniki energii końcowej mają szczególne znaczenie dla użytkowników, bo to one przesądzają o późniejszych kosztach eksploatacji budynku. Ważna jest nie tylko cena samego nośnika energii, ale także sprawność źródeł ciepła oraz instalacji. To zdecydowanie najskuteczniejszy sposób ochrony użytkowników przed przyszłymi podwyżkami cen i nośników energii.

2. Wśród projektów gotowych zgodnych z WT 2021 znaczną grupę stanowią budynki o lepszych niż obecnie wymagane standardach energetycznych (określane często jako „domy energooszczędne”). Nie wymagają one wprowadzenia istotnych zmian w zakresie izolacyjności termicznej przegród oraz stolarki, żeby osiągnąć parametry EP wymagane dla standardu budynków zeroemisyjnych (ZEB) promowanych w programie „Moje Ciepło”. Jednak w kontekście spełnienia wymagań tego programu ważne jest również, by zastosowane w budynku źródło ciepła korzystało z energii odnawialnej niepowodującej emisji w miejscu jego pracy.

3. Dyrekcja Generalna ds. Energii Komisji Europejskiej (DG Energy – ENER) w odpowiedzi na pytania Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (EHPA) dotyczące kryteriów dla budynków zeroemisyjnych (ZEB), których standard ma zostać szczegółowo określony w przygotowywanej rewizji dyrektywy EPBD, potwierdziła, że **energia przekazywana przez pompy ciepła jest uznawana za energię wytwarzaną na miejscu. Jednak budynek, w którym zastosowano pompy ciepła, nie jest automatycznie uznawany za zeroemisyjny. Również energia elektryczna zużywana przez pompę ciepła musi być wytwarzana na miejscu, w lokalnej instalacji fotowoltaicznej** (zlokalizowanej na dachu czy działce budynku lub w ramach spółdzielni energetycznej). Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną należy rozpatrywać w perspektywie rocznej, a nie bieżącego zużycia. Instalacja fotowoltaiczna może zrekompensować to zapotrzebowanie, produkując energię głównie w okresie letnim, natomiast energia z sieci może być wykorzystywana do pokrycia chwilowych potrzeb.

4. Spełnienie aktualnych wymagań programu „Moje Ciepło” oraz przyszłych wymogów, czyli standardu ZEB, sprawia, że konieczna jest zmiana przyzwyczajeń w procesie projektowania i budowy domów jednorodzinnych. Na etapie projektu i sporządzania projektowanej charakterystyki energetycznej budynku nie można ograniczać się jedynie do spełnienia wymagań formalnych – procesy te powinny obejmować analizę wielu wariantów i warunków lokalnych, z uwzględnieniem danych dotyczących wysokosprawnych urządzeń i technologii grzewczych oraz wentylacyjnych oferowanych obecnie na rynku.

5. Zgodnie z zaleceniami zawartymi w rozporządzeniu w sprawie metodologii świadectw charakterystyki energetycznej budynków, przyjmowane do obliczeń dane dotyczące sprawności urządzeń powinny się opierać na charakterystykach efektywności dostarczanych przez producentów (np. SCOP wg normy 14825 – patrz rozdział 8), a nie na wartościach domyślnych pochodzących z metodologii, które nie uwzględniają znaczącego postępu technicznego w tym czasie. Technologie o wysokiej sprawności zmniejszają koszty energii zużywanej na ogrzewanie, c.w.u. i chłodzenie, a zwiększają komfort i niezawodność pracy, a także niezależność energetyczną użytkowników w skali gminy, regionu i kraju.

6. Gotowe projekty budynków zeroemisyjnych muszą być każdorazowo dostosowane do warunków lokalnych – m.in. strefy klimatycznej, lokalizacji działki, orientacji budynku względem słońca czy nasłonecznienia nieograniczonego innymi budynkami, obiektami lub drzewami.

7. Można przypuszczać, że w zamierzeniach wymagania energetyczne WT 2021 dla nowych budynków zostały skonstruowane tak, by ograniczyć stosowanie wentylacji grawitacyjnej. Nowe, energooszczędne budynki wymagają więc zastosowania kontrolowanej wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, a ta daje dobre efekty przy wysokiej szczelności powietrznej budynków (powiązanej z testem szczelności n_{50}). Sterowanie wydajnością wentylacji powinno być kontrolowane z wykorzystaniem czujników komfortu – realizują to zadanie centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła (rekuperatory). Optymalnym rozwiązaniem jest kontrolowanie obecności osób w pomieszczeniach oraz poziomu zawartości dwutlenku węgla w powietrzu wewnętrznym (to ostatnie ma być standardem dla nowych budynków od 2028 roku). Natomiast niewystarczająco wysoka szczelność może powodować istotne problemy z utrzymaniem temperatury w pomieszczeniach.

8. Postępujące zmiany klimatu powodują konieczność chłodzenia budynków. Może być ono częściowo realizowane za pomocą central wentylacyjnych lub klimatyzatorów. Pomocne jest także stosowanie zewnętrznych osłon przeciwsłonecznych (ograniczanie zysków słonecznych).

9. Izolacyjność termiczna domów budowanych wg WT 2021 jest tak wysoka, że na projektowaną charakterystykę energetyczną budynków i wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (EP) duży wpływ (nawet do 50%) ma sposób przygotowania c.w.u. oraz projektowane zapotrzebowanie na nią. Do realizacji tego celu wskazane jest korzystanie z instalacji pozyskiwania energii odnawialnej. W przypadku budynków zeroemisyjnych z pompami ciepła optymalnym rozwiązaniem jest wykorzystanie energii z instalacji fotowoltaicznej.

10. Przyjęte w obecnej metodologii wskaźnikowe obliczanie zużycia ciepłej wody w odniesieniu do powierzchni budynku nie jest miarodajnym sposobem wyliczania zapotrzebowania na energię użytkową. Bliższe rzeczywistych wartości jest przyjmowanie zużycia ciepłej wody na osobę.

11. Należy zwrócić uwagę na niską sprawność zasobnika ciepłej wody podaną w metodyce oraz na wartość domyślną w programach obliczeniowych i odnieść ją do rzeczywistych sprawności urządzeń, jakie zostaną zastosowane. Stosunkowo niskie są również domyślne wartości zysków ciepła od wodnych instalacji c.o. i c.w.u. Warto także zwracać uwagę na inne zyski ciepła w budynku, np. odzysk ciepła z instalacji ciepłej wody użytkowej.

12. W wielu projektach garaże są częściami budynków z kontrolowaną temperaturą. Takie rozwiązanie znacząco wpływa na wyniki energetyczne całego budynku, wyraźnie zwiększając wartości wskaźników EP, EU i EK.

13. Nowym kierunkiem działań projektowych i montażowych, wpływającym istotnie na koszty eksploatacyjne, jest dążenie do wysokiego poziomu autokonsumpcji i autarkii energii z własnych (prosumenckich) systemów fotowoltaicznych z wykorzystaniem magazynu energii elektrycznej. Kolejne zmiany w systemach rozliczania prosumentów z energii oddanej do sieci energetycznej są konstruowane tak, by jak najwięcej zużywano jej na własne potrzeby. Bez magazynu energii elektrycznej można wykorzystać na miejscu do 30% energii z własnej instalacji PV. Natomiast zastosowanie magazynu umożliwia osiągnięcie samowystarczalności na poziomie nawet 60–75%. Energię elektryczną z instalacji PV warto także „zrzucać" do zasobników c.w.u. i buforów c.o. oraz masy akumulacyjnej ogrzewania podłogowego.

14. Autokonsumpcję energii i samowystarczalność energetyczną oraz efektywność pracy wielu urządzeń zasilanych energią elektryczną w domach jednorodzinnych pomagają zwiększać systemy zarządzania budynkiem – aplikacje typu Smart Home. Identyfikują one m.in. zbędnych „pożeraczy" energii z sieci, dbają też o komfort i bezpieczeństwo.

15. W przygotowywanych zmianach w dyrektywie w sprawie charakterystyki energetycznej budynków ważną rolę odgrywać będzie także „wskaźnik gotowości smart" (Smart Readiness Indicator – SRI), pozwalający ocenić zdolność budynku lub jego części do obsługi inteligentnych rozwiązań i dostosowania funkcjonowania do potrzeb użytkowników. Celem jest zwrócenie uwagi architektów i projektantów oraz inwestorów na rosnące znaczenie sposobu eksploatacji budynków i realizację idei budynków inteligentnych, które mają wchodzić w interakcje nie tylko z użytkownikami, ale i przyszłymi inteligentnymi systemami energetycznymi.

16. Program „Moje Ciepło" realizuje już teraz wiele przyszłych celów polityki klimatycznej Unii Europejskiej. Promuje technologie zeroemisyjne, obecnie najtańsze w eksploatacji, wśród inwestorów korzystających dotychczas z tradycyjnych rozwiązań na paliwa kopalne (wcześniej tanich inwestycyjnie i eksploatacyjne), których podaż i ceny trudno prognozować i które objęte są rosnącymi ograniczeniami w zakresie emisji, a w dłużej perspektywie całkowitym zakazem stosowania. Popularyzuje także w środowisku architektów standard budynków zeroemisyjnych (ZEB) w odniesieniu do wszystkich nowych, a z czasem także modernizowanych budynków. Propaguje dobre praktyki oraz wzorce optymalnego zastosowania pomp ciepła w domach jednorodzinnych. Jego zadaniem jest również zwrócenie uwagi na niskokosztowe i łatwe w zastosowaniu technologie umożliwiające przyszłe spełnienie wymagań standardu budynków zeroemisyjnych (ZEB). Uzupełnia przy tym program „Mój Prąd" 5.0, znowelizowany w 2023 roku.

„Moje Ciepło" to również istotny element działań zmierzających do osiągnięcia celu, jakim jest energetyka rozproszona i dekarbonizacja gospodarki oraz zapewnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej kraju. Temu celowi służyć ma także planowane obligatoryjne stosowanie instalacji PV we wszystkich nowych i modernizowanych budynkach. ■

Bibliografia

Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (DzU 2014, poz. 1200, z późn. zm.)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (DzU 2015, poz. 376)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity DzU 2019, poz. 1065)

https://dombezrachunkow.com/

http://pobe.pl/poradnik-jak-spelnic-wymagania-wt-2021/

http://pobe.pl/poradnik-pobe-zielony-lad/

https://portpc.pl/pdf/9kongres/materialy/2021_Poradnik_Zmiany_klimatu.pdf

https://mojecieplo.gov.pl

SKANUJ LUB KLIKNIJ

Jak spełnić wymagania, jakim powinny odpowiadać budynki od 2021 roku?

Ogrzewanie i wentylacja w warunkach technicznych

SKANUJ LUB KLIKNIJ

Poradnik „Dom bez rachunków” – budynek plusenergetyczny

O poradniku

Wydanie II, Kraków, czerwiec 2023

Autorzy:
Waldemar Joniec, „Rynek instalacyjny”
mgr inż. Paweł Lachman, Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła – PORT PC

Konsultacja: KAN sp. z o.o.

Opracowanie redakcyjne: Agnieszka Orysiak, „Rynek Instalacyjny”

Projekt graficzny: mediaNOVA Jacek Gacukowicz

Skład: Grupa MEDIUM

Zdjęcia na okładce i wewnątrz: Shutterstock

© Copyright by Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła