

ENERGOOSZCZĘDNE DOMY JEDNORÓDZINNE



Wersja 1.1

Podręcznik dobrych praktyk

STANDARD
EU30



Zespół autorski:

Paweł Lachman

Arkadiusz Węglarz

Hanna Pilzak

Piotr Zdanowski

Karolina Junak

Współpraca:

Anna Będkowska

Piotr Narowski

Dariusz Koc

Marta Mazurkiewicz

Joanna Ogrodniczuk

Maciej Borowiak

Tomasz Trusewicz

Kamil Kiejna

Maciej Kubanek

Spis treści

PRZEDMOWA	6
1. OKREŚLENIE WYTYCZNYCH DOTYCZĄCYCH ZASAD PROJEKTOWANIA ENERGOOSZCZĘDNYCH DOMÓW JEDNORODZINNYCH	7
1.1. ZBIORY DANYCH METEOROLOGICZNYCH	7
1.2. OKREŚLENIE POZIOMU BAZOWEGO ZUŻYCIA ENERGII UŻYTKOWEJ NA POTRZEBY OGRZEWANIA PRZEZ BUDYNKI WYBUDOWANYMI ZGODNIE Z WYMAGANIAMI WT2021	8
1.3. OKREŚLENIE WYMAGAŃ DLA STANDARDU EU 30	18
1.4. OKREŚLENIE ŚRODKÓW TECHNICZNYCH DLA BUDYNKU MIESZKALNEGO, PROWADZĄCYCH DO OSIĄGNIĘCIA OCZEKIWANYCH STANDARDÓW ENERGETYCZNYCH, W SZCZEGÓLNOŚCI:	22
1.4.1. <i>Minimalne grubości (w zależności od materiału) i parametrów jakościowych ocieplenia poszczególnych typów przegród zewnętrznych</i>	22
1.4.2. <i>Minimalne wymagania w zakresie jakości i parametrów technicznych dla okien i drzwi</i>	25
1.4.3. <i>Minimalne wymagania w zakresie parametrów technicznych, jakościowych i użytkowych układów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła</i>	26
1.4.4. <i>Minimalne wymagania standardu i jakości wykonania układów instalacji grzewczych (c.o. i c.w.u)</i>	30
1.4.5. <i>Określenie minimalnych wymogów dotyczących standardów i jakości wykonania układów oświetleniowych</i> 40	
1.4.6. <i>Określenie minimalnych wymogów dotyczących standardów energetycznych urządzeń elektrycznych w budynku</i> 41	
1.5. OKREŚLENIE ZASAD ELIMINACJI MOSTKÓW CIEPLNYCH W KONSTRUKCJI BUDYNKÓW (KRÓTKIE WYTYCZNE KONSTRUKCYJNE)	43
1.6. OKREŚLENIE ZALECEŃ DOTYCZĄCYCH POSADOWIENIA BUDYNKU, ZASAD KSZTAŁTOWANIA POWIERZCHNI (BIORĄC POD UWAGĘ ICH FUNKCJE UŻYTKOWE), USYTUOWANIA PRZESZKLEŃ, STREF BUFOROWYCH, PRZEJŚCIOWYCH I NIEOGRZEWANYCH W BUDYNKACH	46
1.6.1. <i>Bryła budynku</i>	46
1.6.2. <i>Miejsce budowy i lokalizacja okien</i>	46
1.6.3. <i>Ochrona przed przegrzewaniem w lecie</i>	47
1.6.4. <i>Strefowanie temperaturowe</i>	48
1.7. OKREŚLENIE EWENTUALNYCH INNYCH WYMAGAŃ, ISTOTNYCH DLA ZAPEWNIENIA WYMAGANYCH STANDARDÓW	49
1.7.1. <i>Metodyka określania powierzchni ogrzewanej</i>	49
1.7.2. <i>Ograniczenie zużycia energii pierwotnej wbudowanej</i>	49
1.7.3. <i>Podwyższenie szczelności powietrznej budynku</i>	49
1.8. OKREŚLENIE MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA W BUDYNKU INFRASTRUKTURY SIECI DOMOWYCH (HOME AREA NETWORK) – ZESTAWU URZĄDZEŃ, WZAJEMNIE KOMUNIKUJĄCYCH SIĘ ZE SOBĄ, SŁUŻĄCYCH MIĘDZY INNYMI DO ZARZĄDZANIA ZUŻYCIEM ENERGII I PRZYDOMOWEJ PRODUKCJI ENERGII	52
1.9. OKREŚLENIE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA OZE W BUDYNKU DLA CELÓW PRODUKCJI ENERGII CIEPLNEJ I ELEKTRYCZNEJ	55

1.9.1. Architektura słoneczna	56
1.9.2. Pasywne systemy słoneczne	57
1.9.3. Systemy konwersji fotoelektrycznej konwersji promieniowania słonecznego (panele fotowoltaiczne) oraz magazynowanie energii elektrycznej	59
1.9.4. Aktywne słoneczne systemy grzewcze	67
1.9.5. Pompy ciepła	69
1.9.6. Biomasa	72
1.10. STANDARD EV-READY	73
2. TAKSONOMIA ZRÓWNOWAŻONEGO FINASOWANIA (TAKSONOMIA UE)	74
2.1. JAK JEST ZNACZENIE TAKSONOMII EU DLA SEKTORA NOWYCH BUDYNKÓW W STANDARDZIE EU 30?	74
2.2. CZYM JEST TAKSONOMIA ZRÓWNOWAŻONEGO FINASOWANIA	75
2.3. JAK DZIAŁA TAKSONOMIA ZRÓWNOWAŻONEGO FINASOWANIA?	76
2.4. SZCZEGÓŁOWE KRYTERIA TAKSONOMII W OBSZARZE SEKTORA BUDYNKÓW I DOT. ŁAGODZENIA ZMIAN KLIMATU (CEL 1)	82
3. BUDYNKI W STANDARDZIE ZEB	86
3.1. ZGODNOŚĆ BUDYNKÓW W STANDARDZIE EU 30 Z DEFINICJĄ ZEB (ZERO-EMISSION BUILDINGS)	86
3.2. DEFINICJA BUDYNKU ZEROEMISYJNEGO (ZEB) – EPBD (UE) 2024/1275	86
3.3. PRZYKŁAD OBLICZENIOWY ZEB DLA BUDYNKU JEDNORODZINNEGO EU 30	87
ZAŁĄCZNIK 1 PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA DETALI KONSTRUKCYJNYCH DLA BUDYNKÓW W STANDARDZIE EU 30	95
ZAŁĄCZNIK 2 SZCZEGÓŁOWE KRYTERIA TAKSONOMII W OBSZARZE SEKTORA BUDYNKÓW I DOT. ŁAGODZENIA ZMIAN KLIMATU (CEL 1)	107

Przedmowa

Analizy i dyskusje branżowe wykazały istotne zmiany w technologiach budownictwa energooszczędnego, co skłoniło Inicjatorów niniejszego opracowania do stworzenia standardu energetycznego domów jednorodzinnych, który te zmiany będzie uwzględniać i przygotowywać branżę budowlaną do dekarbonizacji.

Celem niniejszego opracowania jest sporządzenie propozycji wytycznych i wymagań dotyczących zasad projektowania i wykonania robót budowlanych związanych ze wznoszeniem niskoenergetycznych budynków mieszkalnych. Zaproponowane w niniejszym podręczniku rozwiązania i wytyczne są kontynuacją, i zarazem modyfikacją, standardu NF40 z 2012 r. wdrażanego przez NFOŚiGW w ramach programu NF15 i NF40.

W pracy przedstawiono propozycję definicji standardu energetycznego domów jednorodzinnych nazwanego EU 30 co oznacza, że wielkości zapotrzebowania budynków mieszkalnych w tym standardzie na energię użytkową wyłącznie do celów ogrzewania i wentylacji wynoszą co najwyżej 30 kWh/(m²rok).

Z uwagi na planowane wprowadzenie zmian w metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków, do obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową w analizowanych budynkach posłużono się metodą godzinową, przy pomocy oprogramowania DesignBuilder.

W analizie pochyłono się także nad kwestią aktualności danych klimatycznych, które są aktualnie szeroko używane w obliczeniach CHEB, a wyznaczone są na podstawie zbiorów danych pochodzących z lat 1971-2000.

Powstanie nowego standardu jest inicjatywą branżową mającą także na celu przygotowanie uczestników procesu inwestycyjnego do wprowadzenia standardu budynku bezemisyjnego zgodnego z znowelizowaną Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.

„Standard EU 30 jest spójny z unijną strategią integracji sektora energetycznego z lipca 2020 r., w której podstawowym nośnikiem energii staje się energia elektryczna z OZE.”

Niniejszy podręcznik dotyczy wytycznych dla domów jednorodzinnych. W przyszłości przewiduje się opracowanie standardu EU 30 dla innych typów budynków.

1. Określenie wytycznych dotyczących zasad projektowania energooszczędnych domów jednorodzinnych

1.1. Zbiory danych meteorologicznych

Typowe lata meteorologiczne (TLM) to zbiór danych meteorologicznych przedstawiający szereg parametrów meteorologicznych charakteryzujących dany obszar geograficzny w zakresie przeciętnych warunków klimatycznych w nim występujących. Okres pomiarowy obejmuje jeden rok kalendarzowy w podziale na codzienne odczyty wartości przedstawianych parametrów. Dane typowych lat meteorologicznych są konieczne do przeprowadzania wszelkich symulacji i analiz energetycznych, wyznaczenia charakterystyki energetycznej budynków, a także są powszechnie wykorzystywane w badaniach zagadnień fizyki budowli. Jako że podczas wyznaczenia zapotrzebowania na energię użytkową na potrzeby ogrzewania czy chłodzenia w budynku, wyliczane jest uśrednione, przeciętne zapotrzebowanie, dane typowych lat meteorologicznych również muszą odzwierciedlać przeciętne dla wielolecia warunki klimatyczne lokalizacji, w której znajduje się badany obiekt.

Jeszcze w 2004 r. podjęto działania na rzecz wyznaczenia typowych lat meteorologicznych, które mogłyby obowiązywać dla obszarów w Polsce. Prace nad tym zadaniem zakończyły się w 2008 r i z ramienia ówczesnego Ministerstwa Infrastruktury opublikowane zostały dane zawierające typowe lata meteorologiczne dla 61 stacji meteorologicznych w Polsce wraz z wyprowadzonymi na tej podstawie danymi statystycznymi i klimatycznymi.

Do określenia wartości potrzebnych parametrów meteorologicznych, skorzystano z baz danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGiW). Dane pomiarowe obejmowały okres od 1971 do 2000 roku i były pozyskane ze stacji meteorologicznych w Polsce, które posiadały co najmniej trzygodzinne ciągi danych terminowych z okresu co najmniej dekady. Tylko 43 z 61 stacji posiadały ciągi pomiarowe w całym badanym okresie. Natomiast pozostałe 19 stacji posiadało ciągi pomiarowe o długości 11 do 29 lat. Na zmniejszenie wartości używanych baz danych wpływał fakt, że nie zawsze były to kolejne lata kalendarzowe. Analizując typowe lata meteorologiczne na podstawie danych z lat 1971-2000, można zauważyć, iż IMGW nie dostarczył precyzyjnego źródła pochodzenia poszczególnych parametrów meteorologicznych, co sugeruje, że dane te mogły być przybliżane lub modelowane, co w konsekwencji spowodowało niedokładne, a czasami nawet błędne wyznaczenie wartości typowych lat meteorologicznych szczególnie w kwestii wartości natężenia promieniowania słonecznego.

W odpowiedzi na potrzebę zaktualizowania danych klimatycznych w Polsce dr inż. Piotr Narowski w roku 2022 opublikował opracowane przez siebie nowe typowe lata meteorologiczne w ramach projektu nazwanego przez autora skrótem TLM2000. Dane te obejmują dwudziestolecie z lat kalendarzowych 2001-2020. W związku z tym zdecydowano się w niniejszym opracowaniu skorzystać z tych danych i porównać jak będzie się zmieniać obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania dla tych samych budynków, zmieniając wyłącznie zbiór danych meteorologicznych. **W dalszej części opracowania dane z wielolecia 1971-2000 będą określane skrótem TLM1970, a dane z wielolecia 2001-2020 skrótem TLM2000**

Do właściwego porównania jako dane TLM2000 użyto dane typu „ISO”. Tą samą metodą wyznaczone są dane TLM1970. Są to dane opracowane zgodnie z normą PN-EN-ISO 15927-4 utworzoną przez International Organization for Standardization i zaakceptowaną przez CEN jako norma dotycząca wyznaczania danych klimatycznych do oceny rocznego zużycia energii w systemach ogrzewania i chłodzenia budynków. Typowy rok meteorologiczny utworzony jest z dwunastu indywidualnie ocenionych i wybranych miesięcy z wielolecia o długości co najmniej 10 lat.

1.2. Określenie poziomu bazowego zużycia energii użytkowej na potrzeby ogrzewania przez budynki wybudowanymi zgodnie z wymaganiami WT2021

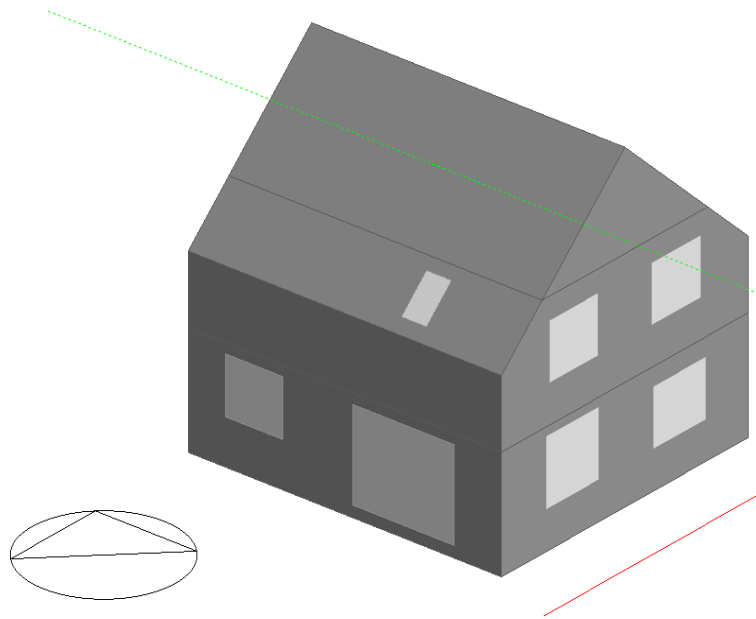
Wytyczne dotyczące zasad projektowania budynków w standardzie EU 30 określono na podstawie serii obliczeń komputerowych wykonanych dla trzech budynków jednorodzinnych. Podstawowe dane analizowanych budynków przedstawiono w Tabeli 1. Modele 3D budynków, wykonane na potrzeby obliczeń w programie DesignBuilder zostały przedstawione na Rysunek 1, Rysunek 2 i Rysunek 3.

Celem analizy było określenie minimalnych wymagań w zakresie ochrony cieplnej budynku, systemu wentylacji i szczelności powietrznej gwarantujących osiągnięcie wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji na poziomie 30 kWh/m²rok.

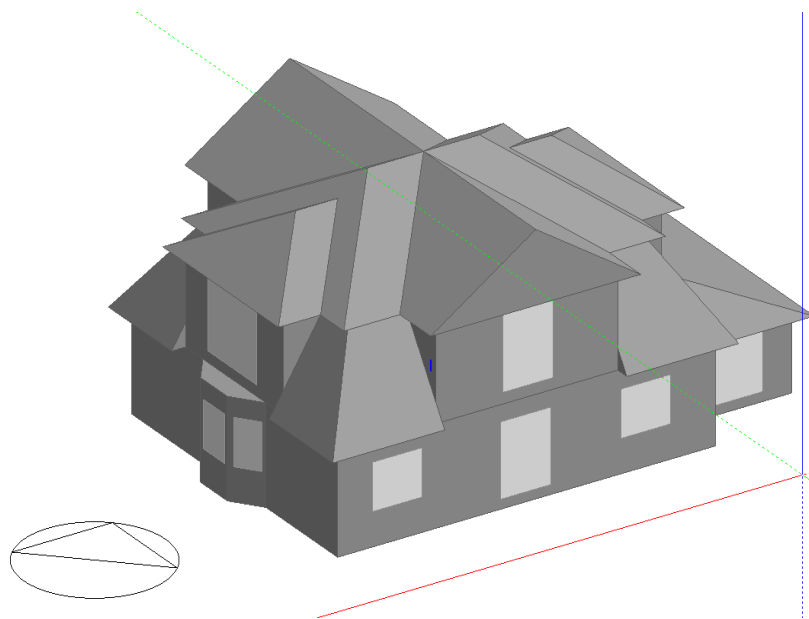
Tabela 1 Podstawowe dane analizowanych budynków mieszkalnych jednorodzinnych

Symbol	Typ	Powierzchnia ogrzewana, m²	Kubatura wewnętrzna ogrzewana, m³	Współczynnik kształtu A/V, m⁻¹	Uwagi
J1	Budynek z dachem skośnym	130,3	371,7	0,73	-
J2	Budynek z dachem mansardowym	235,8	650,1	0,75	Przylegający garaż nieogrzewany
J3	Budynek z dachem płaskim	100,6	279,6	0,8	-

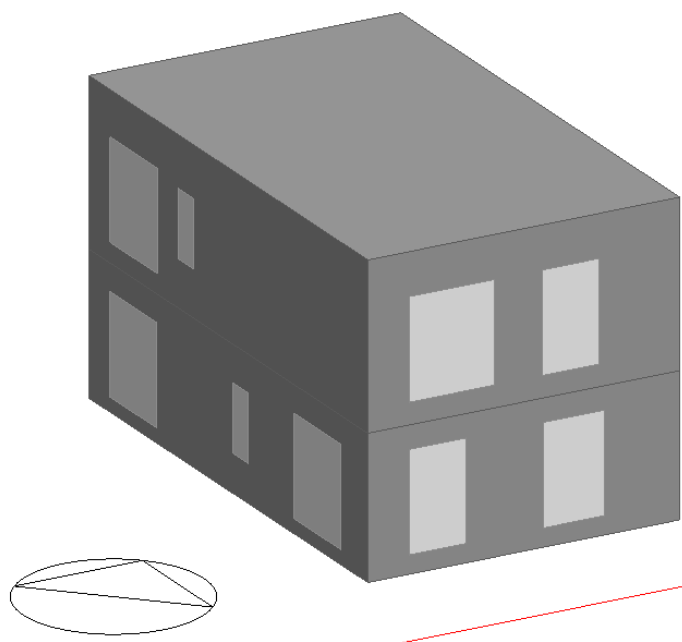
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 1 Model budynku J1
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 2 Model budynku J2
Źródło: opracowanie własne



Rysunek 3 Model budynku J3

Źródło: opracowanie własne

W Rozporządzeniu Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 9 maja 2024 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (WT2021) wymagania dotyczące ochrony cieplnej zostały sformułowane na dwa sposoby i uznaje się je za spełnione dla budynku mieszkalnego, jeżeli

- wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m²·rok)], obliczona według przepisów wydanych na podstawie art. 15 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2021 r. poz. 497), jest mniejsza lub równa wartości maksymalnej obliczonej zgodnie ze wzorem, o którym mowa w § 329 ust. 1 lub 3

oraz

- przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia.

Pomimo umieszczenia w WT2021 dwóch rodzajów wymagań dla budynków w standardzie EU 30 zastosowanie ma tylko punkt dotyczący wymagań izolacyjności, ponieważ wartość wskaźnika EP uwzględnia nie tylko ogrzewanie, ale i c.w.u. oraz jest mocno zależna od wybranego źródła ciepła. Z tego względu nie da się na jego podstawie określić w sposób jednoznaczny wymagań dotyczących zapotrzebowania na energię do celów ogrzewania dla analizowanych budynków.

W poniższej tabeli zebrano wymagania określone w załączniku nr 2 do rozporządzenia i które posłużyły jako punkt wyjściowy do określenia poziomu bazowego zapotrzebowania na energię użytkową w analizowanych budynkach, wybudowanych zgodnie z wymaganiami WT2021.

Tabela 2 Wymagana izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych, rodzaj systemu wentylacji, szczelność powietrzna zgodnie z Warunkami Technicznymi z 2021 roku

Opis przegrody	Zgodnie z wymaganiami WT 2021
Ściany zewnętrzne	$U_{max} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami	$U_{max} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
Podłogi na gruncie	$U_{max} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi	$U_{max} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne	$U_{max} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna połaciowe	$U_{max} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	$U_{max} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Mostki cieplne	$f_{Rsi} \geq 0,72$
Rodzaj systemu wentylacji	grawitacyjna lub mechaniczna w budynkach wysokich lub wysokościowych
Sprawność odzysku ciepła	Min. 50 % dla wentylacji mechanicznej ogólnej nawiewno-wywiewnej lub klimatyzacji - wymóg przy wydajności $\geq 500 \text{ m}^3/\text{h}$
Szczelność powietrza	$n_{50} < 3,0 \text{ 1/h}$ – wentylacja grawitacyjna $n_{50} < 1,5 \text{ 1/h}$ – wentylacja mechaniczna

Źródło: opracowanie własne

Wymagania podane w WT 2021 nie podają maksymalnej wartości współczynnika liniowej straty ciepła Ψ , W/mK dla mostków cieplnych. Podają jedynie wymaganą wartość krytyczną współczynnika temperaturowego f_{Rsi} dla przegród zewnętrznych i ich węzłów konstrukcyjnych w pomieszczeniach ogrzewanymi do temperatury co najmniej 20°C w budynkach mieszkalnych. Wartość współczynnika f_{Rsi} powinna być określana zgodnie z normą dotyczącą metody obliczania temperatury powierzchni wewnętrznej, niezbędnej do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji, tj. PN-EN ISO 13788. WT 2021 dopuszczają przyjmowanie wymaganej wartości tego współczynnika na poziomie $f_{Rsi} = 0,72$, co należy traktować jako minimalne wymaganie normowe, a nie wartość wynikającą z zasad dobrej praktyki projektowej. Spełnienie warunku f_{Rsi} nie oznacza jednak bezpośredniego określenia dopuszczalnej wartości współczynnika Ψ , gdyż pomiędzy tymi wielkościami nie występuje jednoznaczna zależność. Wartość współczynnika Ψ zależy od geometrii węzła, zastosowanych materiałów oraz sposobu odniesienia obliczeń. W praktyce możliwe jest spełnienie minimalnego wymagania f_{Rsi} przy jednoczesnym występowaniu mostków cieplnych o stosunkowo wysokich wartościach współczynnika liniowego Ψ . W odróżnieniu od minimalnych wymagań WT 2021, w standardach budownictwa energooszczędnego, takich jak standard EU 30, stosuje się bezpośrednie kryteria oceny mostków cieplnych poprzez określanie maksymalnych dopuszczalnych wartości współczynnika liniowej straty ciepła Ψ_e , obliczanych w odniesieniu do wymiarów zewnętrznych przegród.

Bazując na wymaganiach podanych w Tabeli 2 określono zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji. Obliczenia wykonano w programie DesignBuilder przyjmując:

- dane meteorologiczne z okresu 1970-2000 i 2000-2020,
- metodykę godzinową określania sezonowego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji zgodną z normą PN-EN ISO 13790:2008 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia”,
- wielkości strumieni powietrza wentylacyjnego określono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku,
- wewnętrzne zyski ciepła dla budynków jednorodzinnych przyjęto jako stałe i równe 3,0 W/m², pominięto zyski ciepła do instalacji c.o., c.w.u. i wentylacji,
- elewacja frotowa budynków jest skierowana na północ,
- centralne lokalizacje w każdej strefie klimatycznej, czyli Świnoujście dla Strefy I, Poznań dla Strefy II, Łódź dla Strefy III, Białystok dla Strefy IV i Suwałki dla Strefy V,
- budynki mają średni typ konstrukcji,
- w budynkach jest wentylacja grawitacyjna.

Tabela 3 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla standardu zgodnego z WT2021 dla budynku J1

Typ danych meteorologicznych	STREFA I	STREFA II	STREFA III	STREFA IV	STREFA V
-	Świnoujście	Poznań	Łódź	Białystok	Suwałki
TLM 1970	53,8	65,0	62,3	83,8	88,2
TLM 2000	43,0	45,6	44,9	56,6	61,5
Różnica	-20,0%	-29,9%	-27,9%	-32,5%	-30,3%

Źródło: opracowanie własne

Tabela 4 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla standardu zgodnego z WT2021 dla budynku J2

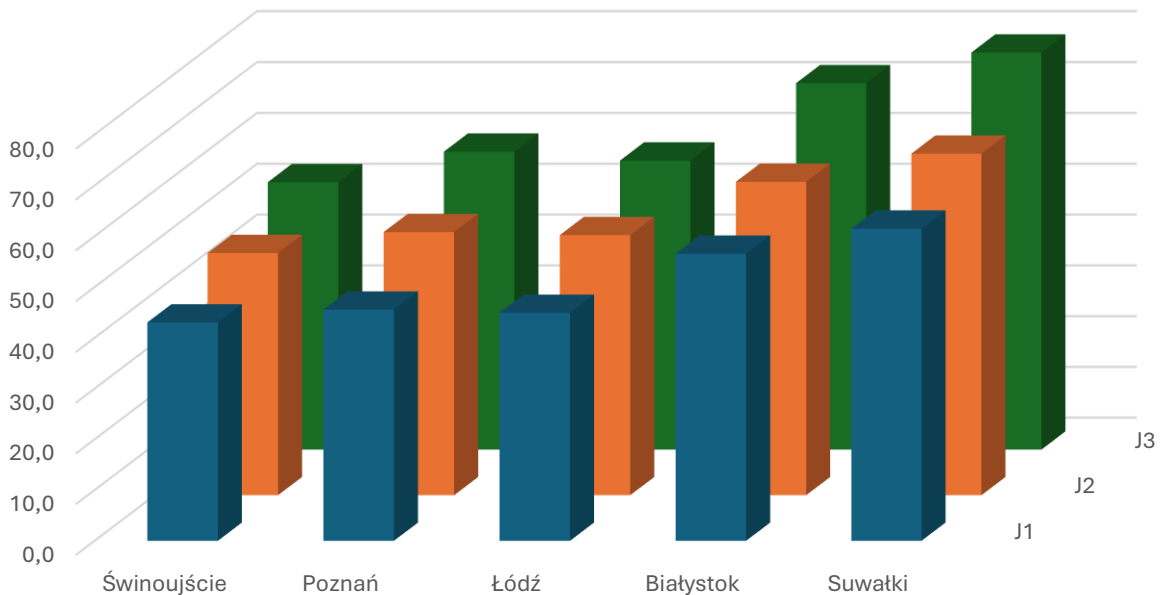
Typ danych meteorologicznych	STREFA I	STREFA II	STREFA III	STREFA IV	STREFA V
-	Świnoujście	Poznań	Łódź	Białystok	Suwałki
TLM 1970	55,1	66,7	62,9	82,1	86,2
TLM 2000	47,7	51,8	51,2	61,7	67,3
Różnica	-13,4%	-22,3%	-18,6%	-24,8%	-22,0%

Źródło: opracowanie własne

Tabela 5 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla standardu zgodnego z WT2021 dla budynku J3

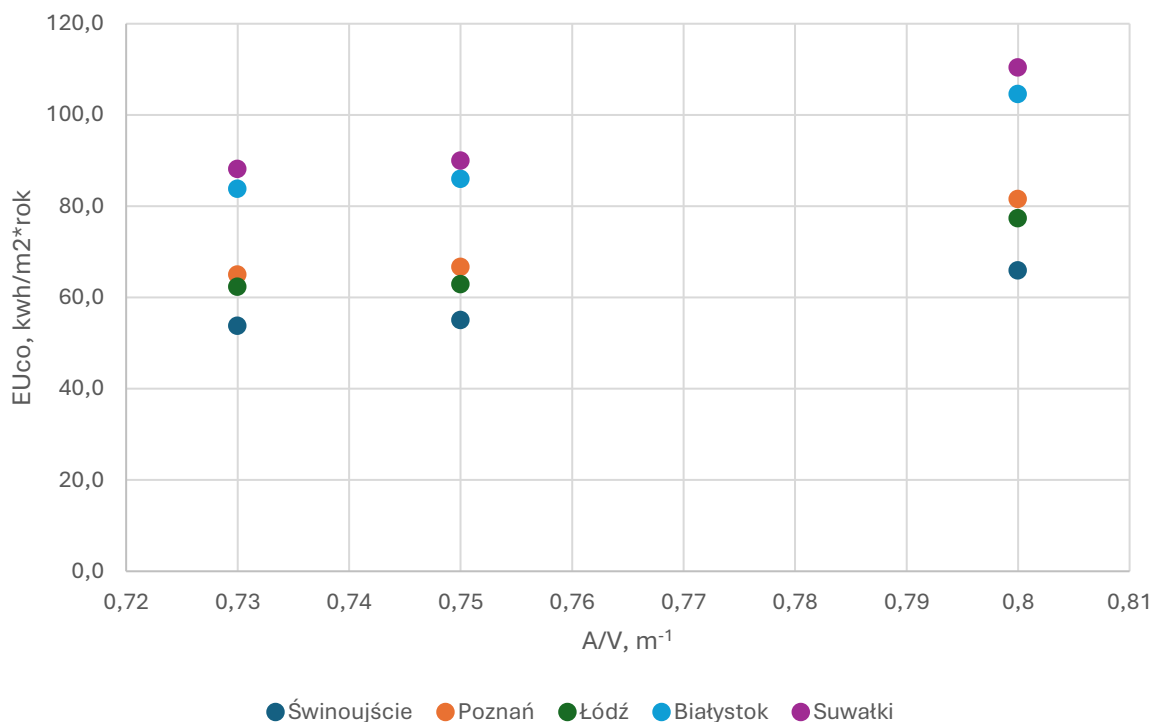
Typ danych meteorologicznych	STREFA I	STREFA II	STREFA III	STREFA IV	STREFA V
-	Świnoujście	Poznań	Łódź	Białystok	Suwałki
TLM 1970	65,9	81,6	77,4	104,6	110,4
TLM 2000	52,7	58,7	56,9	72,1	78,2
Różnica	-20,1%	-28,1%	-26,5%	-31,1%	-29,2%

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 4 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla budynków wg WT2021 w zależności od lokalizacji dla danych meteorologicznych z wielolecia 2000-2020

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 5 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla budynków wg WT 2021 w zależności od współczynnika kształtu A/V

Źródło: opracowanie własne

Wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji zależy również od współczynnika kształtu budynków, czyli stosunku pola powierzchni przegród zewnętrznych A do kubatury ogrzewanej V (obie wartości określone po wymiarach zewnętrznych). Im mniejszy stosunek A/V tym mniejsze zapotrzebowanie. Zależność tę bardzo wyraźnie widać w przypadku analizowanych budynków, gdzie wraz ze zmianą A/V od 0,73 do 0,80 1/m zapotrzebowanie zmienia się od 62,3 (budynek J1) do 77,4 kWh/m²*rok (budynek J3) w przypadku wyników uzyskanych w strefie III.

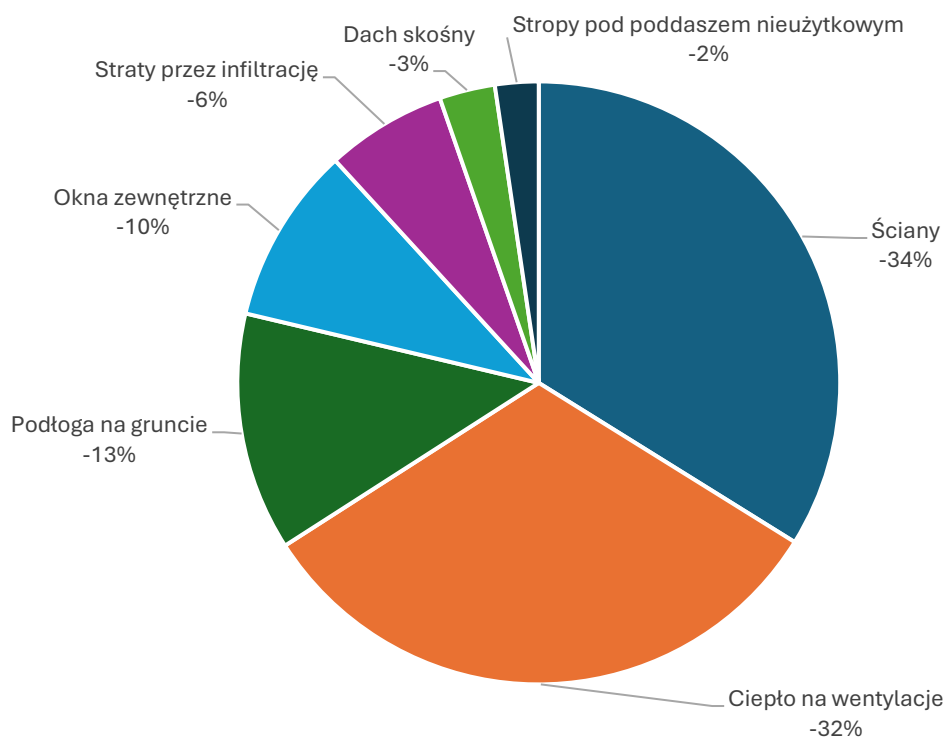
Analizując wyniki można między innymi zauważyć, że duże wartości wskaźnika A/V i zapotrzebowania na energię w przypadku budynku jednorodzinnego J3 wynikają z niewielkich rozmiarów i małej powierzchni użytkowej pomimo stosunkowo prostej bryły. Można zaobserwować, również fakt, iż w budynku J3 nie występują żadne strefy buforowe, w przeciwieństwie do części nieużytkowej poddasza w budynku J1 i poddasza nieużytkowego i garażu nieogrzewanego w budynku J2.

Przeprowadzona analiza pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków podane z WT2021 są niewystarczające i powodują, że zaprojektowane zgodnie z nimi budynki są energochłonne,
- osiągnięcie standardu EU 30 wymaga sformułowania nowych ostrzejszych wymagań,
- osiągnięcie standardu EU 30 będzie łatwiejsze w części kraju charakteryzującej się cieplejszym klimatem, należy rozważyć sformułowanie różnych wymagań dla różnych stref klimatycznych,

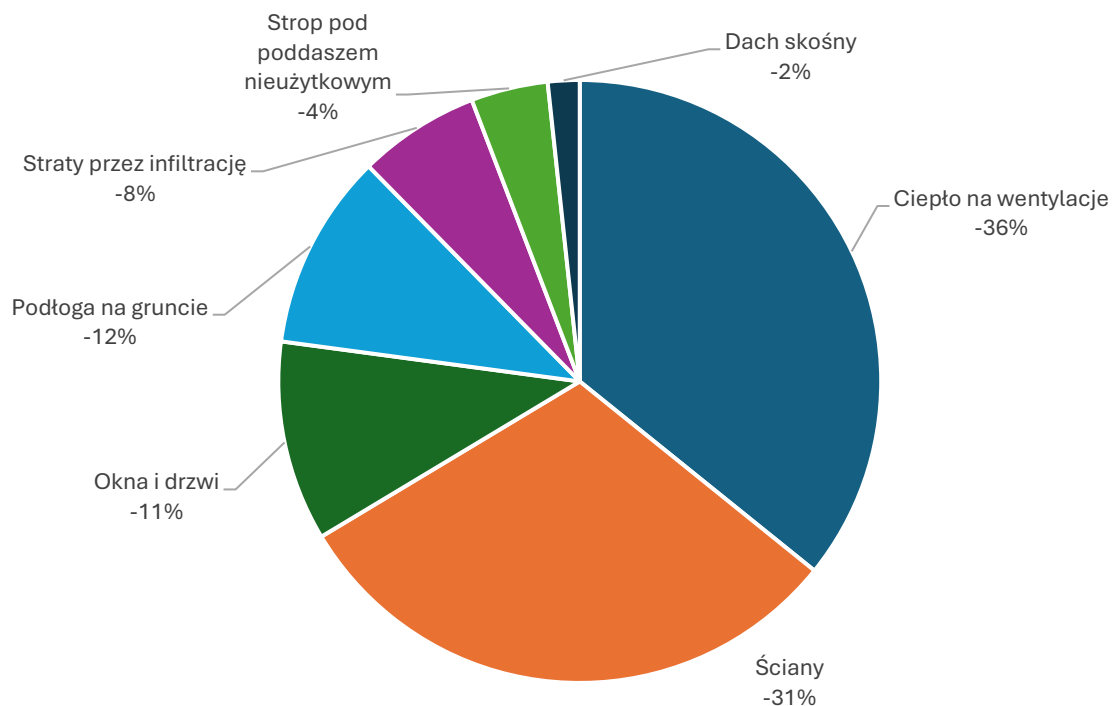
- osiągnięcie standardu EU 30 może nie być możliwe w przypadku budynków mieszkalnych jednorodzinnych charakteryzujących się dużym współczynnikiem kształtu A/V i brakiem stref buforowych. Standard ma na celu danie dużej dowolności architektom, dlatego nie wprowadza się ograniczeń w projektowaniu bryły, natomiast zastrzeżeniem jest to, że jest wymagane osiągnięcie wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylację poniżej 30 kWh/m²*rok.

Określenie wymagań dla obydwu standardów poprzedzono szczegółową analizą bilansów energetycznych budynków. Na tej podstawie możliwe było stwierdzenie, które rodzaje strat ciepła odgrywają największą rolę w zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania i wentylacji. Na poniższych rysunkach zaprezentowano zestawienie dla analizowanych budynków jednorodzinnych. W zestawieniach brak jest wyszczególnionych oddzielnie strat ciepła przez mostki cieplne, ponieważ są one uwzględnione w stratach przez poszczególne przegrody oraz strat ciepła przez infiltrację powietrza zewnętrznego, które są uwzględnione w stratach ciepła przez wentylację.



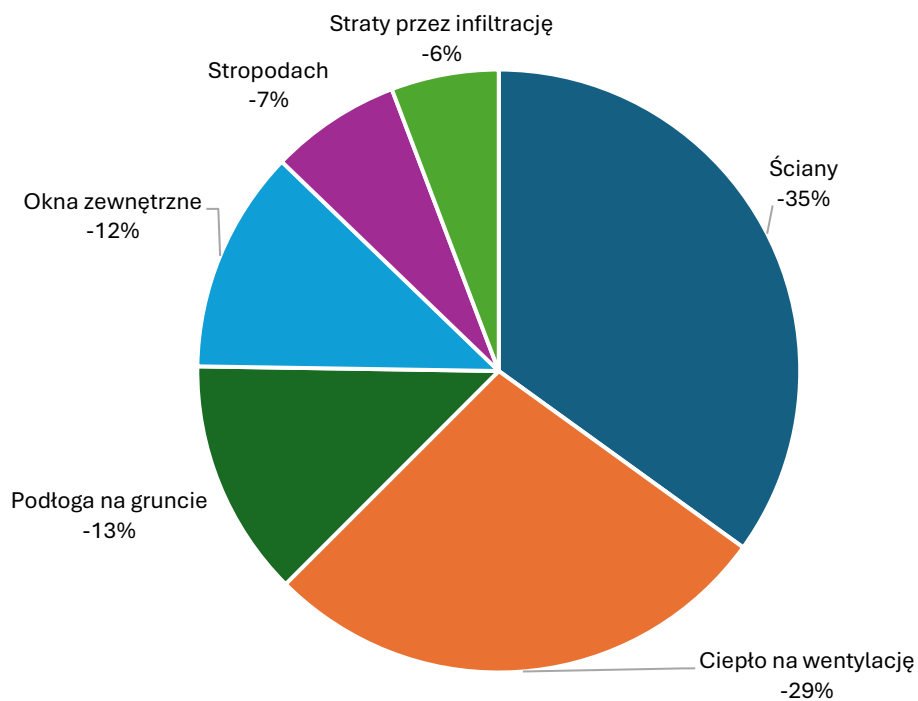
Rysunek 6 Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej dla budynku jednorodzinnego J1

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 7 Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej dla budynku jednorodzinnego J2

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 8 Szczegółowe zestawienie strat energii cieplnej dla budynku jednorodzinnego J3 (WT2021)

Źródło: opracowanie własne

Analiza bilansów energetycznych budynków jednorodzinnych pozwala na stwierdzenie, że udział strat ciepła w kolejności od największego jest następujący:

- Ściany zewnętrzne 31% - 35%
- Wentylacja 29% - 36%
- Podłoga na gruncie 12% - 13%
- Okna i drzwi zewnętrzne 11% - 12%
- Straty przez infiltrację 6% - 8%
- Dach/stropodach 5% - 7%

W przypadku budynków jednorodzinnych największy udział w stratach ciepła (powyżej 10%) mają ściany zewnętrzne, straty przez wentylację, podłoga na gruncie, okna zewnętrzne. W celu ograniczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji należy podjąć działania mające na celu podwyższenie izolacyjności cieplnej przegród i odzyskiwanie ciepła z powietrza usuwanego.

Uzyskanie standardu EU 30 będzie wymagało wprowadzenia zmian w wymaganiach dotyczących izolacyjność cieplnej przegród zewnętrznych, rodzaju systemu wentylacji oraz szczelności powietrznej w stosunku do wymagań WT 2021. Szczegółowe wymagania zostały podane z dalszej części opracowania.

Tabela 6 Zakres zmian w wymaganiach służących osiągnięciu standardu EU 30

Ograniczenie zapotrzebowania na ciepło potrzebne do podgrzania nawiewanego powietrza zewnętrznego	Zastąpienie wentylacji grawitacyjnej wentylacją mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła z powietrza wywiewanego, charakteryzującą się niskim zużyciu energii elektrycznej.
Ograniczenie strat ciepła spowodowanych infiltracją powietrza zewnętrznego	Ograniczenie niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego, podwyższenie wymagań dotyczących szczelności powietrznej obudowy budynku.
Ograniczenie strat ciepła przez drzwi	Podwyższenie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej drzwi zewnętrznych.
Ograniczenie strat ciepła przez przegrody nieprzeźroczyste	Podwyższenie wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej ścian, dachów, stropów, stropodachów i podłóg na gruncie.
Ograniczenie strat ciepła przez mostki cieplne	Wprowadzenie wymagań dotyczących maksymalnych wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła.

Oprócz wymienionych powyżej wymagań, można sformułować dodatkowe zalecenia, które ułatwią osiągnięcie standardu i zagwarantują osiągnięcie zakładanego efektu środowiskowego. Są one pewną propozycją, wspierającą osiągnięcie EU 30 i zgodności ze sposobem wznoszenia budynków pasywnych.

Tabela 7 Zestawienie dodatkowych zaleceń dla standardu EU 30

Projekt architektoniczny budynku	Projekt architektoniczny budynku powinien sprzyjać ograniczeniu zapotrzebowania na energię, charakteryzować się możliwie małym współczynnikiem kształtu A/V, wykorzystywać strefowanie temperaturowe i pozwalać na optymalne wykorzystanie zysków ciepła od słońca.
Ochrona budynku przed przegrzewaniem	Zastosowane rozwiązania architektoniczne i instalacyjne powinny ograniczyć ryzyko przegrzewania budynków, konieczne jest stosowanie elementów zacieniających i rozwiązań pozwalających na wykorzystanie przewietrzania nocnego, jako źródła chłodzenia budynku.
Instalacja c.o.	Zastosowana instalacja centralnego ogrzewania powinna charakteryzować się mocą dostosowaną do zmienionych potrzeb budynku, pozwalać na efektywne wykorzystanie energii, gwarantować komfortowe warunki wewnętrzne i być przyjazna dla środowiska naturalnego.
Instalacja c.w.u. i wody zimnej	Zastosowane rozwiązania powinny pozwalać na ograniczenie zużycia c.w.u., zmniejszenie strat w instalacji rozprowadzającej i cyrkulacyjnej, podwyższenie sprawności przygotowania c.w.u., wykorzystanie instalacji dualnych oraz wody deszczowej w celu ograniczeniu zużycia wody zimnej.
Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii	Wykorzystanie OZE do produkcji ciepła i energii w celu ograniczenia zużycia nieodnawialnych źródeł kopalnych i emisji gazów cieplarnianych.
Ograniczenie zużycia energii elektrycznej	Ograniczenie zużycia energii elektrycznej dzięki zastosowaniu wysokoefektywnych i energooszczędnych wentylatorów, pomp obiegowych, wyposażenia AGD i RTV oraz oświetlenia.
Ograniczenie zużycia energii wbudowanej	Wykorzystanie do budowy przyjaznych dla środowiska i naturalnych materiałów budowlanych w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych związanych z etapem wznoszenia budynku.

1.3. Określenie wymagań dla standardu EU 30

Wymagania dla standardu EU 30 określono dla budynków jednorodzinnych w taki sposób, aby standard został osiągnięty przez budynek ze środkową wartością współczynnika A/V = 0,75, czyli J2.

Standard nie jest uzależniony od lokalizacji obiektu. W każdej strefie należy stosować te same wartości parametrów. W dalszej części opracowania zostanie opisane postępowanie w przypadku, gdy ze względu na wyjątkowo niekorzystne warunki klimatyczne w danej strefie (przede wszystkim strefa IV i V) budynek nie spełnia głównego założenia $EU_{H+V} \leq 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$.

Tabela 8 Wymagana izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych, rodzaj systemu wentylacji, szczelność powietrzna dla standardu EU 30

Lp	Opis przegrody	Warunki dla standardu EU 30
1	Ściany zewnętrzne:	$U_{\max} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

2	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:	$U_{max} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
3	Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi,	$U_{max} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
4	Podłogi na gruncie	$U_{max} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
5	Okna, drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne, okna połaciowe	Okna pionowe - $U_{max} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ Okna połaciowe - $U_{max} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
6	Drzwi zewnętrzne, garażowe	$U_{max} = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
7	Mostki cieplne	$\Psi_{max} = 0,05 \text{ W/mK}$ $\Psi_{max} = 0,20 \text{ W/mK}$ – podłoga na gruncie oraz płyta balkonowa
8	Rodzaj systemu wentylacji	Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła
9	Sprawność temperaturowa odzysku ciepła	Sprawność temperaturowa odzysku ciepła $\geq 86\%$ dla wymienników bez odzysku ciepła utajonego (wilgoci) Sprawność temperaturowa odzysku ciepła $\geq 80\%$ dla wymienników z odzyskiem ciepła utajonego (wilgoci), Zalecane klasy energetyczne rekuperatorów A i A+
10	Szczelność powietrza	$n_{50} = 0,7 \text{ 1/h}$
*W przypadku stref IV i V standard EU 30 wymaga obniżenia wartości współczynnika przenikania ciepła U niektórych przegród o 15-20% względem wartości bazowych. Rekomenduje się zastosowanie najniższej opłacalnej wartości współczynników U w przegrodach, w których występują największe straty ciepła, i w których ograniczenie tych strat umożliwi osiągnięcie standardu EU 30.		

Wszystkie powyższe wartości [1,2,3,4,5] spełniają wymogi taksonomii EU (taksonomii zrównoważonego finansowania).

Poprawność przyjętych wymagań sprawdzono określając jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla wszystkich analizowanych budynków. Do obliczeń przyjęto takie same wielkości wewnętrznych zysków ciepła i orientację, co w wariantcie zgodnym z WT 2021. Wyniki obliczeń podano w poniższej tabeli.

Tabela 9 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla standardu zgodnego z EU 30 dla budynku J1

Typ danych meteorologicznych	STREFA I	STREFA II	STREFA III	STREFA IV	STREFA V
-	Świnoujście	Poznań	Łódź	Białystok	Suwałki
TLM 1970	23,0	29,5	28,0	40,5	42,6
TLM 2000	18,1	19,7	19,0	25,4	27,2
Różnica	-20,0%	-29,9%	-27,9%	-32,5%	-30,3%

Źródło: opracowanie własne

Tabela 10 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla standardu zgodnego z EU 30 dla budynku J2

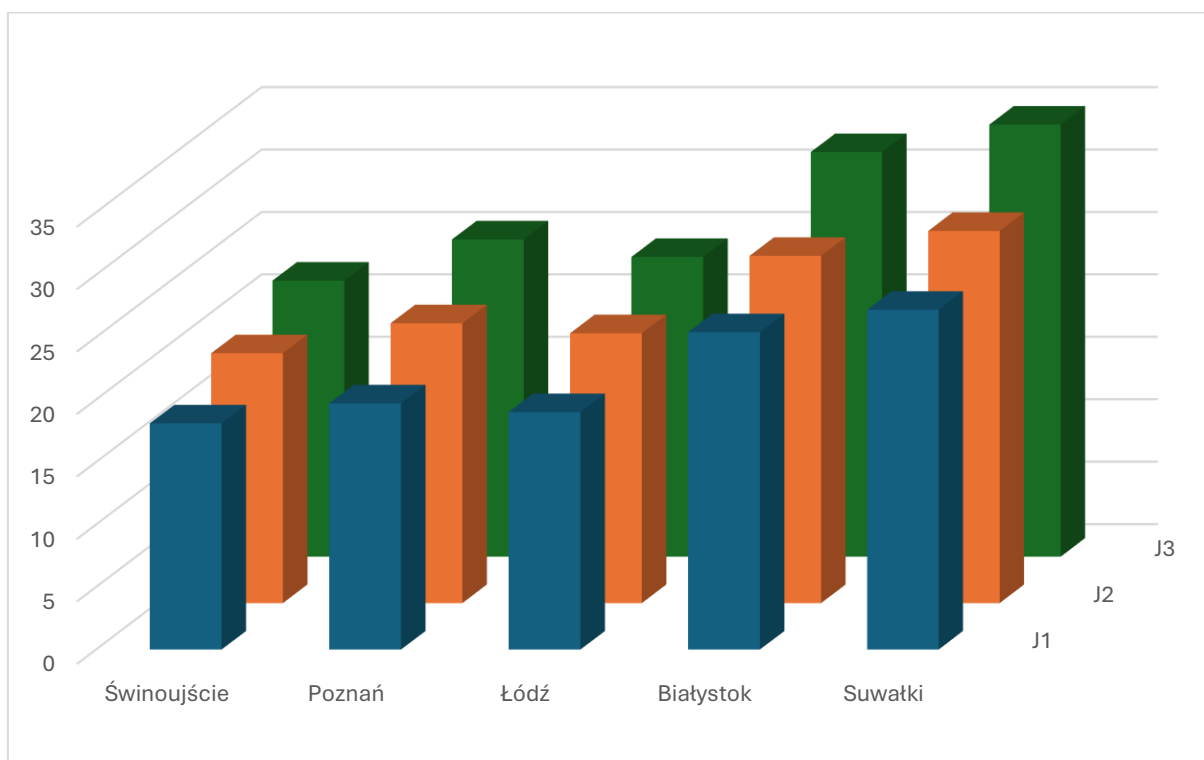
Typ danych meteorologicznych	STREFA I	STREFA II	STREFA III	STREFA IV	STREFA V
-	Świnoujście	Poznań	Łódź	Białystok	Suwałki
TLM 1970	23,6	30,3	28,3	39,7	41,7
TLM 2000	20,0	22,4	21,6	27,8	29,8
Różnica	-15,1%	-26,0%	-23,5%	-30,1%	-28,6%

Źródło: opracowanie własne

Tabela 11 Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla standardu zgodnego z EU 30 dla budynku J3

Typ danych meteorologicznych	STREFA I	STREFA II	STREFA III	STREFA IV	STREFA V
-	Świnoujście	Poznań	Łódź	Białystok	Suwałki
TLM 1970	28,2	37,1	34,8	50,6	53,4
TLM 2000	22,1	25,4	24,0	32,4	34,6
Różnica	-21,7%	-31,5%	-30,9%	-35,9%	-35,2%

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 10. Wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji dla budynków wg EU 30 w zależności od lokalizacji dla danych meteorologicznych z wielolecia 2000-2020

Źródło: opracowanie własne

Pierwszym kluczowym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonej analizy jest konieczność wprowadzenia na szeroką skalę **zaktualizowanych danych meteorologicznych** do obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji do użytkowania.

Wyniki przedstawione w powyższych tabelach pokazują jak **istotny wpływ na wyniki mają użyte do obliczeń dane meteorologiczne**. Dane TLM1970, oparte na warunkach klimatycznych w latach 1971-2000, **nie odzwierciedlają aktualnych realiów klimatycznych**, charakteryzujących się wyraźnym wzrostem temperatur średnich oraz skróceniem sezonu grzewczego.

Analiza wyników dla budynków J1, J2 i J3 w standardzie EU 30 pokazuje, że zastosowanie zaktualizowanych danych meteorologicznych prowadzi do **obniżenia wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową od ok. 15% do nawet 36%**, w zależności od strefy klimatycznej i typu budynku. Największe różnice występują w strefach o surowszym klimacie (IV i V), co potwierdza, że **aktualizacja danych meteorologicznych ma kluczowe znaczenie szczególnie dla północno-wschodnich regionów kraju**.

Stosowanie przestarzałych danych TLM1970 skutkuje **systematycznym zawyżaniem zapotrzebowania na energię**, co może prowadzić do:

- nieadekwatnego doboru źródeł ciepła,
- przeszacowania kosztów eksploatacyjnych,
- zafałszowania efektów energetycznych modernizacji.

Zastosowanie TLM2000 pozwala na **bardziej realistyczną ocenę energetyczną budynków**, lepiej dostosowaną do aktualnych warunków klimatycznych oraz współczesnych standardów projektowych i analitycznych.

Drugim wnioskiem z przeprowadzonych obliczeń jest to, że przyjęcie wymagań opracowanych dla standardu EU 30 pozwoliło na osiągnięcie przez prawie wszystkie analizowane warianty budynków i stref klimatycznych zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji nieprzekraczającego 30 kWh/m²rok. Wyjątkiem jest budynek J3 w strefach IV i V. Niekorzystne warunki meteorologiczne, a także mniej efektywna energetycznie architektura budynku (współczynnik A/V = 0,8 1/m) sprawia, że spełnienie wymagań dla standardu EU 30 jest w tym wypadku możliwe, wymaga jednak zastosowania ostrzejszych niż podane w standardzie wartości.

Proponowanym w takich przypadkach rozwiązaniem jest zwiększenie izolacyjności przegród, w których ocenia się występowanie największych strat, a zwiększenie izolacyjności tych przegród przyniesie największą poprawę efektywności energetycznej.

Przykładowo, w budynku J3 identyfikuje się, że przegrody o największych stratach ciepła to ściany i podłoga na gruncie. W takim przypadku zaleca się zwiększenie izolacyjności tych przegród z $U = 0,15$ W/m²K na $U = 0,12$ W/m²K dla obu przegród. W poniższej tabeli przedstawiono rezultaty tego działania.

Tabela 12 Przykład działania na rzecz spełnienia standardu EU 30 w budynkach

Parametr	EU 30	Wartość po zwiększeniu izolacyjności
Izolacyjność ścian zewnętrznych	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Izolacyjność podłogi na gruncie	$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Wskaźnik EU_{H+V} (Białystok)	32,4 kWh/m ² *rok	28,2 kWh/m²*rok
Wskaźnik EU_{H+V} (Suwałki)	34,6 kWh/m ² *rok	30,0 kWh/m²*rok

Źródło: opracowanie własne

1.4. Określenie środków technicznych dla budynku mieszkalnego, prowadzących do osiągnięcia oczekiwanych standardów energetycznych, w szczególności:

1.4.1. Minimalne grubości (w zależności od materiału) i parametrów jakościowych ocieplenia poszczególnych typów przegród zewnętrznych

Osiągnięcie standardu **EU 30** wymaga w pierwszej kolejności istotnego ograniczenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne budynku. Z przeprowadzonych analiz wynika, że aby spełnić ten standard, wartości współczynnika przenikania ciepła U dla przegród powinny mieścić się w zakresie od około **0,25 do 0,12 W/(m²·K)**, w zależności od rodzaju przegrody. Uzyskanie tak niskich wartości współczynnika U wiąże się z koniecznością zastosowania znacznych grubości materiałów termoizolacyjnych.

Wymagana grubość izolacji cieplnej zależy bezpośrednio od wartości współczynnika przewodzenia ciepła λ danego materiału. Im mniejsza jest wartość λ wyrażona w W/(m·K), tym mniejsza grubość warstwy izolacyjnej jest potrzebna do osiągnięcia zakładanej izolacyjności cieplnej przegrody. Z tego względu w budynkach o bardzo wysokim standardzie energetycznym szczególne znaczenie ma właściwy dobór materiałów termoizolacyjnych.

Stosowane w budynkach materiały izolacyjne powinny spełniać wymagania określone w odpowiednich normach krajowych lub posiadać świadectwa i aprobaty techniczne, w tym dokumenty dopuszczające je do powszechnego stosowania w budownictwie. Materiały te muszą być układane w sposób zapewniający ciągłość izolacji i eliminujący ryzyko powstawania mostków cieplnych. Szczeliny większe niż około 2 mm pomiędzy elementami izolacji powinny być wypełniane klinami z tego samego materiału lub odpowiednimi pianami poliuretanowymi.

W przypadku stosowania łączników mechanicznych lub odwróconego układu warstw konieczne jest uwzględnienie poprawek do obliczeń współczynnika U zgodnie z normą **PN-EN ISO 6946 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”**. Zastosowane łączniki powinny powodować możliwie najmniejsze zaburzenia strumienia ciepła, na przykład poprzez użycie trzpieni o niskiej przewodności cieplnej oraz zatyczek termoizolacyjnych.

W określonych przypadkach, dotyczących budynków niskich i nienarażonych na oddziaływanie silnych obciążeń wiatrem, dopuszcza się klejenie izolacji cieplnej do ścian zewnętrznych bez stosowania łączników mechanicznych. Zakres takich rozwiązań oraz warunki ich stosowania określa

Instrukcja ITB nr 334. Niezależnie od przyjętej metody mocowania, izolacja powinna być klejona w sposób uniemożliwiający cyrkulację powietrza pomiędzy warstwą izolacyjną a ścianą nośną.

Materiały termoizolacyjne stosowane w budynkach o standardzie EU 30 powinny charakteryzować się możliwie niskim oddziaływaniem na środowisko naturalne oraz możliwością recyklingu po zakończeniu okresu użytkowania. W przegrodach, w których izolacja układana jest pomiędzy elementami konstrukcyjnymi, na przykład pomiędzy drewnianymi krokiewkami, należy dążyć do ograniczenia powstawania mostków cieplnych.

Do obliczeń wykonanych zgodnie z normą PN-EN ISO 6946 przyjęto następujące założenia:

- ściana zewnętrzna, $R_{si}=0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, opór cieplny warstw nośnych $0,20 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- dach, $R_{si}=0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, założono 10% udział drewna w warstwie niejednorodnej z izolacją,
- stropodach, $R_{si}=0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, opór cieplny warstw nośnych $0,20 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- podłoga na gruncie, $R_{si}=0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, pominięto opór pozostałych warstw, bez oporu cieplnego gruntu,
- strop nad nieogrzewaną piwnicą, $R_{si}=0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$, $R_{se}=0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$, opór cieplny warstw nośnych $0,20 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Tabela 13 Niezbędna grubość izolacji dla ścian zewnętrznych

Rodzaj materiału termoizolacyjnego	Przewodność cieplna, W/mK	Wymagana grubość izolacji dla $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, cm	Wymagana grubość izolacji dla $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, cm
Wełna mineralna	0,045 – 0,033	29 – 21	36 – 27
Celuloza	0,043 – 0,037	28 – 24	35 – 30
Styropian (EPS)	0,042 – 0,031	27 – 20	34 – 25
Polistyren ekstradowany (XPS)	0,040 – 0,032	26 – 21	32 – 26
Płyty izolacyjne PUR/PIR	0,022 – 0,026	17 – 14	21 – 18
Pianka natryskowa zamknięto-komórkowa PUR	0,026 – 0,028	18 – 17	23 – 21
Pianka natryskowa otwarto-komórkowa PUR	0,035 – 0,042	27 – 23	34 – 28

Źródło: opracowanie własne

Tabela 14 Niezbędna grubość izolacji dla dachu

Rodzaj materiału termoizolacyjnego	Przewodność cieplna, W/mK	Wymagana grubość izolacji dla $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, cm
Wełna mineralna	0,045 – 0,033	44 – 35
Celuloza	0,043 – 0,037	43 – 38
Styropian (EPS)	0,042 – 0,031	42 – 34
Polistyren ekstradowany (XPS)	0,040 – 0,032	41 – 35

Płyty izolacyjne PUR/PIR	0,026 – 0,022	30 – 27
Pianka natryskowa zamknięto-komórkowa PUR	0,028 – 0,026	32 – 30
Pianka natryskowa otwarto-komórkowa PUR	0,042 – 0,035	42 – 37

Źródło: opracowanie własne

Tabela 15 Niezbędna grubość izolacji dla stropodachu

Rodzaj materiału termoizolacyjnego	Przewodność cieplna, W/mK	Wymagana grubość izolacji dla $U=0,12$ W/m ² K, cm
Wełna mineralna	0,045 – 0,033	36 – 27
Celuloza	0,043 – 0,037	35 – 30
Styropian (EPS)	0,042 – 0,031	34 – 25
Polistyren ekstradowany (XPS)	0,040 – 0,032	32 – 26
Płyty izolacyjne PUR/PIR	0,026 – 0,022	21 – 18
Pianka natryskowa zamknięto-komórkowa PUR	0,028 – 0,026	23 – 21
Pianka natryskowa otwarto-komórkowa PUR	0,042 – 0,035	34 – 28

Źródło: opracowanie własne

Tabela 16 Niezbędna grubość izolacji dla podłogi na gruncie

Rodzaj materiału termoizolacyjnego	Przewodność cieplna, W/mK	Wymagana grubość izolacji dla $U=0,15$ W/m ² K, cm
Wełna mineralna	0,045 – 0,033	30 – 22
Celuloza	0,043 – 0,037	28 – 24
Styropian (EPS)	0,042 – 0,031	28 – 21
Polistyren ekstradowany (XPS)	0,040 – 0,032	26 – 21
Płyty izolacyjne PUR/PIR	0,026 – 0,022	17 – 15
Pianka natryskowa zamknięto-komórkowa PUR	0,028 – 0,026	19 – 17

Źródło: opracowanie własne

Tabela 17 Niezbędna grubość izolacji dla stropu nad nieogrzewaną piwnicą

Rodzaj materiału termoizolacyjnego	Przewodność cieplna, W/mK	Wymagana grubość izolacji dla $U=0,20$ W/m ² K, cm
Wełna mineralna	0,045 – 0,033	21 – 15
Celuloza	0,043 – 0,037	20 – 17
Styropian (EPS)	0,042 – 0,031	19 – 14
Polistyren ekstradowany (XPS)	0,040 – 0,032	18 – 15
Płyty izolacyjne PUR/PIR	0,026 – 0,022	12 – 10
Pianka natryskowa zamknięto-komórkowa PUR	0,028 – 0,026	13 – 12

Źródło: opracowanie własne

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła dla poszczególnych przegród w celu potwierdzenia ich zgodności z powyższymi wytycznymi i warunkami przeprowadza się zgodnie z zasadami na podstawie norm PN-EN ISO 6946:2017 z uwzględnieniem wpływu mostków cieplnych wg PN-EN ISO 14683:2017 oraz PN-EN ISO 10211:2017-09.

1.4.2. Minimalne wymogi w zakresie jakości i parametrów technicznych dla okien i drzwi

Obliczenia wykonane dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych wykazały, że aby osiągnąć standard EU 30 konieczne jest zastosowanie okien o współczynniku $U_w = 1,1 - 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wartości współczynników U_w zależą od takich parametrów jak współczynnik U_g szyby, współczynnik U_f ramy, współczynnik Ψ_g ramki dystansowej, udziały szyby w całkowitej powierzchni okna i ilości podziałów. W tabeli poniżej przedstawiono wymagania dla okien i drzwi:

Tabela 18 Wyznaczenie wymagań dla okien lub drzwi dla standardu EU 30

Opis przegrody	Warunki dla standardu EU 30
Okna, drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne	$U_{max} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
Okna połaciowe	$U_{max} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Drzwi zewnętrzne, garażowe	$U_{max} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

W polskich przepisach technicznych określonych w **Warunkach Technicznych (WT2021)** maksymalna dopuszczalna wartość współczynnika przenikania ciepła U_{max} dla drzwi zewnętrznych wynosi **1,3 W/(m²K)**. Oznacza to, że drzwi o współczynniku U_{max} nie większym niż ten limit są uznawane za wystarczająco izolacyjne w kontekście minimalnych wymagań termicznych obowiązujących w nowych budynkach mieszkalnych, jednak z uwagi na wartość współczynnika U_{max} zawartego w dokumentach dotyczących Taksonomii UE, wynoszącego $U_d = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$, zdecydowano się podwyższyć wymagania dla standardu EU 30 by odpowiadały wymogom UE.

Tabela 19 Wymagane parametry techniczne dla okien lub drzwi balkonowych

Parametr techniczny	Wartość
Współczynnik przenikania ciepła ramy okiennej U_f , $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 1,20$
Współczynnik przenikania ciepła szklenia U_g , $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,60$
Współczynnik przepuszczalności całkowitego promieniowania słonecznego g szyby	$\geq 0,60$
Współczynnik liniowej straty ciepła ramki dystansowej Ψ_g , W/mK	$\leq 0,04$

Źródło: opracowanie własne

Osiągnięciu niskiej wartości współczynnika przenikania ciepła U dla okien sprzyja stosowanie rozwiązań konstrukcyjnych charakteryzujących się **dużym udziałem powierzchni przeszklonej w**

całkowitej powierzchni okna, na przykład w postaci okien nieotwieralnych. Należy jednak pamiętać, że stosowanie takich rozwiązań musi uwzględniać wymagania bezpieczeństwa użytkownika, możliwość mycia szyb od strony zewnętrznej oraz konieczność zapewnienia przewietrzania pomieszczeń w okresie letnim. Z tego względu w każdym pomieszczeniu powinno znajdować się co najmniej jedno okno otwieralne.

Istotnym parametrem wpływającym na straty ciepła przez okno jest również **liniowy współczynnik przenikania ciepła na styku szyby z ramą (Ψ_g)**. Osiągnięcie wartości $\Psi_g \leq 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, a w budynkach pasywnych nawet $\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, wymaga zastosowania specjalnych ramek dystansowych o podwyższonych właściwościach termoizolacyjnych oraz odpowiedniego, głębszego osadzenia pakietu szybowego w profilu okiennym.

Okna stosowane w budynkach niskoenergetycznych i pasywnych powinny ponadto charakteryzować się **bardzo wysoką szczelnością powietrzną**. Współczynnik infiltracji powietrza dla okien otwieranych i drzwi balkonowych nie powinien przekraczać $0,3 \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{daPa}^{2/3})$. Ze względu na stosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, okna w takich budynkach nie powinny być wyposażone w nawiewniki. Równie istotne jest prawidłowe zaprojektowanie i wykonanie połączeń okien z ościeżami, tak aby zapewnić ich pełną szczelność na przenikanie powietrza.

Sposób montażu okien ma kluczowe znaczenie dla ograniczenia mostków cieplnych. Okna powinny być instalowane w sposób minimalizujący straty ciepła na styku ościeżnicy z murem, a w budynkach pasywnych zaleca się stosowanie tzw. **ciepłego montażu**, polegającego na osadzeniu okna w warstwie izolacji cieplnej.

Wielkość zysków ciepła od promieniowania słonecznego ma istotny wpływ na bilans energetyczny budynku, dlatego zastosowane pakiety szybowe powinny charakteryzować się możliwie wysokim współczynnikiem przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g . Jednocześnie okna zlokalizowane na elewacjach od wschodu przez południe do zachodu, a także wszystkie okna dachowe, powinny być wyposażone w **elementy ochrony przeciwsłonecznej**, które ograniczają ryzyko przegrzewania latem, nie redukując jednocześnie dostępu promieniowania słonecznego w okresie zimowym.

1.4.3. Minimalne wymagania w zakresie parametrów technicznych, jakościowych i użytkowych układów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Zadaniem systemu wentylacji w budynkach jednorodzinnych w standardzie EU 30, oprócz dostarczenia świeżego powietrza zewnętrznego, usunięcia zużytego powietrza wewnętrznego i zapewnienia dopływu świeżego powietrza w budynku, jest maksymalne ograniczenie strat ciepła. Aby było to możliwe, system wentylacji musi spełniać szereg wymagań. Pierwszym i najważniejszym z punktu widzenia efektywności energetycznej jest odzyskiwanie ciepła z powietrza wywiewanego i przekazywanie go do powietrza nawiewanego [3]. Jak pokazały obliczenia dla osiągnięcia standardu EU 30, konieczne jest zastosowanie central wentylacyjnych z wysokosprawnymi wymiennikami ciepła. Efektywność energetyczna i jakość użytkowania systemu wentylacji zależy od wielu aspektów [4]. Poniżej zebrano podstawowe wymagania w zakresie parametrów technicznych, jakościowych i użytkowych dla systemów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła:

Sprawność temperaturowa odzysku ciepła

Sprawność temperaturowa odzysku ciepła dla zrównoważonych strumieni powietrza nawiewanego i wywiewanego, określona zgodnie z normą PN EN 13141-7 (badanie i ocena wydajności central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła), powinna wynosić dla budynków jednorodzinnych:

≥ 88% dla wymienników bez odzysku ciepła utajonego (wilgoci),

≥ 80% dla wymienników z odzyskiem ciepła utajonego (wilgoci),

przy czym zaleca się stosowanie central wentylacyjnych klasy energetycznej A lub A+ zgodnie z unijnym systemem etykietowania energetycznego, w celu zapewnienia zgodności budynku EU 30 z kryteriami taksonomii zrównoważonego finansowania (cel 1) oraz minimalizacji kosztów energii niezbędnej do ogrzewania budynku oraz napędu urządzeń wentylacyjnych.

Klasy energetyczne central wentylacyjnych stosowanych w budynkach EU 30 wg unijnej etykiety energetycznej (rozporządzenie 1254/2014) określone są na podstawie wartości SEC (Specific Energy Consumption) lub według polskiej nomenklatury JZE (jednostkowe zużycie energii) wyrażonej w kWh/(m²*rok). Dopuszczalne zakresy wartości JZE (SEC) dla najwyższych klas energetycznych to:

- A+: JZE (SEC) < -42 kWh/(m²*rok)
- A: -42 ≤ JZE (SEC) < -34 kWh/(m²*rok)

Wartość JZE (SEC) wyraża roczny bilans energetyczny systemu wentylacji kWh/(m²*rok), uwzględniający zarówno zużycie energii elektrycznej przez wentylatory i układy pomocnicze, jak i oszczędność energii pierwotnej wynikającą z odzysku ciepła z powietrza wywiewanego.

Im niższa jest wartość JZE (SEC) wyrażona w kWh/(m²*rok), tym większy jest rzeczywisty wkład systemu wentylacji w obniżenie zapotrzebowania budynku na ciepło potrzebne do ogrzewania.

Centralę i wyposażenie do niej należy dobierać tak, aby osiągnąć klasę A lub A+ (zgodnie rozporządzeniem o etykietowaniu energetycznym 1254/2014), co świadczy o bardzo efektywnym odzysku energii wentylacji przy minimalnym zużyciu energii elektrycznej.

Obliczanie wymaganej ilości powietrza wentylacyjnego

W budynkach mieszkalnych jednorodzinnych w standardzie EU 30 wymagany strumień powietrza wentylacyjnego należy określać zgodnie z aktualnymi normami europejskimi PN-EN 16798-1 (parametry środowiska wewnętrznego i jakość powietrza) oraz PN-EN 16798-3 (systemy wentylacji i ich charakterystyka energetyczna), w oparciu o wymaganą klasę jakości powietrza wewnętrznego (IDA) oraz rzeczywiste obciążenie budynku użytkownikami, z uwzględnieniem „Wytycznych – Instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacja) w domach jednorodzinnych”, Wydanie II, Stowarzyszenie Polska Wentylacja (SPW-W/1.2024), jako branżowego dokumentu najlepszych praktyk projektowych i wykonawczych.

Norma PN-B-03430:1983/Az3:2000, która została wycofana ze spisu obowiązujących norm, może być stosowana wyłącznie jako minimalny poziom higieniczny wynikający z przepisów krajowych i nie może stanowić podstawy projektowania w budynkach niskoenergetycznych i zeroemisyjnych, dla których wymagane są metody uwzględniające szczelność przegród, rzeczywistą liczbę użytkowników oraz charakterystykę energetyczną systemu wentylacji.

Dobrana centrala wentylacyjna oraz instalacja powinny umożliwiać płynną regulację strumienia powietrza w zakresie co najmniej 70–150% strumienia projektowego, z możliwością automatycznej modulacji w funkcji stężenia CO₂ i/lub wilgotności względnej powietrza.

Zwiększanie strumienia wentylacji powyżej rzeczywistych potrzeb higienicznych prowadzi do nieuzasadnionego wzrostu strat ciepła, zużycia energii elektrycznej oraz nadmiernego obniżenia wilgotności powietrza wewnętrznego w okresie zimowym, co jest sprzeczne z zasadą „Energy Efficiency First” oraz z celami standardu EU 30.

Elementy nawiewne

Elementy nawiewne powinny być dobrane i rozmieszczone zgodnie z „Wytycznymi – Instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacja) w domach jednorodzinnych”, Wydanie II, Stowarzyszenie Polska Wentylacja (SPW-W/1.2024), w taki sposób, aby nie powodowały powstania „stref martwych”, w których powietrze nie będzie wymieniane. Dopuszczalna prędkość powietrza w strefie przebywania ludzi (zazwyczaj nie wyżej niż 2 m od poziomu podłogi) wynosi 0,2 m/s, natomiast różnica pomiędzy temperaturą w pomieszczeniu a temperaturą powietrza nawiewanego w miejscu wejścia w strefę przebywania ludzi nie powinna być większa niż 1 K (1 °C). W przypadku wykorzystania systemu wentylacji jako ogrzewania powietrznego w budynkach elementy nawiewne mogą być rozmieszczane nad drzwiami wejściowymi. Dzięki wykorzystaniu efektu „Coandy” sufit może pełnić rolę kanału półotwartego i umożliwić przepływ powietrza na koniec pomieszczenia.

Zużycie energii elektrycznej

Centrale wentylacyjne stosowane w budynkach EU 30 powinny charakteryzować się bardzo niskim zużyciem energii elektrycznej, wyrażonym poprzez wskaźnik SFP (Specific Fan Power) zgodnie z normą PN-EN 16798-3 oraz rozporządzeniem UE w sprawie ekoprojektu (Ecodesign).

Wartość SFP dla centrali wraz z instalacją dystrybucji powietrza nie powinna przekraczać $SFP \leq 0,40$ W/(m³/h), co odpowiada klasie wysokiej efektywności energetycznej urządzeń wentylacyjnych stosowanych w budynkach niskoenergetycznych i prawie zeroemisyjnych.

Centrale powinny być wyposażone w nowoczesne wentylatory EC z płynną regulacją obrotów, zapewniające wysoką sprawność w szerokim zakresie wydajności, niski poziom hałasu oraz niskie zużycie energii przy częściowych obciążeniach, typowych dla pracy w budynkach EU 30.

Projekt systemu wentylacji

System wentylacji w budynkach EU 30 powinien być projektowany w sposób zapewniający minimalne straty ciśnienia, niskie zużycie energii elektrycznej oraz wysoką skuteczność odzysku ciepła, zgodnie z „Wytycznymi – Instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacja) w domach jednorodzinnych”, Wydanie II, Stowarzyszenie Polska Wentylacja (SPW-W/1.2024), jako dokumentem najlepszych praktyk projektowych i wykonawczych.

Długości przewodów wentylacyjnych należy ograniczać do niezbędnego minimum w celu redukcji strat ciśnienia i zużycia energii. Pomieszczenia, z których usuwane jest powietrze (kuchnie, łazienki, WC, garderoby), powinny być możliwie zblokowane w rzucie budynku, co upraszcza przebieg kanałów wywiewnych i poprawia efektywność systemu.

Trasy kanałów wentylacyjnych powinny być przewidziane już na etapie koncepcji architektonicznej budynku w celu zapewnienia odpowiedniej przestrzeni instalacyjnej, szczególnie przy ograniczonych wysokościach kondygnacji i małych powierzchniach pomieszczeń. Przewody czerpni i wyrzutowe (od i do centrali wentylacyjnej) powinny być możliwie najkrótsze i prowadzone w sposób minimalizujący opory przepływu oraz straty ciepłe.

W budynkach jednorodzinnych zaleca się stosowanie jednej centrali nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, co poprawia kontrolę nad strumieniami powietrza, rozliczalność zużycia energii oraz komfort użytkowników.

W miejscu montażu centrali wentylacyjnej należy zapewnić odprowadzenie skroplin z wymiennika ciepła do instalacji kanalizacyjnej.

Szczelność i izolacja kanałów

System wentylacji powinien być szczelny oraz zaizolowany termicznie. Dotyczy to w szczególności kanałów, którymi powietrze jest czerpane z zewnątrz i doprowadzane do centrali oraz tych usuwających powietrze na zewnątrz za centralą. Minimalna grubość izolacji określają wytyczne SPW.

Automatyka regulacyjna

Centrala wentylacyjna powinna być wyposażona w układ automatyki regulacyjnej umożliwiający dostosowanie wydajności wentylacji do aktualnych potrzeb. Sterowanie centralą realizowane jest za pomocą panelu znajdującego się w strefie mieszkalnej. Użytkownik musi mieć możliwość zmiany wielkości strumienia powietrza wentylacyjnego w zakresie 70/100/150%, wyłączenia/włączenia centrali oraz przejścia w tryb letni (z obejściem bez odzysku ciepła lub z działającym tylko wentylatorem wywiewnym i powietrzem dostającym się przez rozszczelnione okna). Układ regulacji może być zautomatyzowany i zmieniać wydajność wentylacji w zależności od pomiaru stężenia CO₂ w powietrzu wywiewanym lub pomieszczeniu reprezentatywnym. Inną wartością mierzoną może być wilgotność względna powietrza wywiewanego. Regulacja wydajności może być sterowana czasowo według zadanego harmonogramu dziennego/tygodniowego. Zastosowanie układów automatycznej regulacji może zmniejszyć straty ciepła na wentylację, podwyższyć jakość powietrza wewnętrznego i zmniejszyć zużycie energii elektrycznej utrzymując wymagany komfort.

Ochrona przed hałasem

Aby nie dopuścić do wzrostu natężenia hałasu należy zachować poniższe rygory:

- nie przekraczać dopuszczalnych prędkości przepływu w kanałach wentylacyjnych: kanały główne: < 5,0 m/s, kanały niedaleko nawiewników < 3,0 m/s, nawiewniki < 1,0 m/s,
- centrala wentylacyjna powinna emitować mało hałasu, na kanałach nawiewnych i wywiewnych trzeba bezwzględnie stosować tłumiki,
- system kanałów powinien być tak zaprojektowany i wyregulowany, aby straty ciśnienia na przepływie powietrza były możliwie jak najniższe,
- sprawdzić czy nie został przekroczony dopuszczalny poziom hałasu (poziom ciśnienia akustycznego): natężenie hałasu w pomieszczenie pomocniczym (np. korytarz, pomieszczenie higieniczno-sanitarne, osobna kuchnia, garderoba) ≤ 35 dB(A), natężenie hałasu w pomieszczeniach mieszkalnych ≤ 25 dB(A),

-
- po wykonaniu systemu wentylacji sprawdzić czy projektowane strumienie powietrza wentylacyjnego odpowiadają strumieniom rzeczywistym.

Czystość instalacji

Na nawiewie powietrza zewnętrznego należy stosować filtry klasy co najmniej ePM1 \geq 50% (odpowiednik dawnej klasy F7), a na wywiewie filtry klasy co najmniej ePM10 \geq 50% (odpowiednik dawnej klasy G4), zgodnie z normą PN-EN ISO 16890.

Instalacja powinna być wykonana z kanałów sztywnych, wyposażonych w otwory rewizyjne umożliwiające okresowe czyszczenie. Nie należy stosować kanałów elastycznych jako elementów stałej instalacji rozprowadzającej powietrze. Kanały elastyczne mogą być stosowane wyłącznie jako krótkie odcinki przyłączeniowe do nawiewników lub wywiewników, nie jako element stałej instalacji rozprowadzającej.

Kratki wywiewne w kuchni należy zabezpieczyć dodatkowym filtrem przeciwtłuszczowym. Pochłaniacze kuchenne nie mogą być podłączane bezpośrednio do kanałów wywiewnych systemu wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła.

Ochrona przed szronieniem

Centrala musi być wyposażona w rozwiązania chroniące wymiennik przed szronieniem. Zastosowane rozwiązania powinny charakteryzować się jak najmniejszym zużyciem energii elektrycznej i nie powodować dodatkowych strat ciepła na wentylację. Przed szronieniem może chronić gruntowy wymiennik ciepła lub grzałka elektryczna [5].

Szczelność powietrzna budynku

Budynki w standardzie EU 30 muszą spełniać wymaganie szczelności powietrznej $n_{50} \leq 0,7 \text{ h}^{-1}$, określone na podstawie badania szczelności metodą Blower Door zgodnie z normą PN-EN ISO 9972. Wartość n_{50} odnosi się do całego budynku wraz z systemem wentylacji w stanie roboczym i musi być potwierdzona protokołem z pomiaru. Wysoka szczelność obudowy budynku jest warunkiem koniecznym do osiągnięcia zakładanej efektywności odzysku ciepła, niskich strat wentylacyjnych oraz spełnienia bilansu energetycznego standardu EU 30.

Zgodność wykonawcza

Projektowanie, wykonanie, regulacja i odbiór systemów wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w budynkach w standardzie EU 30 muszą być zgodne z: **„Wytyczne – Instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacja) w domach jednorodzinnych”, Wydanie II, Stowarzyszenie Polska Wentylacja (SPW, 2024)**. Wytyczne te stanowią referencyjny standard wykonawczy dla spełnienia wymagań energetycznych, akustycznych i higienicznych standardu EU 30.

1.4.4. Minimalne wymagania standardu i jakości wykonania układów instalacji grzewczych (c.o. i c.w.u)

Ograniczenie strat ciepła przez przenikanie i wentylację powoduje, że jednostkowe projektowe obciążenie cieplne wynosi w budynkach o standardzie EU 30 około 25-30 W/m² w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej. Oznacza to, że do ogrzania budynku jednorodzinnego w standardzie EU 30

o powierzchni użytkowej np. 150 m² wystarczy źródło ciepła o mocy około 4,5 kW. Aby instalacja centralnego ogrzewania działała efektywnie i zapewniała wysoki komfort cieplny powinna [6, 7]:

- być zaprojektowana i zwymiarowana na podstawie wartości projektowanego obciążenia cieplnego wyznaczonych dla budynku zgodnie z normami PN EN 12831-1 i 12831-3 + 2 raporty techniczne: 12831-2 „Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego” i PN EN 12831-4,
- zapewniać równomierny, przestrzenny rozkład temperatury odczuwalnej (średnia arytmetyczna sumy temperatury powietrza i średniej temperatury powierzchni przegród) w pomieszczeniach,
- umożliwiać regulację temperatury odczuwalnej w pomieszczeniach, np. zawory z głowicami termostatycznymi o zakresie proporcjonalności 1K - im mniejszy zakres proporcjonalności tym szybciej następuje odcięcie dopływu czynnika grzewczego do grzejnika w sytuacji, gdy temperatura w pomieszczeniu wzrasta powyżej zadanej (1K oznacza, że zawór zamknie się całkowicie przy temperaturze 21°C dla zadanej temperatury 20°C, standardowo stosowane głowice powodują zamknięcie zaworu przy temperaturze 22°C),
- być wyposażona w automatyczny układ regulacji pogodowej (sterowanie wg krzywej grzewczej) - mierzący temperaturę zewnętrzną i wewnętrzną dostosowujący parametry pracy instalacji do aktualnych potrzeb i umożliwiający programowanie temperatury odczuwalnej w pomieszczeniach w okresie dnia i tygodnia,
- pozwalać na efektywne wykorzystanie ciepła i być wyposażona w urządzenia do monitorowania jego zużycia,
- być zaprojektowana w sposób zwarty, kompaktowy i zblokowany. Długość przewodów powinna być możliwie jak najmniejsza w celu ograniczenia strat ciepła i ciśnienia;
- posiadać źródło o wysokiej efektywności dostawy ciepła (pompa ciepła o klasie energetycznej A++ lub A+++),
- być wyposażona w ogrzewanie płaszczyznowe (podłogowe, ścienne lub sufitowe) lub klimakonwektory (łatwe do czyszczenia), przekazujące ciepło do pomieszczeń na drodze konwekcji i promieniowania,
- być trwała i charakteryzować się niskim kosztem eksploatacji, np. zastosowanie energooszczędnych pomp obiegowych, które w porównaniu do tradycyjnych mogą zużywać nawet o ponad 80% mniej energii elektrycznej,
- być możliwie najmniej uciążliwa dla środowiska naturalnego, np. wykorzystywać odnawialne źródła energii,

Przewody rozprowadzające systemu grzewczego muszą być zaizolowane i powinny być układane powyżej warstwy izolacji w przypadku podłogi na gruncie lub stropu nad nieogrzewanym poddaszem. Grubość warstwy izolacji przewodów powinna być dobrana zgodnie z wymaganiami normy PN-B-02421: 2000 (np. dla przewodu \leq DN 20 instalacji c.o. temperatura do 95°C biegnącego w części ogrzewanej budynku $t_i \geq 12^\circ\text{C}$ wymagana grubość izolacji wynosi 20 mm, przy współczynniku przewodzenia ciepła 0,035 W/mK),

Niskotemperaturowy charakter instalacji grzewczej

Instalacja centralnego ogrzewania w budynkach EU 30 musi być projektowana jako **niskotemperaturowa**, z maksymalną temperaturą zasilania:

- $\leq 35^{\circ}\text{C}$ dla ogrzewania płaszczyznowego,
- $\leq 45^{\circ}\text{C}$ dla klimakonwektorów i grzejników niskotemperaturowych, przy temperaturze obliczeniowej zewnętrznej zgodnej z PN-EN 12831.
Ma to na celu zapewnienie wysokiej sezonowej efektywności pomp ciepła i minimalizację zużycia energii pierwotnej.

Temperatura zasilania instalacji grzewczej powinna być określana dla 100% projektowego obciążenia cieplnego i potwierdzona obliczeniami zgodnie z PN-EN 12831.

Powiązanie instalacji z efektywnością pompy ciepła

System grzewczy powinien być projektowany w sposób umożliwiający osiągnięcie przez pompę ciepła sezonowego współczynnika efektywności $\text{SCOP} \geq 4,0$ dla ogrzewania budynku, zgodnie z profilem klimatu umiarkowanego. Obejmuje to dobór niskotemperaturowych odbiorników ciepła, właściwe zwymiarowanie instalacji oraz optymalizację krzywej grzewczej.

Projektowanie, dobór i wykonanie instalacji grzewczej z pompą ciepła w budynkach w standardzie EU 30 powinny być zgodne z „**Wytocznymi projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła – Część 7: Wytoczne projektowania, doboru, montażu i uruchomienia instalacji z pompami ciepła w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych**” (PORT PC, wyd. 1/2020), jako krajowym dokumentem referencyjnym określającym dobre praktyki techniczne w zakresie niskotemperaturowych systemów grzewczych z pompami ciepła.

Ciepło dostarczane przez system grzewczy musi być efektywnie wykorzystywane, grzejniki powinny być prawidłowo usytuowane w pomieszczeniu, nieosłonięte, a za nimi powinny być zamontowane ekrany odbijające promieniowanie ciepłe.

System przygotowania ciepłej wody użytkowej powinien być zintegrowany z pompą ciepła i zaprojektowany w sposób minimalizujący zużycie energii pierwotnej, w tym poprzez zastosowanie zasobników o niskich stratach postojowych oraz cyrkulacji o sterowaniu czasowym lub temperaturowym.

Źródła ciepła

Elektryczne pompy ciepła

Wybór źródła ciepła ma kluczowe znaczenie dla przyszłych kosztów użytkowania budynku, kosztów inwestycyjnych, komfortu użytkowania instalacji i emisji gazów cieplarnianych. Stosując sumaryczne kryterium: biorąc pod uwagę koszty wykonania systemu grzewczego i koszty eksploatacyjne w okresie użytkowania urządzeń grzewczych, optymalnym sposobem wytwarzania ciepła w warunkach

jest zastosowanie elektrycznej pompy ciepła pobierająca ciepło z gruntu lub powietrzna pompa ciepła wykorzystująca powietrze zewnętrzne, i współpracująca z niskotemperaturowym ogrzewaniem podłogowym lub klimakonwektorami. Koszty inwestycyjne rekompensują oszczędności wynikające z małego zużycia energii. Aby zapewnić wysoką sprawność pracy źródła ciepła i efektywną pracę systemu grzewczego należy:

- wyposażyć go w zasobnik buforowy, o odpowiedniej pojemności i możliwie małych stratach postojowych, jeżeli wymaga tego typ zastosowanej pompy ciepła i schemat hydrauliczny,
- stosować elektryczne pompy ciepła posiadające następujące cechy:
 - o efektywność energetyczna pompy ciepła w klasie energetycznej A++ lub A+++ (dla parametrów projektowych 35°C) z wysokim średnio sezonowy współczynnik efektywności zgodnie z PN-EN 14828:
 - $SCOP \geq 3,82$ dla progu klasy A++ , w przypadku pomp ciepła typu solanka/woda lub woda/woda,
 - $SCOP \geq 4,45$ dla progu klasy A+++ w przypadku pomp ciepła typu solanka/woda lub woda/woda,
 - $SCOP \geq 3,95$ dla progu klasy A++ , w przypadku pomp ciepła typu powietrze/woda,
 - $SCOP \geq 4,58$ dla progu klasy A+++ w przypadku pomp ciepła typu powietrze/woda,
 - o duży zakres regulacji mocy grzewczej pompy ciepła (min. 40-100%),
 - o niski poziom hałasu zewnętrznego (mocy akustycznej) jednostki zewnętrznej w przypadku zastosowania powietrznych pomp ciepła, przy czym zaleca się, aby poziom mocy akustycznej dla pompy ciepła typu powietrze/woda lub powietrze/powietrze nie przekraczał 55 dB(A) — zgodnie z wartością deklarowaną w dokumentacji/etykiecie energetycznej dla warunków odniesienia A7/W55 (dla pracy sezonowej przy częściowym obciążeniu, zgodnie z metodyką etykietowania). Wymaganie to ma na celu zapewnienie możliwości lokalizacji urządzenia w zabudowie jednorodzinnej i szeregowej bez ryzyka przekroczeń hałasu środowiskowego oraz zwiększenie akceptacji społecznej elektryfikacji ogrzewania.
- W przypadku zastosowania pomp ciepła gruntowych zaleca się wykorzystanie jako dolnego źródła ciepła pionowych gruntowych wymienników ciepła (pionowych GWC), zaprojektowanych i wykonanych zgodnie z „Wytycznymi projektowania, doboru i montażu pomp ciepła – część 1: Dolne źródła ciepła” PORT PC. Zastosowanie pionowych GWC pozwala na oszczędność miejsca, zapewnia stabilną temperaturę dolnego źródła i wysoką sezonową efektywność pracy pompy ciepła; kolektory te mogą być również wykorzystywane do pasywnego chłodzenia budynku w okresie letnim.
- należy dobrać moc pompy ciepła w taki sposób, aby pokrywała ona co najmniej 80% projektowego obciążenia cieplnego budynku w celu zoptymalizowania kosztów zakupu pompy i wykonania dolnego źródła ciepła. Pozostała część obciążenia cieplnego powinna być pokryta przez grzałki elektryczne zamontowane w pompie ciepła w zbiorniku buforowym. Rozwiązanie takie pozwoli na zmniejszenie kosztów zakupu i wykonania źródła ciepła przy jednoczesnym niewielkim wpływie na koszty użytkowania budynku. Moc dobranej pompy ciepła powinna odpowiadać za

ogrzewanie budynku do temperatury zewnętrznej od min. około -10°C (temperatura biwaletna dla strefy III), poniżej tej temperatury będzie włączała się dodatkowa (równoległa) grzałka elektryczna. Ilość ciepła dostarczanego przez pompę ciepła będzie stanowiła około 99% całkowitej ilości ciepła potrzebnej do ogrzewania budynku w trybie równoległym, monoenergetycznym,

- zastosować niskotemperaturowe ogrzewanie (płaskie podłogowe, ściennie lub sufitowe). Obliczeniowe parametry wody grzewczej na zasilaniu i powrocie z instalacji muszą być jak najniższe, np. $35/30^{\circ}\text{C}$ lub $30/25^{\circ}\text{C}$. Wyższe parametry spowodują znaczący spadek efektywności energetycznej pompy ciepła. Dodatkową funkcją ogrzewania płaskiego może być chłodzenie w okresie letnim, ale bez możliwości obniżenia wilgotności powietrza. Konieczne jest przy tym zastosowanie systemu kontroli punktu rosy.
- Alternatywnie zaleca się zastosowanie klimakonwektorów. Obliczeniowe parametry wody na zasilaniu i powrocie z instalacji muszą być jak najniższe, np. $42/35^{\circ}\text{C}$. Wyższe parametry spowodują znaczący spadek efektywności energetycznej pompy ciepła. Dodatkową funkcją klimakonwektorów może być chłodzenie w okresie letnim z zapewnieniem obniżenia wilgotności powietrza.
- Zaleca się stosowanie energooszczędnych pomp obiegowych, które w porównaniu do tradycyjnych mogą zużywać nawet o 80 % mniej energii elektrycznej.

Zgodność projektowa i wykonawcza

Projektowanie, dobór, montaż, regulacja i odbiór instalacji pomp ciepła w budynkach w standardzie EU 30 muszą być zgodne z: „Wytycznymi projektowania, doboru i montażu pomp ciepła – część 7: Instalacje i systemy grzewcze z pompami ciepła”, PORT PC. Wytyczne te stanowią referencyjny standard wykonawczy dla spełnienia wymagań efektywności energetycznej, niskotemperaturowego charakteru instalacji, niezawodności oraz komfortu cieplnego przy zastosowaniu pomp ciepła w standardzie EU 30.

Elektryczne pompy ciepła – zgodność z taksonomią UE

W budynkach w standardzie EU 30 zaleca się stosowanie pomp ciepła **najwyższych dwóch klas energetycznych A++ lub A+++** zgodnie z unijnym systemem etykietowania energetycznego. Zapewnia to bardzo niskie zużycie energii, niskie koszty eksploatacji oraz wysoki poziom zgodności z celami klimatycznymi Unii Europejskiej.

Zgodnie z taksonomią UE w zakresie celu „łagodzenie zmiany klimatu” (Climate Change Mitigation) pompy ciepła są uznane za technologię zrównoważoną pod warunkiem spełnienia minimalnych wymagań efektywnościowych, które w praktyce odpowiadają **co najmniej klasie energetycznej A+**. Oznacza to, że **taksonomia dopuszcza pompy ciepła klasy A+**, natomiast **standard EU 30 wprowadza wyższy próg jakościowy**, rekomendując wyłącznie urządzenia klasy **A++ i A+++ przy zastosowaniu niskotemperaturowym**.

Dodatkowo, w ramach kryteriów **łagodzenia zmiany klimatu**, taksonomia UE wymaga, aby elektryczne, sprężarkowe pompy ciepła miały **czynniki chłodnicze o niskim potencjale tworzenia efektu cieplarnianego ($\text{GWP} \leq 675$)**. Ogranicza to emisje pośrednie związane z ewentualnymi

wyciekami czynnika chłodniczego i zapewnia rzeczywistą redukcję wpływu na klimat w całym cyklu użytkowania urządzenia.

W praktyce oznacza to, że standard **EU 30** łączy:

- bardzo wysoką efektywność energetyczną pomp ciepła (A++ / A+++),
- niskie koszty eksploatacji,
- oraz niskie emisje (CO₂) pośrednie dzięki niskiemu GWP czynnika chłodniczego,

tworząc spójny i zgodny z regulacjami UE standard systemu grzewczego dla budynków zeroemisyjnych.

Biomasa drzewna

W budynkach jednorodzinnych o niskim zapotrzebowaniu awaryjnym źródłem ciepła może być kominek na biomasę drzewną lub pellet drzewny. Z uwagi na małe projektowe obciążenie cieplne należy stosować w nich kominki o niewielkiej mocy cieplnej (około 3–6 kW) dostosowanej do charakterystyki cieplnej budynku. Zamontowanie kominka o zbyt dużej mocy grzewczej może prowadzić do przegrzewania pomieszczeń i zwiększenia strat cieplnych budynku. Zastosowany kominek powinien mieć zamkniętą komorę spalania i posiadać niezależne doprowadzenie powietrza do spalania z zewnątrz (z czerpnią powietrza umieszczoną poza bryłą budynku). System spalinowy, komora spalania i kanał doprowadzania powietrza powinny być połączone i wykonane szczelnie. Zaleca się stosowanie kominów zewnętrznych. Ewentualny system rozprowadzenia ciepłego powietrza z kominka po budynku powinien być niezależny od systemu wentylacji i wykonany oddzielnie. Należy zabezpieczyć układ poprzez system kontroli pracy kominka i kontroli podciśnienia ze sterowaniem wyłączeniem działania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, tak aby nie dopuścić do ryzyka zasysania spalin do pomieszczenia przy otwarciu drzwiczek kominka.

Uwaga: W budynkach w standardzie EU 30 nie dopuszcza się stosowania jako źródła ciepła kotłów spalających paliwa kopalne – kotły gazowe, węglowe czy olejowe.

W standardzie EU 30 biomasa nie jest traktowana jako źródło podstawowe, lecz wyłącznie jako źródło awaryjne – w celu zachowania docelowego, bezemisyjnego w eksploatacji modelu budynku opartego na elektryfikacji i odnawialnej energii (pompa ciepła + fotowoltaika + magazyn energii), przy ograniczeniu spalania paliw do sytuacji wyjątkowych (np. przerw w zasilaniu).

Takie podejście jest spójne z Taksonomią UE (Załącznik I do rozporządzenia delegowanego (UE) 2021/2139), która dopuszcza wykorzystanie biomasy w wytwarzaniu ciepła pod warunkiem spełnienia kryteriów zrównoważonego pozyskania biomasy określonych w dyrektywie RED (UE) 2018/2001 oraz wykazania bardzo wysokiej redukcji emisji gazów cieplarnianych w całym cyklu życia paliwa (co najmniej 80% w porównaniu do paliw kopalnych).

Niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe

Wykorzystanie w budynku niskotemperaturowego ogrzewania podłogowego i /lub ściennego może być warunkiem koniecznym dla zapewnienia wysokiej efektywności (SCOP) pompy ciepła. Decydując się na taki system grzewczy należy pamiętać, że posiada on zalety oraz wady.

Zalety ogrzewania podłogowego:

- lepsze warunki higieniczne i podwyższony komfort cieplny: niższa temperatura powietrza, równomierny rozkład temperatury w całym pomieszczeniu, mniejsze konwekcyjne ruchy powietrza unoszące kurz i brudzące ściany,
- brak grzejników, większa estetyka wnętrz, łatwość utrzymania czystości,
- obniżenie sezonowego zużycia ciepła dzięki niższej temperaturze nośnika ciepła,
- możliwość efektywnego zastosowania pompy ciepła z wysoką efektywnością $SCOP > 4$,
- właściwości samoregulacji (samoczynna zmiana mocy cieplnej ogrzewania podłogowego w wyniku niewielkiej zmiany temperatury wewnętrznej w pomieszczeniu).

Wady ogrzewania podłogowego:

- duża bezwładność cieplna oraz podwyższone wymagania w odniesieniu do regulacji eksploatacyjnej - układ powinien być wyposażony w regulację centralną i miejscową, za regulację centralną powinien odpowiadać regulator inteligentny PID lub regulację bilansującą pozwalający na działanie z wyprzedzeniem i „uczenie się systemu”, niewłaściwy układ regulacji może doprowadzić do przegrzewania pomieszczeń i nadmiernych strat ciepła,
- konieczność bardzo precyzyjnego wymiarowania instalacji, błędy w doborze wielkości grzejników po wykonaniu instalacji są nieusuwalne,
- ograniczanie mocy cieplnej w przypadku dodatkowych elementów (dywan, meble),
- brak możliwości późniejszych zmian instalacji,
- wyższe koszty inwestycyjne niż dla ogrzewania grzejnikowego,
- większe zużycie energii pomocniczej do napędu pomp obiegowych i układów regulacji.

Ogrzewanie powietrzne w budynkach w standardzie EU 30

Znaczne ograniczenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania w budynkach EU 30 wpływa na redukcję projektowanego obciążenia cieplnego wyznaczonego zgodnie z normą PN-EN 12831:2006. Wskaźnik jednostkowego zapotrzebowania na moc grzewczą odniesiony do powierzchni ogrzewanej wynosi około 25-30 W/m² co pozwalałoby w niektórych przypadkach na rezygnację z tradycyjnego ogrzewania wodnego i zastosowanie ogrzewania powietrznego [9]. Dobre praktyki wskazują na potrzebę dodatkowego obniżenia jednostkowego obciążenia cieplnego do wartości nie wyższej niż 15 W/m². Aby sprawdzić czy rozwiązanie takie jest możliwe należy porównać projektowe obciążenie cieplne z mocą ogrzewania powietrznego pracującego na projektowanych, niezwiększonych

strumieniach powietrza wentylacyjnego. Ogrzewanie powietrzne jest dopuszczalne tylko przy $n_{50} \leq 0,7$ i bardzo wysokiej izolacyjności przegród.

Przykładowo projektowane obciążenie cieplne budynku jednorodzinnego J2 wynosi 3,4 kW a maksymalna moc grzewcza ogrzewania powietrznego przy założeniu dopuszczalnej temperatury nawiewu 50°C i strumienia powietrza 230 m³/h wynosi 2,3 kW. Jeżeli brakujące 1,1 kW dostarczymy do budynku za pomocą grzejników zlokalizowanych tylko w łazienkach lub pod największymi oknami, to może się okazać, że dodatkowe grzejniki nie będą potrzebne.

Zalety ogrzewania powietrznego:

- rezygnacja z wodnego ogrzewania grzejnikowego lub podłogowego, większa estetyka wnętrza, łatwość utrzymania czystości,
- możliwość wykorzystania wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła jako systemu grzewczego w przypadku niskiego projektowego obciążenia cieplnego 15 W/m²,
- mała bezwładność cieplna instalacji,
- powietrze nawiewane jest cieplejsze od powietrza wewnętrznego co pozwala na wykorzystanie efektu Coandy polegającego na przyleganiu strumienia powietrza nawiewnego do sufitu; sufit staje się kanałem półotwartym i powietrze jest transportowane na koniec pomieszczenia pomimo umieszczenia nawiewników nad drzwiami wejściowymi, pozwala to na znaczne uproszczenie projektu systemu wentylacji, zastosowanie krótszych kanałów i ograniczenie strat ciśnienia.

Wady ogrzewania powietrznego:

- zmniejszenie poczucia komfortu cieplnego poprzez gorszy pionowy rozkład temperatury – cieplej na górze chłodniej na dole,
- mniej korzystny sposób przekazywania ciepła,
- zazwyczaj brak regulacji miejscowej, strumienia powietrza wentylacyjnego pomieszczeń nie są indywidualnie regulowane i mają taką samą temperaturę.

Instalacja c.w.u.

Znaczący spadek zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków EU 30 powoduje, że coraz większe znaczenie w bilansie energetycznym zaczyna odgrywać zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. Do podstawowych rozwiązań podnoszących efektywność energetyczną instalacji należy zaliczyć maksymalne ograniczenie strat ciepła na dystrybucji i cyrkulacji ciepłej wody, zmniejszenie zużycia ciepłej wody i wykorzystania do jej przygotowania odnawialnych źródeł energii. Projektując instalację c.w.u. należy:

- precyzyjnie określić moc potrzebną do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Przyjmowane zgodnie z normą PN 92/B-01706 (należy uwzględnić również PN-EN 1717:2026) zapotrzebowanie jednostkowe $q_j = 110 - 130$ l/d na osobę jest zbyt wysokie i prowadzi do przewymiarowania wymienników lub podgrzewaczy pojemnościowych. Zbyt wysoka moc zamówiona oznacza większe koszty użytkowania budynku. Rzeczywiste jednostkowe zapotrzebowanie na c.w.u. wynosi $q_j = 40 - 70$ l/d na osobę [10],

-
- precyzyjnie dobrać wielkość podgrzewacza lub zasobnika c.w.u., zbyt duża pojemność wraz z przewymiarowanym źródłem ciepła może prowadzić do powstania dodatkowych postojowych strat ciepła. Zastosowany podgrzewacz lub zasobnik c.w.u. powinien być bardzo dobrze zaizolowany,
 - stosować pompy ładujące o wydajności zapewniającej wykorzystanie akumulacyjności cieplnej zasobników ciepłej wody użytkowej w pracy instalacji c.w.u.,
 - stosować baterie czerpalne o optymalnych rozwiązaniach konstrukcyjnych pod względem minimalizowania zużycia c.w.u. – mogą to być baterie z „eko-przyciskiem”, termostatyczne, bezdotykowe, perlatory zamiast zwykłych sitek prysznicowych, urządzenia zamykające przepływ wody w niezakręconych kranach,
 - właściwie zaizolować termicznie instalację (dotyczy to przewodów poziomych i pionowych w instalacji rozprowadzającej i cyrkulacyjnej); grubość wymaganej warstwy izolacji powinna odpowiadać zaleceniom podanym w normie PN-B-02421:2000 „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze”, np. dla przewodu \leq DN 20 instalacji c.w.u. temperatura do 60°C biegnącego w części ogrzewanej budynku $t_i \geq 12^\circ\text{C}$ wymagana grubość izolacji wynosi 15 mm, przy współczynniku przewodzenia ciepła równym 0,035 W/mK. W przypadku budynków w standardzie EU 30 wymagana grubość izolacji powinna być powiększona o współczynnik 1,5. Dobrze zaizolowane przewody zajmują znacznie więcej miejsca, co powinno być uwzględnione na etapie projektowym,
 - wyposażyć ją w termostatyczne regulatory przepływu wody cyrkulacyjnej przez poszczególne piony instalacji ciepłej wody użytkowej,
 - wyposażyć ją w liczniki ciepła umożliwiające monitoring jego zużycia i regulatory temperatury ciepłej wody użytkowej, na jej odpływie z sekcji podgrzewu c.w.u. o jak najmniejszych stałych czasowych. Układ regulacji powinien umożliwić przeprowadzenie okresowej dezynfekcji termicznej instalacji,
 - stosować pompy cyrkulacyjne o samoczynnej regulacji parametrów pracy, dostosowane do dużej zmienności przepływów cyrkulacyjnych. Pompy powinny być jednocześnie sterowane za pomocą układów termostatycznych tak, aby maksymalnie skrócić czas krążenia wody w obiegu cyrkulacyjnym. Zastosowane pompy, podobnie jak w systemie grzewczym, powinny charakteryzować się wysoką sprawnością - małym zużyciem energii elektrycznej,
 - rozważyć wykorzystanie odnawialnych źródeł energii do przygotowania c.w.u., o ile jest to uzasadnione ekonomicznie.

Z uwagi na rosnący udział zapotrzebowania na energię do przygotowania ciepłej wody użytkowej w stosunku do zapotrzebowania na energię do ogrzewania – w przypadku budynków EU 30 zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u. może być zbliżone do zapotrzebowania na energię dla c.o.

Do głównych rozwiązań można zaliczyć:

-
- wykorzystanie zasobników ciepła współpracujących z pompami ciepła, których zadaniem będzie magazynowanie ciepła w okresie niskich rozbiorów nocnych lub niskiej ceny energii elektrycznej i oddawanie go w okresach szczytowego zapotrzebowania związanego z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Zastosowanie zasobników wymaga precyzyjnego określenia ich pojemności i odpowiedniego doboru mocy na potrzeby ciepłej wody użytkowej – p. wytyczne PORT PC cz. 7,
 - wykorzystanie innych odnawialnych źródeł energii takich jak kolektory słoneczne, do przygotowania ciepłej wody użytkowej, o ile jest to uzasadnione ekonomicznie.

Składowe sprawności układów grzewczych i instalacji do podgrzania ciepłej wody użytkowej – wytyczne obliczeniowe

Sprawność układów technologicznych i instalacji do podgrzania ciepłej wody użytkowej należy określać z uwzględnieniem wszystkich składowych sprawności w granicach bilansowych obiektu projektowanego wg:

- metodyki podanej w rozporządzeniu dotyczącej wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków lub
- metodyki podanej w rozporządzeniu dotyczącej wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków z uwzględnieniem danych i wytycznych szczegółowych udostępnionych przez producentów i dostawców urządzeń i technologii, lub w oparciu o udokumentowaną wiedzę techniczną.

Pozostałe, niezbędne dane i wymagania mające wpływ na wielkość zapotrzebowania na energię końcową można przyjmować na podstawie:

- norm i wytycznych obowiązujących w projektowaniu, określonych na podstawie przepisów odrębnych,
- materiałów informacyjnych oraz dokumentów producentów materiałów, urządzeń i technologii.

Uwaga: W przypadku zastosowania odnawialnych źródeł energii, w tym wykorzystania ciepła odpadowego wskaźniki charakteryzujące wydajność energetyczną tych urządzeń i technologii powinny być określone we właściwy sposób dla średniorocznych rzeczywistych warunków i średniorocznych parametrów eksploatacyjnych (np. SCOP) na podstawie charakterystyk urządzeń/technologii podanych przez ich dostawców i producentów lub obliczone samodzielnie na podstawie dostępnej i udokumentowanej wiedzy technicznej. W przypadku zastosowania pomp ciepła (gruntowe i powietrzne), instalacji kolektorów słonecznych wielkości uzyskanych efektów energetycznych należy udokumentować przy pomocy odpowiednich obliczeń, prawidłowości założeń, wielkości wskaźników itp. zaleca się używanie do tego celu komputerowych programów symulacyjnych.

1.4.5. Określenie minimalnych wymagań dotyczących standardów i jakości wykonania układów oświetleniowych

Oświetlenie w budynkach mieszkalnych powinno łączyć wysoką efektywność energetyczną z zapewnieniem komfortu użytkowania, bezpieczeństwa oraz odpowiednich warunków percepcji wzrokowej. Obecnie dominującą technologią w oświetleniu wnętrz jest technologia LED, która dzięki wysokiej skuteczności świetlnej, długiej trwałości oraz możliwości precyzyjnego sterowania pozwala spełnić jednocześnie wymagania funkcjonalne, estetyczne i energetyczne.

Projektując oświetlenie LED należy uwzględnić takie parametry, jak: równomierność oświetlenia, poziom natężenia i luminancji, ograniczenie olśnienia, odpowiedni kontrast oraz wysoki wskaźnik oddawania barw. Istotne jest również dostosowanie barwy światła i jego rozsyłu do funkcji danego pomieszczenia oraz charakteru wykonywanych w nim czynności. Oświetlenie powinno być projektowane w sposób świadomy, z uwzględnieniem celu, jakiemu ma służyć, a nie jedynie jako element dekoracyjny.

W budynkach mieszkalnych najczęściej stosuje się kombinację **oświetlenia ogólnego, zadaniowego i akcentującego**, realizowaną przy użyciu opraw LED o zróżnicowanych parametrach. W **strefach wejściowych i komunikacyjnych** zalecane jest stosowanie opraw LED o szerokim rozsyle światła, często w formie oświetlenia pośredniego, odbitego od sufitów i ścian. Takie rozwiązanie poprawia orientację przestrzenną, optycznie powiększa wnętrze oraz zwiększa poczucie bezpieczeństwa. W miejscach o długim czasie użytkowania światła korzystne jest zastosowanie opraw LED o wysokiej skuteczności świetlnej oraz integracja z czujnikami ruchu lub obecności.

W **pomieszczeniach dziennych, takich jak salon czy jadalnia**, oświetlenie LED powinno zapewniać dużą elastyczność użytkowania. Osiąga się to poprzez połączenie oświetlenia ogólnego z oświetleniem zadaniowym i akcentującym, co umożliwi tworzenie różnych scen świetlnych dostosowanych do aktualnych potrzeb użytkowników.

W **kuchniach i łazienkach**, a także w innych obszarach roboczych, szczególnie istotna jest jakość światła. Oświetlenie LED w tych pomieszczeniach powinno charakteryzować się wysokim wskaźnikiem oddawania barw oraz odpowiednim kierunkiem padania światła, tak aby ograniczyć powstawanie cieni i zapewnić dobre warunki do wykonywania precyzyjnych czynności wzrokowych.

W **sypialniach** oświetlenie LED powinno tworzyć atmosferę sprzyjającą odpoczynkowi, dlatego zaleca się stosowanie źródeł światła o ciepłej barwie oraz możliwości regulacji natężenia.

Efektywność energetyczna oświetlenia LED może zostać dodatkowo zwiększona poprzez odpowiednie kształtowanie wnętrz. Jasna kolorystyka ścian i sufitów poprawia wykorzystanie światła odbitego, co pozwala na obniżenie mocy zainstalowanych opraw bez pogorszenia warunków oświetleniowych. Stosowanie oświetlenia strefowego umożliwia dostarczanie światła tylko tam, gdzie jest ono faktycznie potrzebne, co jest znacznie bardziej energooszczędne niż zapewnianie wysokiego poziomu natężenia oświetlenia w całym pomieszczeniu.

Istotnym elementem nowoczesnych instalacji oświetleniowych jest zastosowanie systemów sterowania. Oświetlenie LED doskonale współpracuje z automatyką budynkową, umożliwiając ściemnianie, programowanie scen świetlnych oraz automatyczne wyłączanie opraw w zależności od obecności użytkowników lub dostępności światła dziennego. Integracja systemu oświetlenia z innymi

instalacjami, takimi jak sterowanie żaluzjami czy systemy bezpieczeństwa, pozwala nie tylko na dalsze ograniczenie zużycia energii, lecz także na poprawę komfortu i bezpieczeństwa użytkowników.

Przy projektowaniu oświetlenia LED w budynkach mieszkalnych przyjmuje się obecnie, że jednostkowa moc zainstalowana nie powinna przekraczać około **5–7 W na metr kwadratowy powierzchni użytkowej**, co jest wartością możliwą do osiągnięcia dzięki wysokiej skuteczności nowoczesnych źródeł LED. Oświetlenie zewnętrzne wokół budynków powinno być projektowane z umiarem, wyłącznie w zakresie niezbędnym do zapewnienia funkcji użytkowych i bezpieczeństwa, z jednoczesnym ograniczeniem emisji światła poza obszary wymagające doświetlenia.

1.4.6. Określenie minimalnych wymogów dotyczących standardów energetycznych urządzeń elektrycznych w budynku

Budynek o standardzie **EU 30**, należy traktować jako **kompleksowy i zintegrowany układ** materiałów budowlanych, urządzeń technicznych, instalacji oraz systemów sterowania. Elementy te są ze sobą ściśle powiązane i współpracują w celu osiągnięcia efektu w postaci **niskiego zużycia energii** w całym, wieloletnim okresie użytkowania budynku.

Przy wysokim standardzie ochrony cieplnej przegród budowlanych oraz przy bardzo wysokiej sprawności systemów przetwarzania energii pierwotnej na energię użytkową do celów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, szczególnie istotne staje się również zapewnienie **wysokiej efektywności wykorzystania energii elektrycznej**. W budynkach o niskim zapotrzebowaniu na ciepło udział energii elektrycznej w bilansie energetycznym całkowitego zużycia energii staje się bowiem relatywnie coraz większy.

Poza oświetleniem, do elementów wyposażenia i instalacji, których jakość i sprawność mają istotny wpływ na wielkość zużycia energii elektrycznej w budynku, należą w szczególności:

- napędy urządzeń i instalacji technicznych (silniki elektryczne),
- pompy obiegowe i cyrkulacyjne,
- urządzenia gospodarstwa domowego (AGD).

Dobór urządzeń o wysokiej klasie efektywności energetycznej, w połączeniu z odpowiednimi systemami automatyki i sterowania, stanowi zatem niezbędne uzupełnienie rozwiązań konstrukcyjnych i instalacyjnych w budynkach o standardzie EU 30 oraz w budownictwie niskoenergetycznym i pasywnym.

1.4.6.1. Urządzenia AGD

Urządzenia gospodarstwa domowego stanowią jeden z istotniejszych składników zużycia energii elektrycznej w budynkach mieszkalnych. W obiektach o bardzo niskim zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania, takich jak budynki w standardzie **EU 30**, udział energii zużywanej przez urządzenia AGD w całkowitym bilansie energetycznym staje się relatywnie wysoki. Z tego względu szczególnie istotne jest stosowanie urządzeń o możliwie najwyższej efektywności energetycznej.

Do podstawowych urządzeń AGD wykorzystywanych w budynkach mieszkalnych należą chłodziarki, zamrażarki i urządzenia chłodziarko-zamrażające, pralki bębnowe, suszarki bębnowe, pralko-suszarki, zmywarki do naczyń oraz elektryczne piekarniki. Są to urządzenia eksploatowane regularnie

lub cyklicznie, często przez wiele lat, co powoduje, że ich jednostkowe zużycie energii ma istotny wpływ na roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną.

Efektywność energetyczna urządzeń AGD określana jest obecnie na podstawie **nowego systemu etykiet energetycznych Unii Europejskiej**, obowiązującego od 2021 roku. Klasy efektywności energetycznej oznaczane są literami od **A do G**, gdzie klasa A oznacza urządzenia najbardziej efektywne energetycznie, a klasa G - najbardziej energochłonne. W odróżnieniu od wcześniejszego systemu (A+, A++, A+++), nowa skala została celowo „zaostrzona”, aby stworzyć miejsce dla dalszego rozwoju technologicznego.

W praktyce oznacza to, że urządzenia oznaczone obecnie klasą B lub C charakteryzują się bardzo wysoką efektywnością energetyczną i często odpowiadają urządzeniom, które w poprzednim systemie posiadały klasę A+++ lub A++. Urządzenia o klasach E, F i G uznawane są natomiast za energochłonne i nie powinny być stosowane w budynkach o wysokim standardzie energetycznym. Ich zakup jest nieuzasadniony zarówno z punktu widzenia zużycia energii, jak i kosztów eksploatacyjnych w całym okresie użytkowania.

W budynkach o standardzie EU 30 zaleca się zatem konsekwentne stosowanie urządzeń AGD o najwyższych klasach efektywności energetycznej, co pozwala ograniczyć zużycie energii elektrycznej, zmniejszyć koszty eksploatacji oraz utrzymać niski poziom zapotrzebowania energetycznego budynku w całym okresie jego użytkowania.

Poniżej, w Tabeli 20 zaprezentowano minimalne wymagania, które powinno się obecnie stosować przy wyborze urządzeń AGD.

Tabela 20 Minimalne wymagania, które powinno się obecnie stosować przy wyborze urządzeń AGD.

Kryteria	Standard EU 30
Chłodziarki i chłodziarko zamrażarki	C
Zamrażarki	D
Suszarki bębnowe	C
Pralki bębnowe	A
Pralko-suszarki	D
Zmywarki do naczyń	B
Piekarniki elektryczne	A+*
Okapy kuchenne	A+*

* Dla piekarników elektrycznych i okapów kuchennych nie wprowadzono jeszcze nowego systemu etykietowania energetycznego, pozostają one nadal w klasach od A+++ do D.

Źródło: opracowanie własne

1.5. Określenie zasad eliminacji mostków cieplnych w konstrukcji budynków (krótkie wytyczne konstrukcyjne)

Mostki cieplne są jednym z kluczowych czynników wpływających na możliwość osiągnięcia standardu energetycznego EU 30, ponieważ lokalnie powodują znacznie większe straty ciepła niż jednorodne fragmenty przegród zewnętrznych. Mostki cieplne to miejsca w przegrodach budowlanych, w których występuje wielowymiarowy przepływ ciepła, zazwyczaj znacznie większy niż przez jednorodną część przegrody.

Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje mostków cieplnych. Pierwszym z nich są mostki geometryczne, które występują wszędzie tam, gdzie powierzchnia przegrody od strony zewnętrznej różni się od powierzchni tej samej przegrody od strony wewnętrznej, na przykład w narożnikach budynku lub przy połączeniach ścian.

Drugim rodzajem są mostki cieplne konstrukcyjne, powstające w miejscach pocienienia, przerwania warstwy izolacji cieplnej lub w wyniku niejednorodności konstrukcji przegrody. W budynkach projektowanych i wznoszonych w standardzie EU 30 mostki cieplne konstrukcyjne muszą być bezwzględnie eliminowane, ponieważ ich obecność prowadzi do istotnego pogorszenia bilansu energetycznego budynku.

Mostki cieplne konstrukcyjne dzieli się na:

- liniowe – o jednakowym przekroju poprzecznym w jednym kierunku,
- punktowe – bez jednakowego przekroju poprzecznego, np. spowodowane przez kotwy w przegrodach wielowarstwowych.

Przeprowadzone analizy energetyczne budynków mieszkalnych jednorodzinnych wykazały, że aby osiągnąć standard EU 30, konieczne jest takie zaprojektowanie detali konstrukcyjnych, aby wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e w miejscach występowania mostków cieplnych nie przekraczała 0,05 W/mK. Wyjątek stanowią mostki cieplne występujące przy podłodze na gruncie oraz przy połączeniach płyty balkonowej, dla których dopuszczalna wartość współczynnika Ψ_e wynosi maksymalnie 0,20 W/mK. Wymagania te odnoszą się do wartości liniowych współczynników przenikania ciepła określonych w odniesieniu do wymiarów zewnętrznych przegród. Mniej rygorystyczne wymagania dotyczące płyty balkonowej w standardzie EU 30 wynikają z faktu, że dla osiągnięcia wartości $\Psi_e \leq 0,20$ W/mK nie jest konieczne stosowanie samonośnych balkonów. Wystarczające są rozwiązania znacząco ograniczające straty ciepła w tym węźle konstrukcyjnym, takie jak obustronne zaizolowanie płyty balkonowej lub zastosowanie łączników z przekładką z materiału izolacyjnego. Wymagania dla mostków cieplnych w standardzie EU 30 zestawiono w Tabeli 21.

Tabela 21 Wymagane wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e dla standardu EU 30

Standard	Wartość Ψ_e (po wymiarach zewnętrznych), W/mK
EU 30	$\Psi_e \leq 0,05$ W/mK $\Psi_e \leq 0,20$ W/mK – dla podłogi na gruncie oraz płyty balkonowej

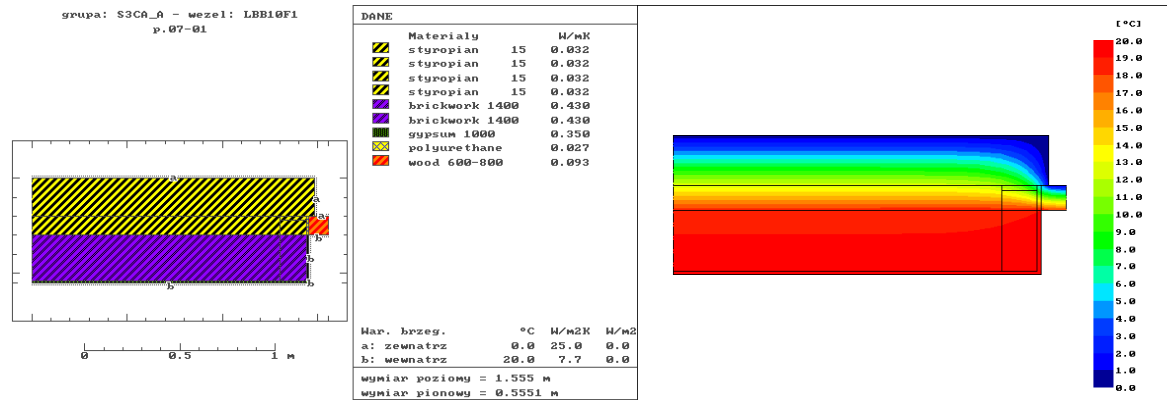
Problem mostków cieplnych należy rozwiązać w budynkach niskoenergetycznych i pasywnych już na etapie projektowym. Ograniczenie ich liczby do minimum osiąga się przede wszystkim poprzez zachowanie ciągłości warstwy izolacji cieplnej w przegrodach zewnętrznych oraz na ich wzajemnych połączeniach.

Do miejsc szczególnie narażonych na powstawanie mostków cieplnych, wymagających poprawnego zaprojektowania detali konstrukcyjnych, należą:

- połączenia ościeżnica-ościeże występujące w otworach pionowych okiennych i drzwiowych, puszkach rolet, progach drzwi balkonowych i wejściowych,
- połączenie ościeżnica-dach występujące przy oknach dachowych,
- płyty balkonowe, daszki, gzymsy, loggie, gdzie dochodzi do przzerwania ciągłości izolacji,
- połączenia ścian zewnętrznych z dachem, np. ściana szczytowa – dach, ścianki kolankowe,
- połączenie ścian zewnętrznych z stropodachem, np. ścianki attykowe,
- połączenia stropów nad nieogrzewanymi piwnicami z ścianami zewnętrznymi,
- miejsca łączenia ścian zewnętrznych i wewnętrznych z zewnętrznymi i wewnętrznymi ścianami fundamentowymi,
- podciągi, stropy nadwieszane, tarasy,
- kominy, systemy odprowadzania wody deszczowej,
- elementy montowane do przegród zewnętrznych, takie jak barierki, daszki czy elewacje drewniane.

Na potrzeby projektowania detali konstrukcyjnych wolnych od mostków cieplnych należy stosować specjalistyczne programy komputerowe lub katalogi mostków cieplnych, które pozwolą na precyzyjne określenie wartości Ψ_e . Metodyka obliczeń wykorzystana w programach komputerowych powinna być zgodna z normą PN-EN ISO 10211 „Mostki cieplne w budynkach - Strumienie ciepła i temperatury powierzchni - Obliczenia szczegółowe”. Do sporządzania charakterystyk energetycznych budynków nie należy stosować wartości orientacyjnych podanych w załączniku normy PN-EN ISO 14683 „Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne”, ponieważ są one obarczone zbyt dużą niepewnością, sięgającą od 0 do 50%

.



Rysunek 9 Przykład montażu stolarki okiennej w warstwie izolacji oraz izolacją nachodzącą na ramę okienną, współczynnik $\Psi = 0,01$ W/mK

Źródło: EUROKOBRA

Podstawowe reguły projektowania budynków wolnych od mostków cieplnych są następujące:

- warstwa izolacji cieplnej powinna w sposób ciągły i nieprzerwany otaczać całą ogrzewaną część budynku,
- wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, należy unikać przerw, pocienienia lub przebić warstwy izolacji,
- jeżeli przebicie warstwy izolacji jest nieuniknione, współczynnik przewodzenia ciepła λ materiału przebijającego izolację powinien być możliwie jak najniższy; w takich miejscach można stosować m.in. gazobeton, drewno, szkło piankowe lub purenit,
- połączenia przegród powinny być zaizolowane w sposób ciągły i nieprzerwany, na przykład warstwa izolacji dachu powinna łączyć się na całej długości z izolacją ściany zewnętrznej,
- w projekcie budynku powinno się unikać ostrych krawędzi, gdyż są one trudne do zaizolowania, np. szczególnie trudno jest zachować ciągłość izolacji w okolicach lukarn,
- należy stosować rozwiązania konstrukcyjne sprzyjające zachowaniu ciągłości izolacji, takie jak samonośne klatki schodowe, czy posadowienie budynku na płycie fundamentowej.

Przykładowe rozwiązania detali konstrukcyjnych dla budynków w standardzie EU 30 przedstawiono w załączniku 1.

1.6. Określenie zaleceń dotyczących posadowienia budynku, zasad kształtowania powierzchni (biorąc pod uwagę ich funkcje użytkowe), usytuowania przeszkleń, stref buforowych, przejściowych i nieogrzewanych w budynkach

1.6.1. Bryła budynku

Zwartość bryły budynku stanowi jedną z kluczowych cech obiektów niskoenergetycznych i pasywnych. Parametr ten opisuje stopień kompaktowości budynku i ma bezpośredni wpływ na wielkość strat ciepła przez przenikanie.

Zwartość bryły określa się najczęściej za pomocą **współczynnika kształtu**, wyrażanego jako stosunek powierzchni obudowy budynku do kubatury ogrzewanej (A/V , w jednostkach m^2/m^3). Niższe wartości tego wskaźnika świadczą o bardziej zwartej bryle i korzystniejszych warunkach energetycznych.

Zwiększenie zwartości bryły powoduje zmniejszenie powierzchni przegród zewnętrznych, przez które następuje wymiana ciepła z otoczeniem. W konsekwencji prowadzi to do obniżenia strat ciepła przez przenikanie oraz ograniczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania. Jednocześnie mniejsza powierzchnia przegród oznacza redukcję ilości materiałów izolacyjnych oraz niższe koszty ich wykonania i utrzymania w całym okresie użytkowania budynku.

Prosta, zwarta bryła pozbawiona licznych załamań, lukarn, wykuszy czy nadmiernie rozbudowanych balkonów sprzyja również ograniczeniu liczby mostków cieplnych oraz miejsc potencjalnych nieszczelności powietrznych. Ma to istotne znaczenie zarówno z punktu widzenia efektywności energetycznej, jak i trwałości przegród budowlanych. Dodatkowo uproszczenie formy architektonicznej przekłada się na łatwiejszą realizację etapu wykonawczego, mniejsze ryzyko błędów budowlanych oraz obniżenie kosztów inwestycyjnych.

1.6.2. Miejsce budowy i lokalizacja okien

Jeżeli pozwalają na to warunki lokalne i urbanistyczne, budynki mieszkalne powinny być lokalizowane na **nasłonecznionych stokach o ekspozycji południowej**, co umożliwi efektywne wykorzystanie energii promieniowania słonecznego zarówno w sposób pasywny, jak i aktywny. Odpowiednio zaprojektowana zieleń, w szczególności drzewa liściaste oraz nasadzenia w bezpośrednim sąsiedztwie budynku, może skutecznie ograniczać ryzyko przegrzewania pomieszczeń w okresie letnim, przy jednoczesnym zachowaniu dostępu do promieniowania słonecznego zimą.

Istotnym zagadnieniem jest również **optymalizacja odległości między budynkami**, tak aby nie dochodziło do ich wzajemnego zacieniania, zwłaszcza w okresie grzewczym. Główne przeszklenia budynku powinny być orientowane w kierunkach od **południowo-wschodniego do południowo-zachodniego**, co pozwala na maksymalne wykorzystanie zysków ciepła od promieniowania słonecznego w sezonie zimowym.

Rodzaj i parametry zastosowanych okien zależą od standardu energetycznego oraz lokalizacji budynku. Wielkość zysków słonecznych uzależniona jest przede wszystkim od **udziału powierzchni przeszklonej w całkowitej powierzchni okna** oraz od **współczynnika przepuszczalności energii promieniowania słonecznego g**.

Duże przeszklenia zlokalizowane od strony południowej, wschodniej i zachodniej zwiększają ryzyko przegrzewania pomieszczeń, dlatego powinny być wyposażone w **odpowiednie elementy ochrony**

przeciwslonecznej. Funkcję stałych elementów zacieniających mogą pełnić m.in. okapy, balkony oraz wysunięte elementy dachu, natomiast rozwiązania ruchome (np. rolety, żaluzje) umożliwiają dodatkową regulację dopływu promieniowania.

Należy również uwzględnić aspekt **komfortu cieplnego w okresie zimowym.** Duże powierzchnie przeszkleń mogą powodować uczucie dyskomfortu cieplnego w ich bezpośrednim sąsiedztwie, wynikające z asymetrii promieniowania cieplnego, szczególnie w przypadku braku elementu grzewczego kompensującego te straty. Zjawisko to może być szczególnie odczuwalne w budynkach pasywnych, w których ogrzewanie realizowane jest wyłącznie za pomocą powietrza wentylacyjnego.

1.6.3. Ochrona przed przegrzewaniem w lecie

Rozwiązania projektowe stosowane w budynkach niskoenergetycznych i pasywnych, których celem jest ograniczenie zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji, mogą, w przypadku niewłaściwego zaprojektowania lub eksploatacji, zwiększać ryzyko przegrzewania pomieszczeń w okresie letnim. Dotyczy to w szczególności budynków o bardzo wysokiej szczelności i izolacyjności cieplnej przegród zewnętrznych, takich jak obiekty w standardzie EU 30, w których odprowadzanie nadmiaru ciepła jest utrudnione.

Budynki niskoenergetyczne i pasywne są wprawdzie skuteczniej chronione przed napływem ciepła z zewnątrz niż budynki tradycyjne, jednak dobra izolacyjność działa w obu kierunkach. Dlatego już na etapie projektowania należy przewidzieć rozwiązania ograniczające zyski ciepła w okresie letnim oraz umożliwiające jego efektywne usuwanie.

Do głównych przyczyn przegrzewania budynków należą:

- brak elementów zacieniających,
- niewłaściwa regulacja systemów ogrzewania i wentylacji,
- brak możliwości przewietrzania nocnego,
- nadmierne wyeksponowanie masy akumulacyjnej na promieniowanie słoneczne.

Szczególne znaczenie ma stosowanie skutecznych osłon przeciwslonecznych, zwłaszcza na elewacjach wschodnich, zachodnich i południowych. Najwyższą efektywnością charakteryzują się osłony zewnętrzne, natomiast osłony wewnętrzne mają ograniczoną skuteczność.

Istotnym elementem zapobiegania przegrzewaniu jest także właściwa eksploatacja instalacji. Praca wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w trybie letnim powinna umożliwiać obejście wymiennika (bypass) oraz zwiększenie strumienia powietrza w celu nocnego wychładzania budynku. Skuteczność tego procesu można dodatkowo zwiększyć poprzez przewietrzanie nocne, pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej liczby i rozmieszczenia otwieranych okien lub otworów wentylacyjnych. Tryb letni powinien być projektowany jako element strategii ochrony przed przegrzewaniem budynku, umożliwiający nocne chłodzenie poprzez pracę bypassu lub tryb tylko wywiewny z kontrolowanym nawiewem powietrza zewnętrznego.

Ryzyko przegrzewania może wzrastać również w przypadku niekontrolowanego nagrzewania się masy akumulacyjnej budynku, która zamiast stabilizować temperaturę, oddaje zakumulowane ciepło

do pomieszczeń. Ograniczenie tego zjawiska wymaga właściwego zacienienia przegród wewnętrznych oraz odpowiedniej organizacji zysków słonecznych.

Uzupełnieniem pasywnych metod ochrony przed przegrzewaniem mogą być rozwiązania takie jak gruntowe wymienniki ciepła oraz pasywne systemy chłodzenia wykorzystujące instalację pompy ciepła. W zastosowaniu przypadku chłodzenia płaszczyznowego należy zapewnić kontrolę punktu rosy, poprzez pomiar temperatury powietrza i wilgotności w pomieszczeniu referencyjnym. Systemy te pozwalają poprawić komfort cieplny latem przy niewielkim dodatkowym zużyciu energii. Ostatecznie jednak skuteczność ochrony przed przegrzewaniem zależy nie tylko od projektu, lecz także od prawidłowej regulacji instalacji oraz świadomego użytkowania budynku.

1.6.4. Strefowanie temperaturowe

Projektując układ funkcjonalny pomieszczeń w budynku niskoenergetycznym lub pasywnym, należy dążyć do takiego ich rozmieszczenia, aby maksymalnie wykorzystać zyski energetyczne oraz ograniczyć straty ciepła. W szczególności zaleca się, aby:

- pomieszczenia o największym i najdłuższym czasie użytkowania, takie jak pokoje dzienne, jadalnie, sypialnie oraz pokoje pracy, były zlokalizowane od strony południowej lub południowo-zachodniej, co umożliwi efektywne wykorzystanie zysków słonecznych;
- pomieszczenia pomocnicze i techniczne, w tym kuchnie, pomieszczenia gospodarcze, ciągi komunikacyjne, garderoby oraz przedpokoje, znajdowały się po stronie północnej, pełniąc funkcję stref buforowych ograniczających straty ciepła;
- łazienki oraz pomieszczenia WC były sytuowane możliwie centralnie w bryle budynku, co sprzyja ograniczeniu strat ciepła oraz ułatwia prowadzenie instalacji;
- pomieszczenia generujące zużycie wody i energii, takie jak kuchnie, łazienki, toalety, pralnie oraz kotłownie, były zlokalizowane blisko siebie i zgrupowane w jednym pionie lub strefie, w celu skrócenia długości instalacji oraz zmniejszenia strat ciepła na przesyle;
- garaże stanowiły przestrzeń nieogrzewane i były skutecznie oddzielone termicznie od ogrzewanej części budynku, co zapobiega niekontrolowanym stratom energii.

1.7. Określenie ewentualnych innych wymagań, istotnych dla zapewnienia wymaganych standardów

1.7.1. Metodyka określania powierzchni ogrzewanej

Roczne jednostkowe zapotrzebowanie energii użytkowej do ogrzewania i wentylacji w kWh/m²rok jest określone na podstawie powierzchni odniesienia podanej w m². Precyzyjne obliczenie powierzchni odniesienia jest kluczowe dla prawidłowego wyznaczenia zapotrzebowania jednostkowego. Obowiązujące „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” nie precyzuje tej kwestii szczegółowo. Definicja powierzchni o regulowanej temperaturze powietrza zawarta w Rozporządzeniu ma brzmienie „należy przez to rozumieć ogrzewaną lub chłodzoną powierzchnię kondygnacji netto, wyznaczaną według Polskiej Normy dotyczącej właściwości użytkowych w budownictwie – określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych”.

1.7.2. Ograniczenie zużycia energii pierwotnej wbudowanej

Zastosowane do wznoszenia budynków niskoenergetycznych i pasywnych materiały budowlane oraz technologie powinny być przyjazne dla środowiska naturalnego. Należy dążyć do ograniczenia zużycia energii nie tylko na etapie użytkowania budynku, ale również podczas wznoszenia i rozbiórki. Zastosowane materiały powinny prowadzić do jak najmniejszego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej i uszczuplenia zasobów mineralnych oraz poddawać się recyklingowi.

Zgodnie ze znowelizowaną dyrektywą EPBD 2024, obliczanie wskaźnika GWP budynku i wykazywanie go na świadectwie charakterystyki energetycznej budynku będzie obowiązkowe:

- od 1 stycznia 2028 r. – dla wszystkich nowych budynków, których powierzchnia użytkowa przekracza 1000 m²;
- od 1 stycznia 2030 r. – dla wszystkich nowych budynków.

Dyrektywa określa podstawowe zasady wykonywania analizy – analizę należy oprzeć o normę PN EN 15978 i unijny system oceny zrównoważonego rozwoju Level(s). Dokument pozostawia jednak pewną dowolność – obliczenia wskaźnika GWP mogą być wykonywane zgodnie z krajową metodyką, jeśli taka istnieje.

1.7.3. Podwyższenie szczelności powietrznej budynku

Niska szczelność powietrzna obudowy budynku prowadzi do niekontrolowanego przepływu powietrza przez szczeliny i nieszczelności występujące w przegrodach zewnętrznych oraz w miejscach ich połączeń. Przenikanie ciepłego i wilgotnego powietrza z wnętrza budynku do warstw przegrody może skutkować kondensacją międzywarstwową pary wodnej, co w konsekwencji prowadzi do pogorszenia właściwości termoizolacyjnych materiałów, obniżenia trwałości przegród oraz zwiększenia ryzyka rozwoju pleśni i grzybów.

Z kolei niekontrolowany napływ powietrza zewnętrznego do wnętrza budynku powoduje pogorszenie jakości środowiska wewnętrznego, objawiające się lokalnymi przeciągami, obniżeniem komfortu

cieplnego oraz zwiększeniem strat ciepła związanych z koniecznością ogrzewania powietrza infiltrującego. Straty te mają istotny wpływ na bilans energetyczny budynku i jego charakterystykę energetyczną, a ich znaczenie rośnie wraz z podnoszeniem standardu energetycznego obiektu.

W budynkach niskoenergetycznych i pasywnych, gdzie zapotrzebowanie na energię do ogrzewania jest bardzo niskie, nawet niewielkie nieszczelności mogą istotnie pogorszyć efektywność energetyczną całego obiektu. W praktyce oznacza to, że w niektórych przypadkach osiągnięcie zakładanego standardu energetycznego jest niemożliwe bez zapewnienia wysokiej szczelności obudowy budynku, nawet jeśli obiekt wyposażony jest w wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła.

Zgodnie z wymaganiami określonymi w Warunkach Technicznych (WT2021), przegrody zewnętrzne nieprzezroczyste, połączenia między przegrodami oraz połączenia okien i drzwi z ościeżami powinny być projektowane i wykonywane w sposób zapewniający szczelność na przenikanie powietrza.

W budynkach jednorodzinnych przepuszczalność powietrza dla okien i drzwi balkonowych przy ciśnieniu równym 100 Pa wynosi nie więcej niż $2,25 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ w odniesieniu do długości linii stykowej lub $9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ w odniesieniu do pola powierzchni, co odpowiada klasie 3 Polskiej Normy dotyczącej przepuszczalności powietrza okien i drzwi.

Wymagania te mają na celu ograniczenie niekontrolowanej infiltracji powietrza i związanych z nią strat energii.

Obowiązujące w przepisach wartości graniczne krotności wymiany powietrza przy różnicy ciśnień 50 Pa, określanej wskaźnikiem n_{50} , wynoszą poniżej 3,0 1/h dla budynków z wentylacją grawitacyjną oraz poniżej 1,5 1/h dla budynków z wentylacją mechaniczną. Wartości te są jednak niewystarczające dla obiektów o podwyższonym standardzie energetycznym, takich jak budynki w standardzie EU 30.

W praktyce projektowej przyjmuje się, że w jednorodzinnych budynkach niskoenergetycznych należy zapewnić szczelność powietrzną na poziomie $n_{50} \leq 1,0 \text{ 1/h}$, natomiast w budynkach pasywnych wymagana jest szczelność $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$, na potrzeby standardu EU 30 przyjęto wartość $n_{50} \leq 0,7 \text{ h 1/h}$. **Rekomendowane jest maksymalne obniżenie wartości n_{50} w budynku**

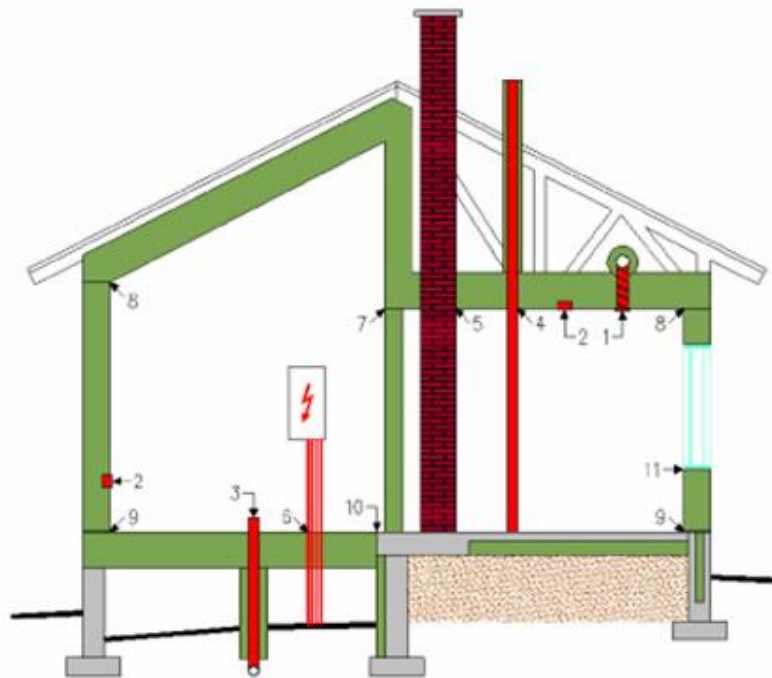
Tabela 22 Wymagane wielkość wymian powietrza n_{50} w warunkach różnicy ciśnienia 50 Pa dla standardu EU 30

Standard	Wielkość wymian powietrza n_{50}
EU 30	$n_{50} \leq 0,7 \text{ h 1/h}$

Uzyskanie bardzo niskich wartości wskaźnika szczelności powietrznej n_{50} wymaga zarówno prawidłowych rozwiązań projektowych, jak i starannego wykonawstwa. Kluczowe znaczenie ma zaprojektowanie warstwy szczelnej powietrznie w taki sposób, aby w sposób ciągły i nieprzerwany otaczała całą część ogrzewaną budynku. Szczególną uwagę należy zwrócić na połączenia różnych przegród, zwłaszcza na styku ścian zewnętrznych z dachem, stropami oraz stolarką okienną i drzwiową, gdzie najczęściej dochodzi do powstawania nieszczelności.

Najlepsze rezultaty osiąga się poprzez stosowanie trwałych połączeń klejonych, uzupełnionych dociskiem mechanicznym, które zapewniają stabilność szczelności w całym okresie użytkowania budynku. W każdej przegrodzie powinna występować jedna, jasno zdefiniowana warstwa

odpowiedzialna za szczelność powietrzną. Niedopuszczalne jest kompensowanie nieszczelności poprzez dodawanie kolejnych warstw szczelnych, co utrudnia kontrolę jakości i nie gwarantuje trwałego efektu.



Rysunek 10 Miejsca występowania głównych nieszczelności w budynku: 1 – nawiewniki i wywiewniki systemu wentylacji mechanicznej, 2 – gniazda i włączniki elektryczne, 3 – przyłącza wodne i kanalizacyjne, instalacja c.o., 4 – elementy konstrukcyjne przechodzące przez powłoki szczelne, np. belki drewniane, 5 – kominy i ich przejścia przez dach, 6 – przyłącza energetyczne i teletechniczne, 7 – połączenia stropów i dachów ze ścianami wewnętrznymi, 8 – połączenia ścian zewnętrznych z dachem lub stropem poddasza, 9 – połączenia ścian zewnętrznych z podłogą na gruncie lub stropem nad nieogrzewaną piwnicą, 10 – połączenia stropów nad nieogrzewaną piwnicą ze ścianami wewnętrznymi, 11 – otwory okienne i drzwiowe

Źródło: www.puuinfo.fi

Szczelność powietrzna budynków w standardzie **EU 30** powinna być weryfikowana na etapie realizacji budowy, po wykonaniu wszystkich warstw szczelnych oraz przejść instalacyjnych przez przegrody. Kontrola ta realizowana jest poprzez **test szczelności powietrznej**, którego celem jest identyfikacja oraz usunięcie ewentualnych wad i nieszczelności powstałych w trakcie robót budowlanych. Badanie przeprowadza się zgodnie z normą **PN-EN ISO 9972:2015-10 „Ciepłe właściwości użytkowe budynków - Określanie przepuszczalności powietrznej budynków - Metoda pomiaru ciśnieniowego z użyciem wentylatora”**, przy wykorzystaniu urządzenia znanego jako **blower door**. Wykonanie testu na etapie budowy umożliwia skuteczne usunięcie wykrytych nieszczelności, co po zakończeniu robót jest znacznie trudniejsze lub kosztowniejsze.

1.8. Określenie możliwości zastosowania w budynku Infrastruktury Sieci Domowych (Home Area Network) – zestawu urządzeń, wzajemnie komunikujących się ze sobą, służących między innymi do zarządzania zużyciem energii i przydomowej produkcji energii

Budynek energooszczędny standardu EU 30 można zrealizować bez dodatkowego zestawu urządzeń wzajemnie komunikujących się ze sobą służących między innymi do zarządzania zużyciem energii i przydomowej produkcji energii (IEM), ale ich zastosowanie może spowodować dodatkowe oszczędności energii dochodzące do 25% oraz poprzez produkcję energii we własnym zakresie zmniejszyć koszty jej zakupu. Zastosowanie tych urządzeń może pozwolić również na łatwiejsze uzyskanie w praktyce standardu budynku EU

30.

Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii (Intelligent Energy Management IEM) obejmują dwa następujące, powiązane za sobą podsystemy:

- Inteligentne systemy zarządzania energią (cieplną i elektryczną) w budynkach, kojarzone z pojęciem budynku inteligentnego, oraz
- Inteligentne systemy energetyczne (sieci elektroenergetyczne, ciepłownicze, ewentualnie sieci gazowe).

Inteligentny budynek - to określenie wysoko zaawansowanego technicznie budynku, który posiada system czujników i detektorów oraz jeden, zintegrowany system zarządzania wszystkimi znajdującymi się w nim instalacjami.

Inteligentne budynki muszą spełniać wiele wymagań zarówno pod względem zaawansowania technologii urządzeń automatyki sterowania, jak również pod względem organizacji pracy układów automatyki. Zintegrowany system zarządzania obejmuje wiele autonomicznie pracujących układów automatyki i awaria któregokolwiek z nich nie może dezorganizować pracy pozostałych.

System powinien być typu „otwartego”, tzn. powinien mieć możliwość rozbudowy istniejącej instalacji automatyki. Ponadto powinien pozwalać na łączenie ze sobą różnych urządzeń (różnych firm) oraz powinien umożliwiać dodawanie nowych stacji operatorskich i interfejsów komunikacyjnych, spełniających określone standardy komunikacyjne. Sieć systemu zarządzania powinna w pewnym sensie przypominać sieć telefoniczną, do której można dodawać (podłączać) tysiące nowych aparatów różnych producentów. W tym celu sieć systemu zarządzania ma charakter tzw. sieci rozproszonej, a poszczególne urządzenia automatyki, sterowane za pomocą odpowiednich układów elektronicznych, instalowanych w węzłach sieci, realizują określone zadania automatyki budynku. Dla zapewnienia pełnej kontroli układy te muszą prowadzić ciągłą wymianę informacji w całej sieci systemu zarządzania, tj. muszą wybierać adres odbiorcy informacji, wysyłać wiadomości (sygnały kontrolno-sterujące, tzw. telegramy) oraz przyjmować informacje, które są do nich wysyłane.

Zasadnicze znaczenie dla przeciętnego użytkownika stosowanych układów, urządzeń i podzespołów systemu ma ich niezawodność działania, wysoka jakość wykonania i łatwość obsługi pozwalająca użytkownikowi na konfigurowanie systemu i programowanie jego zadań według własnych potrzeb w

możliwie prosty sposób. „Inteligencja” budynków jest zaprogramowana i „zaszyta” w pamięciach sterowników i komputerach układów automatyki w instalacjach inteligentnych budynków.

Inteligentny budynek jest wysoko zaawansowanym technicznie obiektem z automatycznym, bardzo elastycznym systemem zarządzania jego użytkowaniem, posiada on czujniki i detektory oraz jeden, zintegrowany podsystem zarządzania wszystkimi znajdującymi się w tym budynku instalacjami. Dzięki informacjom pochodzącym z różnych elementów systemu, możliwa jest reakcja na zmiany środowiska wewnątrz i na zewnątrz budynku, maksymalizacja funkcjonalności, komfortu i bezpieczeństwa oraz minimalizacja kosztów eksploatacji. Należy także dodać, iż system Inteligentnego Budynku nie może wpływać negatywnie na ludzi znajdujących się w jego środowisku np. poprzez sterowanie parametrami klimatu wewnętrznych pomieszczeń tak że część użytkowników odczuwa znaczny dyskomfort i na pojawienie się chorób np. astmy.

Z punktu widzenia oszczędzania energii w budynkach inteligentnych najbardziej istotne są systemy sterowania oświetleniem, ogrzewaniem oraz klimatyzacją i wentylacją.

Sterowanie Oświetleniem

System sterowania oświetleniem umożliwia dostosowanie poziomu oświetlenia do obecności użytkowników poprzez czujniki obecności oraz możliwość zaprogramowania nawet kilku scen oświetleniowych („sceny” - patrz niżej) w jednym pomieszczeniu Światło samoczynnie gaśnie za każdym razem, gdy czujniki nie wykrywają obecności użytkownika, ściemniacze natomiast dostosowują poziom natężenia do wymagań. W pomieszczeniach dużych lub reprezentacyjnych warto zaprogramować kilka scen (nastrojów) oświetleniowych. Innego oświetlenia potrzebujemy przy romantycznej kolacji, innego, gdy odwiedzą nas znajomi, jeszcze innego, gdy czytamy lub oglądamy telewizję. Scena oświetleniowa to kilka lamp włączonych równocześnie, każda z indywidualną mocą. Teraz można jednym przyciskiem zmienić „nastrój” z np. romantycznego na ogólny. W jednej chwili zapalamy wtedy kilka lamp, a gasimy inne. Wszystko po naciśnięciu jednego przycisku. W skład każdej sceny mogą wchodzić także rolety, ogrzewanie i inne urządzenia, co znacznie zwiększa możliwości szybkiej zmiany nastroju. W ogrodzie, w którym zainstalowane są lampy również można stworzyć kilka scen oświetleniowych zależnie od okazji. Ich włączanie oraz sterowanie poszczególnymi punktami można wykonywać za pomocą pilota radiowego noszonego w kieszeni, bez konieczności wchodzenia do domu.

Sterowanie Ogrzewaniem

Tradycyjne systemy grzewcze utrzymują stałą temperaturę, nie uwzględniając funkcji pomieszczeń, czasu i pory użytkowania. Tymczasem inteligentny system zarządzania energią w budynkach wykonuje pomiary temperatury w poszczególnych pomieszczeniach, utrzymując ją na pożądanym poziomie. W trybie czuwania tj. po zarejestrowaniu wyjścia użytkowników z budynku obniża temperaturę o kilka stopni, a w trybie nocnym obniża tę temperaturę do wartości odpowiadającej mieszkańcom. Z kolei tryb komfort powoduje przejście do optymalnej temperatury przed powrotem domowników z pracy o ustalonej godzinie. W wyniku sterowania ogrzewaniem, dzięki niezależnej regulacji temperatury w każdym pomieszczeniu, można zaoszczędzić około 30 proc. energii.

Sterowanie klimatyzacją i wentylacją

System sterowania w Inteligentnym Budynku zapobiega także nieracjonalnemu zużyciu energii w procesie wentylacji i klimatyzacji. Instalacje te często przysparzają dodatkowych kosztów, pracując w niewykorzystywanych w danym momencie pomieszczeniach. Zastosowanie czujników obecności pozwala na przekazanie informacji do systemu o zaistnieniu konieczności dostarczenia komfortowych warunków klimatycznych w danej strefie.

Koszt instalacji urządzeń inteligentnego budynku to około 1-2% kosztu jego budowy, ale urządzenia te mają wpływ na obniżenie 75% kosztów eksploatacji budynku. Warto więc je zastosować, choć nie powinny one być obowiązkowymi wymaganiami stawianymi w standardzie EU 30.

Pod pojęciem „Smart Grids – inteligentne systemy elektroenergetyczne”, należy rozumieć rozwiązania techniczno-organizacyjne, które umożliwiają komunikację między wszystkimi uczestnikami rynku energii, mającą na celu dostarczanie usług energetycznych przy zapewnieniu obniżenia kosztów, zwiększenia efektywności oraz zintegrowania rozproszonych źródeł energii, w tym także energii odnawialnej.

Inteligentne sieci energetyczne (Smart Grid) to kompleksowe rozwiązania energetyczne, pozwalające na łączenie, wzajemną komunikację i optymalne sterowanie rozproszonymi elementami sieci energetycznych – po stronie producentów jak i odbiorców energii, służące ograniczeniu zapotrzebowania na energię. Sieci te wyposażone są w nowoczesną infrastrukturę (m.in. liczniki, wyłączniki, przełączniki, rejestratory), która umożliwia wzajemną wymianę i analizę informacji, a w efekcie - optymalizowanie zużycia energii (cieplnej, elektrycznej) lub np. dystrybucji gazu.

Inteligentne sieci energetyczne mają duże znaczenie z punktu widzenia ochrony środowiska. Po pierwsze, racjonalizując zużycie energii przyczyniają się do jej możliwie efektywnego wykorzystania. Po drugie, umożliwiają włączenie do systemu elektroenergetycznego niewielkich elektrowni, np. wiatrowych czy słonecznych, zainstalowanych w gospodarstwie domowym. Kiedy podaż energii przekracza zapotrzebowanie użytkownika może on jej nadmiar wprowadzić do systemu. Inteligentne sieci energetyczne zapewniają więc nie tylko oszczędność, ale także możliwość odbierania energii np. z lokalnego źródła w budynku do sieci. Dzięki temu obok efektywności energetycznej będą rozwijane odnawialne źródła energii.

Z inteligentnymi sieciami energetycznymi związane są metody zarządzania stroną popytową (DSR) i taryfy dynamiczne. Demand Side Response (DSR) to usługa obejmująca tymczasową redukcję lub zmianę zużycia energii przez odbiorców energii elektrycznej na żądanie operatora systemu energetycznego. Wspólna synergia odnawialnych źródeł energii (OZE) i DSR może zmodernizować system dystrybucji, umożliwiając znaczną integrację energii odnawialnej. Programy DSR stały się kluczowymi środkami zwiększającymi stabilność i niezawodność sieci, przy rosnącym nacisku na angażowanie małych użytkowników.

Wśród korzyści wynikających z wdrażania programów DSR można wymienić przede wszystkim redukcję kosztów energii elektrycznej dzięki efektywnemu planowaniu zużycia, a w przypadku instalacji inteligentnych lub prosumenckich, możliwość wynagrodzenia za gotowość do redukcji zużycia energii w określonym czasie, możliwość optymalizacji produkcji i zarządzania zużyciem energii. Integracja odnawialnych źródeł energii z technologiami magazynowania energii i inteligentnych sieci pozwala budynkom na efektywniejsze wykorzystanie lokalnie wytwarzanej energii odnawialnej, zmniejszając zależność od sieci w okresach szczytowych.

Problematyka wdrażania programów DSR w budynkach wiąże się z koncepcją Grid-Interactive Efficient Building w kontekście modeli zarządzania energią w budynkach i innych istniejących modeli zarządzania energią w budynkach, takich jak IB (intelligent building), GB (green building), SB (smart building) i ZEB (zero-energy building).

Taryfy dynamiczne to model rozliczania energii elektrycznej, w którym cena za kWh zmienia się w krótkich interwałach (np. co godzinę) w zależności od aktualnych cen na rynku hurtowym energii (Towarowej Giełdzie Energii), odzwierciedlając popyt i podaż; tańsze są w nocy i przy wysokiej produkcji OZE, droższe w szczytach zapotrzebowania. Wymagają inteligentnego licznika i dają możliwość obniżenia rachunków poprzez przesuwanie zużycia na tańsze pory, a sprzedawcy (tacy jak PGE, Tauron, Enea) muszą je oferować, a klienci mogą z nich korzystać dobrowolnie.

Specyfika standardu EU 30 ułatwia z korzystania z metod DSR (usług elastyczności) i taryf dynamicznych lub wielostrefowych pod warunkiem posiadania odpowiednio dużych magazynów energii. W przypadku braku posiadania magazynów energii elektrycznej rośnie ryzyko chwilowych wysokich kosztów w taryfach dynamicznych.

1.9. Określenie możliwości wykorzystania OZE w budynku dla celów produkcji energii cieplnej i elektrycznej

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (OZE) stanowi jeden z kluczowych warunków realizacji budownictwa energooszczędnego, a w szczególności budownictwa pasywnego oraz budynków o niemal zerowym zużyciu energii (NZEB – *nearly Zero Energy Buildings*). Urządzenia i systemy wykorzystujące OZE znajdują zastosowanie we wszystkich podstawowych obszarach zużycia energii w budynku, takich jak ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, wentylacja, chłodzenie oraz produkcja energii elektrycznej.

W warunkach klimatycznych Polski, w odniesieniu do odnawialnych źródeł energii bezpośrednio związanych z budynkiem, należy rozważyć w szczególności wykorzystanie:

- **energii promieniowania słonecznego**, w tym:
 - poprzez zastosowanie rozwiązań architektury słonecznej, obejmujących systemy pasywne oraz efektywne wykorzystanie światła dziennego,
 - w aktywnych systemach grzewczych (np. kolektory słoneczne),
 - w instalacjach elektrycznych z zastosowaniem ogniw fotowoltaicznych (PV);
- **energii otoczenia budynku**, zawartej w jego naturalnym środowisku (gruncie, powietrzu, wodach gruntowych lub powierzchniowych), poprzez zastosowanie pomp ciepła;
- **energii biomasy**, wykorzystywanej w instalacjach grzewczych z nowoczesnymi, wysokosprawnymi kotłami spalającymi paliwa drzewne (np. pellet, zrębki);
- **energii wiatru**, pozyskiwanej za pomocą małych turbin wiatrowych, głównie w lokalizacjach o korzystnych warunkach wietrznych;
- **energii odpadowej**, odzyskiwanej poprzez rekuperację ciepła z układów wentylacyjnych, ścieków oraz innych strumieni energii odpadowej powstających w budynku.

Oprócz rozwiązań konwencjonalnych możliwe jest również stosowanie **rozwiązań niekonwencjonalnych**, związanych z pozyskiwaniem, magazynowaniem oraz efektywnym wykorzystaniem energii i zasobów, w tym:

- sezonowego magazynowania energii cieplnej w gruncie,
- magazynowania ciepła z wykorzystaniem materiałów zmiennofazowych (PCM),
- wstępnego podgrzewania lub chłodzenia powietrza wentylacyjnego w gruntowych wymiennikach ciepła,
- wykorzystania naturalnych (hydrobotanicznych) oczyszczalni ścieków,
- zagospodarowania wody deszczowej,
- zastosowania ogniw paliwowych do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła.

W praktyce coraz częściej stosowane są **układy zintegrowane**, pokrywające różne rodzaje zapotrzebowania energetycznego budynku oraz **systemy hybrydowe**, łączące różne źródła odnawialne lub odnawialne z konwencjonalnymi. Systemy energetyczne wykorzystujące OZE powinny być dobierane w sposób szczególnie staranny, z uwzględnieniem charakterystyki energetycznej budynku, jego przeznaczenia oraz lokalnych warunków środowiskowych.

Wszystkie urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii, stosowane w budynkach, powinny posiadać odpowiednie certyfikaty jakości oraz spełniać obowiązujące normy i wymagania techniczne.

1.9.1. Architektura słoneczna

Koncepcja oraz projektowanie budynku pod kątem maksymalnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego do celów ogrzewania i oświetlenia określane są mianem **architektury słonecznej**. W ramach projektu architektoniczno-budowlanego, przy zastosowaniu rozwiązań niekonwencjonalnych bezpośrednio lub pośrednio związanych z wykorzystaniem energii słonecznej, szczególne znaczenie mają m.in.:

- orientacja budynku względem stron świata oraz jego kształt,
- efektywne wykorzystanie oświetlenia światłem dziennym,
- właściwe rozplanowanie pomieszczeń mieszkalnych i użytkowych,
- struktura, rodzaj oraz usytuowanie elementów budynku, w tym:
 - przegród zewnętrznych,
 - izolacji cieplnej,
 - okien,
- zastosowanie systemów pasywnych, takich jak przestrzenie buforowe czy podwójne fasady.

Jednym z kluczowych elementów architektury słonecznej jest tzw. „**otwartość**” budynku od strony **południowej**. Budynek powinien być zaprojektowany w taki sposób, aby maksymalnie wykorzystywać oddziaływanie promieniowania słonecznego, m.in. poprzez zwiększenie powierzchni przeszkleń w elewacji południowej, co pozwala na uzyskanie możliwie największych zysków

cieplnych. O ile pozwalają na to warunki lokalne i urbanistyczne, elewacja południowa powinna być również elewacją o największej powierzchni.

W celu zapobiegania przegrzewaniu się pomieszczeń w okresie letnim stosuje się różnego rodzaju elementy ochrony przeciwsłonecznej, takie jak żaluzje, markizy, lamele czy okapy nadokienne. Z kolei od strony północnej budynek powinien być możliwie „szczelnie” oddzielony od otoczenia, co oznacza stosowanie bardzo dobrej izolacji cieplnej oraz ograniczenie liczby i powierzchni otworów okiennych. Jednocześnie budynek powinien być w sposób naturalny osłonięty przed niekorzystnymi oddziaływaniami klimatycznymi, takimi jak wiatr czy niskie temperatury.

Istotnym uzupełnieniem architektury słonecznej jest odpowiedni projekt zieleni. Zaleca się sadzenie drzew liściastych po stronie południowej, które zapewniają zacienienie latem i przepuszczają promieniowanie słoneczne zimą, oraz drzew iglastych po stronie północnej, pełniących funkcję osłony przed wiatrem.

W architekturze słonecznej szczególną uwagę zwraca się również na właściwą lokalizację poszczególnych pomieszczeń. Od strony południowej powinny znajdować się pomieszczenia dzienne, takie jak salon czy jadalnia. Sypialnie mogą być lokalizowane od strony wschodniej lub zachodniej, natomiast od strony północnej – dobrze izolowanej i z ograniczoną liczbą przeszkleń – powinny znajdować się łazienki, pomieszczenia pomocnicze oraz zaplecze gospodarcze.

Należy podkreślić, że zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną do oświetlenia można osiągnąć poprzez odpowiednie zaprojektowanie systemów oświetlenia światłem dziennym (*daylighting*), obejmujących zarówno rozmieszczenie i wielkość przeszkleń, jak i kształt oraz wykończenie wnętrza.

1.9.2. Pasywne systemy słoneczne

Zmniejszenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania pomieszczeń można osiągnąć poprzez zastosowanie **pasywnych systemów słonecznych**. Systemy te stanowią integralne elementy budynku, które, odpowiednio zaprojektowane, umożliwiają pochłanianie, przepuszczanie oraz magazynowanie energii promieniowania słonecznego bez konieczności stosowania zewnętrznych źródeł napędu.

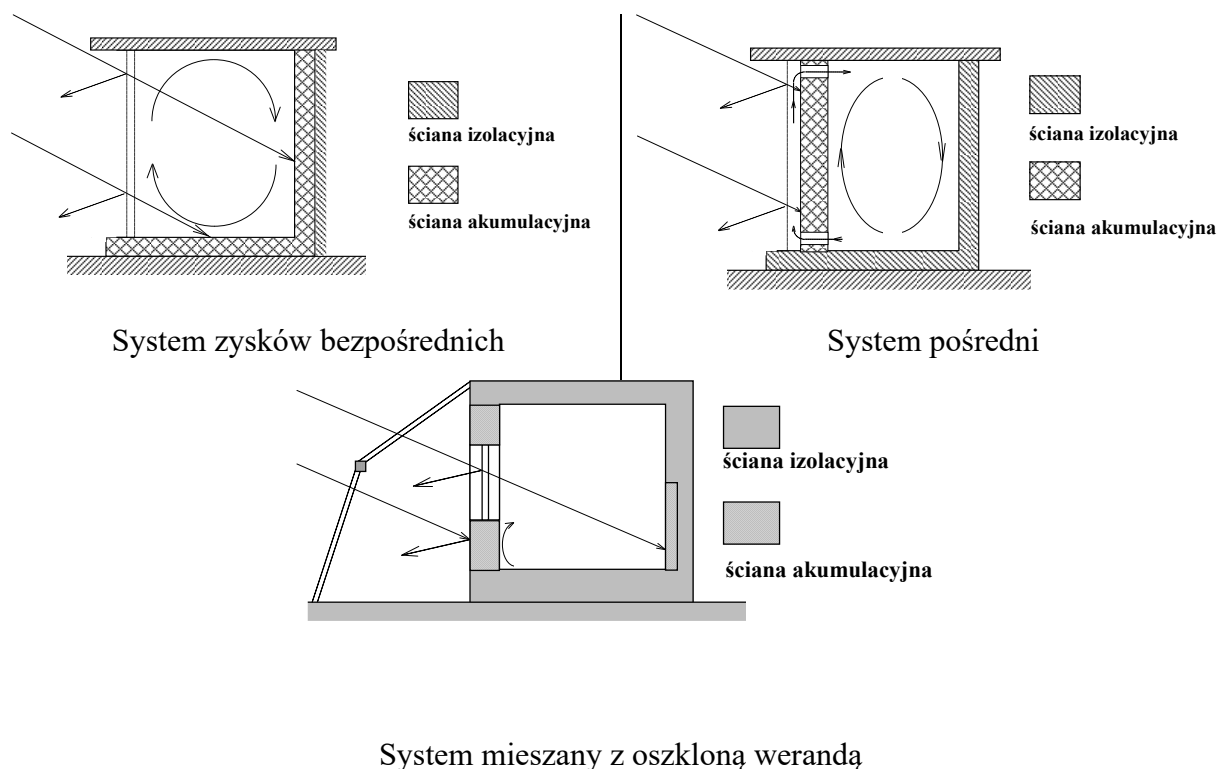
W odróżnieniu od systemów czynnych (aktywnych), w systemach biernych (pasywnych) nie występują urządzenia, w których medium pośredniczące w transporcie i przekazywaniu ciepła jest wprawiane w ruch w sposób mechaniczny (np. za pomocą pomp czy wentylatorów). Wymiana energii cieplnej zachodzi tu głównie na drodze **przewodzenia, konwekcji naturalnej oraz promieniowania**.

Najprostszym pasywnym systemem ogrzewania słonecznego jest **system zysków bezpośrednich**. Polega on na wykorzystaniu przeszkleń, zlokalizowanych najczęściej w elewacji południowej, które umożliwiają bezpośrednie przenikanie promieniowania słonecznego do wnętrza budynku. Energia ta jest pochłaniana i magazynowana w elementach o dużej pojemności cieplnej, takich jak ściany, podłogi oraz wyposażenie wnętrza. Następnie zmagazynowane ciepło jest stopniowo przekazywane do powietrza wewnętrznego, powodując wzrost temperatury w pomieszczeniach. Warstwy przegród wewnętrznych mogą być dodatkowo przystosowane do efektywnego pochłaniania promieniowania słonecznego, co pozwala na ograniczenie dobowych wahań temperatury. Szczególnie korzystnym rozwiązaniem jest zastosowanie po przeciwnej stronie przeszkleń ściany wykonanej z materiałów akumulujących ciepło, takich jak cegła klinkierowa, beton czy kamień.

Jedną z wad systemu zysków bezpośrednich są **stosunkowo duże wahania temperatury powietrza w pomieszczeniach**, które mogą przekraczać zakres komfortu cieplnego odczuwanego przez użytkowników. Skutecznym sposobem ograniczenia tych fluktuacji oraz przesunięcia momentu oddawania energii cieplnej na późniejsze godziny doby jest zastosowanie systemów pośrednich, w których wewnątrz budynku jest oddzielone od bezpośredniego oddziaływania promieniowania słonecznego elementem magazynującym ciepło.

Najbardziej znanym przykładem systemu pośredniego jest **ściana Trombe'a**. Konstrukcja ta składa się z masywnej ściany akumulacyjnej umieszczonej za osłoną przezroczystą. Promieniowanie słoneczne przenikające przez przeszklenie jest pochłaniane przez powierzchnię ściany, a następnie, w wyniku różnicy temperatur, ciepło przewodzone jest do jej wewnętrznej strony i oddawane do pomieszczenia na drodze promieniowania oraz naturalnej konwekcji.

Rozwiązaniem łączącym cechy systemów bezpośrednich i pośrednich jest tzw. **system mieszany**, którego przykładem może być budynek z całkowicie oszkloną werandą lub ogrodem zimowym. W takim układzie pomieszczenie ogrzewane od strony południowej posiada masywną ścianę akumulującą ciepło, oddzieloną od otoczenia przeszkloną przestrzenią. Weranda ogrzewana jest w sposób bezpośredni i charakteryzuje się znacznymi wahaniami temperatury, natomiast przestrzeń mieszkalna uzyskuje energię słoneczną w sposób pośredni, co sprzyja stabilniejszym warunkom cieplnym.



Rysunek 11 Systemy pasywne wykorzystania energii promieniowania słonecznego

Systemy mieszane są **szczególnie rekomendowane w warunkach klimatycznych Polski**, pod warunkiem odpowiedniego zabezpieczenia przeszklonych przestrzeni przed nadmiernymi zyskami ciepła w okresie letnim. Wymaga to zastosowania elementów zacieniających oraz zapewnienia skutecznej wentylacji, zapobiegającej przegrzewaniu zarówno werandy, jak i pomieszczeń przyległych.

Metody ogrzewania pasywnego mogą być skuteczne przede wszystkim w budynkach o niskim jednostkowym zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania, dlatego wymagają one bardzo dobrej izolacyjności cieplnej przegród oraz szczelnej obudowy budynku. Z tego względu konieczne jest również zastosowanie tradycyjnego systemu grzewczego o małej bezwładności cieplnej, który pełni funkcję uzupełniającą. Powyższe uwarunkowania sprawiają, że pasywne systemy słoneczne znajdują szczególne zastosowanie w budownictwie pasywnym i wysoko energooszczędnym.

1.9.3. Systemy konwersji fotoelektrycznej konwersji promieniowania słonecznego (panele fotowoltaiczne) oraz magazynowanie energii elektrycznej

Rola systemów PV w budynku EU 30

W budynkach w standardzie EU 30 zapotrzebowanie na ciepło potrzebne do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej i wentylacji jest stosunkowo niskie, natomiast dominuje zapotrzebowanie na energię elektryczną do zasilania pompy ciepła, wentylacji mechanicznej, automatyki budynku oraz urządzeń bytowych. W takiej strukturze zużycia energii instalacje fotowoltaiczne stają się podstawowym lokalnym źródłem energii odnawialnej.

System PV w budynku EU 30 nie pełni jedynie funkcji redukcji energii pobieranej z sieci, lecz stanowi integralny element całego systemu energetycznego budynku wraz z systemem zarządzania energią, współpracując z pompą ciepła, magazynem energii elektrycznej, systemem przygotowania c.w.u. oraz wentylacją mechaniczną. Jest to realizacja założeń unijnej strategii integracji sektora energetycznego z 2020 roku, związanej z elektryfikacją ogrzewania budynków i transportu

Ograniczenia stosowania instalacji PV bez magazynu energii

W budynkach o bardzo niskim zapotrzebowaniu na moc grzewczą, ciepło i energię elektryczną znaczna część produkcji energii z instalacji PV przypada na godziny, w których bieżące zapotrzebowanie budynku jest niewielkie. Bez magazynu energii prowadzi to do dużego eksportu energii do sieci elektroenergetycznej i ograniczonego poziomu autokonsumpcji. W rezultacie nawet przy relatywnie dużej mocy instalacji fotowoltaicznej roczny poziom samowystarczalności energetycznej (autarkii) budynku EU 30 bez magazynu energii elektrycznej zwykle nie przekracza poziomu 20–30%. Oznacza to, że potencjał energetyczny instalacji PV nie może być w pełni wykorzystany bez możliwości czasowego przesuwania zużycia energii.

Znaczenie magazynów energii elektrycznej (BESS) w budynkach EU 30

Magazyn energii elektrycznej umożliwia przesunięcie w czasie wykorzystania energii wyprodukowanej przez instalację PV z godzin południowych na godziny wieczorne i nocne, w których występuje zapotrzebowanie na:

- ogrzewanie pomieszczeń i przygotowanie c.w.u. przez pompę ciepła,

-
- pracę wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła,
 - zużycie energii elektrycznej do celów bytowych.

W budynku EU 30 magazyn energii elektrycznej pełni funkcję elektrycznego bufora energetycznego, stabilizującego pracę całego systemu i umożliwiającego znaczący wzrost autokonsumpcji energii, obniżenia kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dom staje się aktywnym graczem na rynku energii, a nie biernym biorcą. A Prosument staje się Fleksumentem.

W kontekście dyrektywy EPBD (UE) 2024/1275 i definicji budynku zeroemisyjnego (ZEB) instalacja fotowoltaiczna z magazynem energii elektrycznej w budynku EU 30 nie jest jedynie źródłem obniżania kosztów energii, lecz kluczowym elementem bilansowym umożliwiającym spełnienie kryterium bezemisyjności ZEB. Energia elektryczna z PV, zarówno wykorzystana bezpośrednio w budynku, jak i wyeksportowana do sieci, służy do kompensacji nieodnawialnej części energii pobieranej z sieci elektroenergetycznej, zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej do EPBD. W praktyce oznacza to, że system fotowoltaiczny wraz z magazynem energii i elektryczną pompą ciepła stanowi podstawowy mechanizm zapewniający zerowy bilans energii o pochodzeniu kopalnym w skali roku.

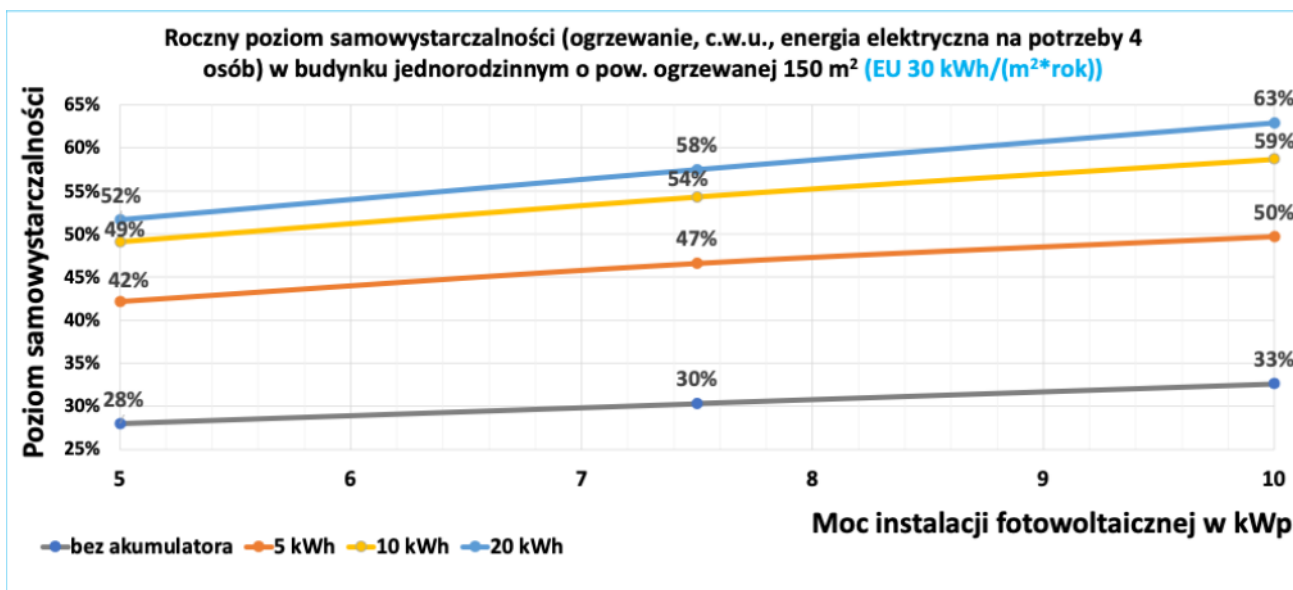
Samochody elektryczne EV i technologia V2H

W bilansie energetycznym budynku EU 30 należy uwzględniać nie tylko stacjonarne magazyny energii elektrycznej (BESS), lecz również magazynowanie mobilne w postaci pojazdów elektrycznych (EV). W standardzie EU 30 zaleca się projektowanie i wykonanie instalacji elektrycznej w sposób umożliwiający integrację z dwukierunkową infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych (V2H), obejmującą odpowiednie rezerwy mocy przyłączeniowej, zabezpieczenia oraz systemy sterowania.

Pojazd elektryczny, w zależności od klasy i pojemności akumulatora, może pełnić funkcję mobilnego magazynu energii o pojemności kilkukrotnie większej niż typowy stacjonarny magazyn energii w budynku jednorodzinny. Uwzględnienie tej funkcji w koncepcji energetycznej budynku pozwala ograniczyć potrzebę przewymiarowania stacjonarnych magazynów energii, zwiększyć poziom autokonsumpcji energii z PV oraz poprawić elastyczność energetyczną budynku w relacji do sieci elektroenergetycznej.

Odniesienie do wyników symulacji energetycznych wykonanych przez PORT PC

Wyniki godzinnych symulacji energetycznych (Mirowski, Lachman 2024) dla budynku jednorodzinny w standardzie energetycznym EU 30 o powierzchni ogrzewanej 150 m², zamieszkanego przez 4 osoby, potwierdzają kluczową rolę magazynu energii elektrycznej w osiągnięciu wysokiej autarkii energetycznej (c.o., c.w.u., pozostała energia elektryczna (tzw. nie-EPB czyli energia bytowa). Symulację wykonano programie symulacyjnym Polysun przyjmując lokalizacją budynku - Warszawa (III strefa, statystyczne dane meteorologiczne dla lat 1971-2000).



Rysunek 12 Roczny poziom samowystarczalności w budynku jednorodzinny

Źródło: opracowanie własne

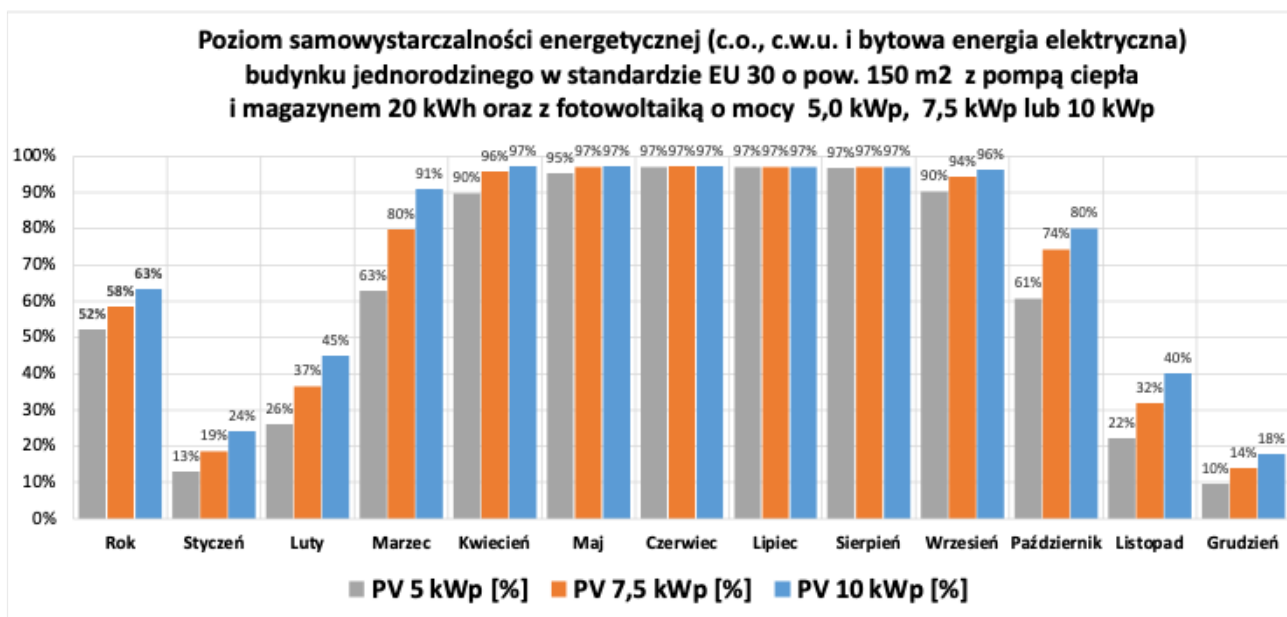
Symulacje wykonane dla instalacji fotowoltaicznych o mocy 5 kWp, 7,5 kWp oraz 10 kWp, w wariantach bez magazynu energii elektrycznej oraz z magazynami o pojemności 5 kWh, 10 kWh i 20 kWh, pokazują, że:

- **bez magazynu energii** roczny poziom samowystarczalności energetycznej budynku wynosi jedynie **28–33%**, nawet przy instalacji PV o mocy 10 kWp,
- zastosowanie magazynu **5 kWh** podnosi poziom autarkii do **42–50%**,
- magazyn **10 kWh** pozwala osiągnąć poziom autarkii **49–59%**,
- magazyn **20 kWh** umożliwia osiągnięcie **52–63% rocznej samowystarczalności**, w zależności od mocy instalacji PV.

Dla przykładu, przy instalacji PV o mocy 7,5 kWp całkowity poziom autarkii rocznej wzrasta:

- z ok. **30% bez magazynu energii**,
- do ok. **47% z magazynem 5 kWh**,
- do ok. **54% z magazynem 10 kWh**,
- do ok. **58% z magazynem 20 kWh**.

Oznacza to, że zastosowanie magazynu energii o pojemności rzędu 20 kWh pozwala **niemal dwukrotnie zwiększyć** rzeczywiste wykorzystanie energii z lokalnej instalacji fotowoltaicznej w porównaniu z wariantem instalacji bez magazynu. Wyniki te wprost potwierdzają, że w budynkach w standardzie EU 30 **magazyn energii nie jest dodatkiem**, lecz elementem koniecznym do realizacji wysokiej efektywności energetycznej, niskich kosztów eksploatacji i standardu ZEB.



Rysunek 13 Miesięczny rozkład autarkii przy magazynie energii elektrycznej 20 kWh

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 13 przedstawia miesięczny i roczny poziom samowystarczalności energetycznej dla wariantu instalacji z magazynem energii 20 kWh – czyli dla konfiguracji, która zgodnie z rysunkiem 13 zapewnia najwyższy poziom samowystarczalności (autarkii) w skali roku.

Podczas gdy rysunek 13 pokazuje jaki poziom autarkii uzyskujemy w skali roku, rysunek 14 pokazuje w których miesiącach autarkia występuje w praktyce.

Analiza miesięczna ujawnia, że:

- od kwietnia do września budynek EU 30 osiąga poziom 90–97% samowystarczalności energetycznej,
- w miesiącach marzec, kwiecień i wrzesień poziom ten przekracza 60–90% nawet dla instalacji 5 kWp,
- w okresie wiosenno-letnim i wczesno-jesiennym budynek funkcjonuje praktycznie jako budynek niemal autonomiczny energetycznie,
- w miesiącach zimowych poziom autarkii spada, jednak nawet w tym okresie magazyn energii umożliwia wykorzystanie znacznej części energii słonecznej do zasilania pompy ciepła, przygotowania c.w.u. i zużycia bytowego.

W rezultacie konfiguracja instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii 20 kWh przekształca budynek w standardzie EU 30 z obiektu bilansowanego jedynie w skali roku w aktywny element systemu elektroenergetycznego, który przez znaczną część roku pokrywa własne potrzeby energetyczne z lokalnej produkcji OZE, a jednocześnie pozostaje w pełni podłączony do sieci, wymieniając z nią energię w sposób zgodny z zasadami bilansowania ZEB określonymi w dyrektywie EPBD (UE) 2024/1275.

Wymagania funkcjonalne dla systemów PV i magazynów energii w EU 30:

Integracja systemowa

Instalacja PV, magazyn energii, pompa ciepła oraz system przygotowania c.w.u. muszą być traktowane jako jeden zintegrowany system energetyczny budynku, zarządzany przez wspólną automatykę i system zarządzania energią (EMS).

Przygotowanie budynku do magazynu energii elektrycznej

Każdy budynek w standardzie EU 30 powinien być zaprojektowany w sposób umożliwiający instalację magazynu energii elektrycznej, obejmujący:

- odpowiednią przestrzeń techniczną,
- rezerwę mocy przyłączeniowej i zabezpieczeń,
- przygotowanie infrastruktury elektrycznej i sterowania.

Zalecana pojemność magazynu energii elektrycznej

Dla budynków jednorodzinnych EU 30 zaleca się pojemność magazynu energii elektrycznej na poziomie: **0,10–0,15 kWh na 1 m² powierzchni ogrzewanej**, co odpowiada typowo **15–25 kWh** dla budynku o powierzchni 150 m². **Zaleca się, aby minimalna pojemność magazynu energii nie była niższa niż 15 kWh i była co najmniej 2 razy większa niż wynika mocy instalacji PV np. przy 8 kWp – co najmniej 16 kWh**

Zakres ten umożliwia osiągnięcie rocznego poziomu samowystarczalności energetycznej na poziomie **50–65%**, obejmującego ogrzewanie, c.w.u. i energię elektryczną na potrzeby bytowe. **Mocno rekomenduje się stosowanie magazynów energii elektrycznej z systemem zasilania rezerwowego (Back-up).**

Sterowanie i priorytety energetyczne

System zarządzania energią budynku (EMS – *Energy Management System*) w budynkach EU 30 i ZEB musi pełnić rolę aktywnego regulatora pracy instalacji fotowoltaicznej, magazynu energii oraz pompy ciepła i innych urządzeń elektrycznych w budynku w relacji do sygnałów z rynku energii i sieci elektroenergetycznej. Jego zadaniem nie jest wyłącznie minimalizacja poboru energii z sieci, lecz optymalizacja momentu jej poboru i oddawania w czasie.

W tym celu system EMS powinien zapewniać w szczególności:

- priorytetowe wykorzystanie energii z instalacji PV na potrzeby pompy ciepła, ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz zasilania urządzeń bytowych,
- ładowanie magazynu energii w okresach nadwyżek produkcji fotowoltaicznej, w celu przesunięcia wykorzystania energii słonecznej na godziny wieczorne i nocne,
- rozładowanie magazynu energii w godzinach wysokiego zapotrzebowania budynku lub wysokich cen energii w sieci, w szczególności w godzinach wieczornego i porannego szczytu,

-
- wykorzystanie dynamicznych taryf energii elektrycznej do:
 - ładowania magazynu energii i zasobnika c.w.u. w okresach niskich cen energii (np. przy wysokiej generacji OZE w systemie),
 - ograniczania poboru energii z sieci w okresach wysokich cen i obciążeń systemowych,
 - koordynację pracy pompy ciepła z cenami energii i dostępnością energii z PV, w tym przesuwanie części produkcji ciepła (np. do bufora ciepła lub zasobnika c.w.u.) do godzin nadwyżek energii odnawialnej,
 - udział budynku w bilansowaniu systemu elektroenergetycznego, poprzez eksport nadwyżek energii w okresach wysokiej produkcji PV oraz ograniczanie poboru w godzinach szczytowych.

W takim modelu magazyn energii nie jest wyłącznie urządzeniem zwiększającym autokonsumpcję, lecz pełni funkcję interfejsu pomiędzy budynkiem a rynkiem energii, umożliwiając reagowanie na zmienność cen, dostępność OZE w systemie i sygnały z sieci. Z punktu widzenia dyrektywy EPBD (UE) 2024/1275 oraz koncepcji budynków ZEB oznacza to, że budynek wyposażony w instalację fotowoltaiczną, magazyn energii i system EMS staje się aktywnym elementem inteligentnego systemu energetycznego, a nie biernym odbiorcą energii.

W dalszym rozwoju funkcjonalnym budynki EU 30 mogą pełnić rolę aktywnych zasobów rynku energii w ramach agregacji i wirtualnych elektrowni (*Virtual Power Plant – VPP*), świadcząc usługi elastyczności i bilansowania na rzecz systemu elektroenergetycznego.

Zalecane funkcje zaawansowanych systemów HEMS (EU 30)

W budynkach projektowanych w standardzie EU 30 zaleca się stosowanie zaawansowanych systemów zarządzania energią (HEMS – *Home Energy Management System*), tj. rozszerzonej wersji systemu EMS przeznaczonej do kompleksowego zarządzania energią w budynku mieszkalnym, obejmującej integrację źródeł energii, magazynów, odbiorników, infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych oraz komunikację z rynkiem energii i systemami zewnętrznymi.

System HEMS powinien w szczególności:

- wykorzystywać prognozy meteorologiczne do predykcji produkcji energii z instalacji fotowoltaicznej oraz zapotrzebowania na energię w budynku, w celu optymalizacji pracy pompy ciepła, magazynu energii i zasobników ciepła,
- wykorzystywać informacje o zmiennych cenach energii elektrycznej (np. rynek dnia następnego, taryfy dynamiczne) do planowania ładowania i rozładowania magazynu energii oraz przesuwania zużycia energii w czasie,
- umożliwiać komunikację z urządzeniami i systemami zewnętrznymi poprzez otwarte interfejsy komunikacyjne (API), w szczególności z falownikami PV, magazynami energii, stacjami ładowania pojazdów elektrycznych oraz systemami agregacji energii (np. zgodnie ze standardami SunSpec, OCPP lub równoważnymi),
- umożliwiać integrację z infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych (EV) poprzez obsługę otwartych standardów komunikacyjnych, w szczególności protokołu OCPP 2.0.1 oraz komunikacji zgodnej z ISO 15118, w tym funkcji dwukierunkowej wymiany energii (V2H), w

celu optymalizacji ładowania pojazdów elektrycznych w relacji do produkcji energii z PV, pracy magazynu energii i sygnałów z rynku energii,

- być przygotowany do przyszłej rozbudowy o funkcje automatycznego reagowania na sygnały z rynku energii i sieci elektroenergetycznej (usługi elastyczności, *demand response*).

Dodatkowe wymagania funkcjonalne dla systemów EMS/HEMS w standardzie EU 30

W budynkach projektowanych w standardzie EU 30 zaleca się, aby systemy EMS/HEMS spełniały również następujące wymagania funkcjonalne, związane z integracją transportu elektrycznego, cyfrowym zarządzaniem komponentami oraz uczestnictwem budynku w inteligentnym systemie elektroenergetycznym:

- system EMS/HEMS powinien posiadać algorytmy inteligentnego ładowania pojazdów elektrycznych (*Smart Charging*), umożliwiające ładowanie pojazdu w pierwszej kolejności z nadwyżek energii produkowanej przez instalację fotowoltaiczną lub w okresach niskich cen energii elektrycznej w ramach taryf dynamicznych,
- system EMS/HEMS powinien umożliwiać prowadzenie cyfrowej ewidencji kluczowych komponentów systemu energetycznego budynku (w szczególności magazynów energii i akumulatorów pojazdów elektrycznych) w formie tzw. „paszportu cyfrowego komponentu”, zgodnie z wymaganiami rozporządzenia bateryjnego Unii Europejskiej, w celu zapewnienia identyfikowalności, monitorowania stanu technicznego oraz zgodności środowiskowej urządzeń,
- system EMS/HEMS powinien posiadać mechanizmy automatycznej ochrony przed niekorzystnymi sygnałami cenowymi z rynku energii (*negative price protection*), umożliwiające ograniczenie lub czasowe wstrzymanie eksportu energii do sieci elektroenergetycznej w okresach ujemnych cen energii, w celu minimalizacji kosztów po stronie użytkownika budynku oraz ochrony instalacji przed nieefektywną ekonomicznie pracą,
- system EMS/HEMS powinien być przygotowany technicznie do pracy w środowisku wirtualnej elektrowni (*Virtual Power Plant – VPP*), tj. umożliwiać agregację z innymi budynkami i zasobami energetycznymi poprzez otwarte interfejsy komunikacyjne oraz realizację zdalnych poleceń sterujących w ramach usług bilansowania i elastyczności systemu elektroenergetycznego (*VPP-ready*).
- system EMS/HEMS powinien zapewniać, aby wszystkie dane operacyjne, dane użytkowników oraz systemy serwerowe służące do zdalnego sterowania i przetwarzania informacji były przetwarzane i przechowywane na infrastrukturze zlokalizowanej na terytorium Europejskiego Obszaru Gospodarczego (EOG), zgodnie z obowiązującymi przepisami w zakresie ochrony danych, cyberbezpieczeństwa oraz suwerenności cyfrowej Unii Europejskiej.

Wpływ magazynu energii na efektywność energetyczną budynku EU 30

Zastosowanie magazynu energii elektrycznej w budynku w standardzie EU 30 pozwala:

- zwiększyć roczny poziom samowystarczalności energetycznej z ok. 20–30% (bez magazynu energii elektrycznej) do poziomu nawet ponad 60%,

-
- ograniczyć obciążenie sieci elektroenergetycznej w godzinach szczytu dociążać sieć elektroenergetyczną w momencie, gdy jest to wymagane,
 - poprawić rzeczywistą sezonową efektywność pomp ciepła (SPF) i obniżyć koszty ogrzewania oraz ciepłej wody dzięki taryfom dynamicznym,
 - zwiększyć odporność budynku na wahania cen energii elektrycznej oraz przerwy w zasilaniu.

W praktyce budynek EU 30 wyposażony w instalację PV i magazyn energii staje się budynkiem quasi-autonomicznym energetycznie w przeważającej części roku.

Powiązanie z definicją budynku zeroemisyjnego (ZEB) z dyrektywy EPBD

Zgodnie z dyrektywą EPBD (UE) 2024/1275 budynek bezemisyjny/zeroemisyjny (Zero-Emission Building, ZEB) jest budynkiem, w którym bardzo niskie zapotrzebowanie na energię końcową jest w przeważającej części pokrywane przez energię ze źródeł odnawialnych wytwarzaną na miejscu lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie.

Budynek zaprojektowany w standardzie EU 30, wyposażony w:

- pompę ciepła o wysokiej sezonowej efektywności,
- instalację fotowoltaiczną,
- magazyn energii elektrycznej o dużej pojemności,

spełnia w praktyce kryteria ZEB, ponieważ:

- jego zapotrzebowanie na energię końcową jest bardzo niskie,
- dominująca część energii pochodzi z lokalnych OZE,
- pobór energii z sieci pełni głównie funkcję bilansującą jest mniejszy niż łączny eksport z PV i zużyta energia na cele nie-EPB.

Dlatego układ fotowoltaki z magazynem energii i elektryczną pompą ciepła stanowi docelowy model energetyczny budynku zeroemisyjnego w eksploatacji w standardzie EU 30, łącząc dekarbonizację ogrzewania z aktywnym udziałem budynków w bilansowaniu systemu elektroenergetycznego. W skali Krajowego Systemu Elektroenergetycznego magazyny energii w takich budynkach tworzą zasób rozproszonej elastyczności popytowej (demand-side flexibility), umożliwiając bilansowanie lokalnej produkcji z OZE, przesuwanie poboru energii w czasie oraz ograniczanie szczytowych obciążeń sieci wynikających z elektryfikacji ogrzewania i rosnącego udziału źródeł odnawialnych.

Zgodność systemu fotowoltaiki z magazynem energii z Taksonomią UE

System obejmujący instalację fotowoltaiczną, magazyn energii elektrycznej oraz pompę ciepła, stosowany w budynkach w standardzie EU 30, pozostaje w zgodności z kryteriami Taksonomii UE dla celu mitygacji zmian klimatu (Załącznik I do rozporządzenia delegowanego (UE) 2021/2139), gdyż zapewnia wytwarzanie, magazynowanie i wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych w sposób prowadzący do istotnej redukcji emisji gazów cieplarnianych w okresie eksploatacji budynku.

W szczególności:

-
- **instalacje fotowoltaiczne** są wprost kwalifikowane w Taksonomii UE jako działalność polegająca na wytwarzaniu energii elektrycznej z OZE,
 - **magazyny energii elektrycznej** są uznawane za działalność wspierającą integrację OZE i poprawę elastyczności systemu energetycznego poprzez umożliwienie przesuwania w czasie wykorzystania energii odnawialnej,
 - **pompy ciepła** zasilane energią elektryczną z OZE spełniają kryterium mitygacji zmian klimatu, ponieważ zapewniają znaczące ograniczenie emisji CO₂ w porównaniu z systemami opartymi na paliwach kopalnych.

Z punktu widzenia Taksonomii UE kluczowe znaczenie ma nie tylko dostawa energii odnawialnej, lecz także **zdolność do jej lokalnego wykorzystania i bilansowania w czasie**.

Magazyn energii w budynku EU 30:

- zwiększa roczną autokonsumpcję energii z fotowoltaiki,
- ogranicza pobór energii z sieci w okresach wysokiej emisyjności i szczytowego zapotrzebowania,
- zmniejsza zapotrzebowanie na moce wytwórcze i sieciowe oparte na paliwach kopalnych.

W rezultacie budynek w standardzie EU 30 wyposażony w system **fotowoltaiczny z magazynem energii i pompą ciepła** realizuje w praktyce model działalności zgodnej z celem mitygacji zmian klimatu w rozumieniu Taksonomii UE, przy jednoczesnym spełnianiu definicji budynku zeroemisyjnego (ZEB) wynikającej z dyrektywy EPBD.

1.9.4. Aktywne słoneczne systemy grzewcze

W warunkach postępującej elektryfikacji ogrzewania budynków oraz rosnącej roli pomp ciepła, magazynów energii elektrycznej i instalacji fotowoltaicznych, aktywne słoneczne systemy grzewcze (kolektory termiczne) pełnią obecnie przede wszystkim rolę technologii uzupełniającej, a nie podstawowego elementu systemu energetycznego budynku.

Ciepłe (termiczne) kolektory słoneczne, zarówno **płaskie**, jak i **rurowo-próżniowe**, należą do najbardziej rozpowszechnionych w budownictwie urządzeń służących do **fototermicznej konwersji promieniowania słonecznego**. Ich podstawowym zadaniem jest przekształcanie energii promieniowania słonecznego w energię cieplną, wykorzystywaną głównie do przygotowania ciepłej wody użytkowej, a także, w układach rozszerzonych, do wspomaganie ogrzewania pomieszczeń.

Kolektory słoneczne montuje się z reguły w pozycji pochylonej względem płaszczyzny poziomej, co umożliwia zwiększenie ilości pochłanianego promieniowania słonecznego. Istotnym czynnikiem przy doborze kąta nachylenia kolektorów jest **okres ich eksploatacji** (całoroczny lub sezonowy). Największą wydajność energetyczną uzyskuje się przy orientacji kolektora na południe, jednak odchylenie rzędu kilkunastu stopni w kierunku wschodnim lub zachodnim powoduje jedynie nieznaczne obniżenie uzysków energetycznych.

W przypadku gdy połać dachowa posiada odpowiedni kąt nachylenia i orientację, kolektory mogą być montowane zarówno **nad powierzchnią dachu**, jak i **zintegrowane z połącią dachową** przy zastosowaniu kołnierzy uszczelniających. Dobór elementów mocujących powinien być dostosowany

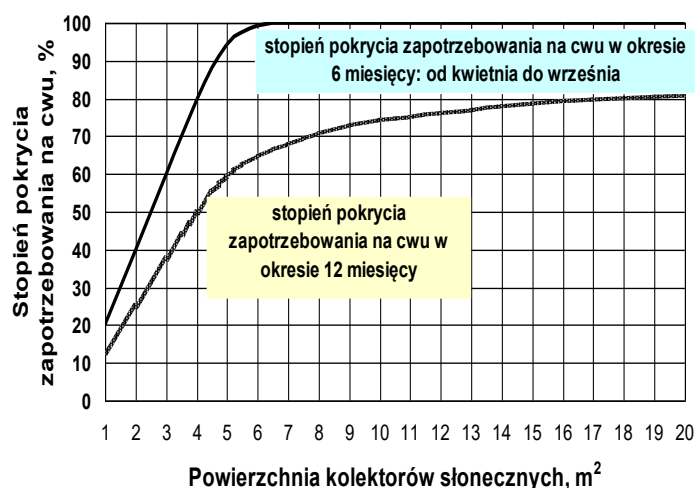
do rodzaju pokrycia dachowego, ze szczególnym uwzględnieniem zapewnienia szczelności wodnej. Kolektory mogą być również instalowane na dachach płaskich, balkonach lub bezpośrednio na gruncie, na specjalnych stelażach umożliwiających właściwe ustawienie kąta nachylenia i kierunku. W przypadku montażu naziemnego zaleca się zachowanie minimalnej wysokości nad powierzchnią terenu, aby zapobiec zawilgoceniu absorbera i elementów instalacji.

Zespoły lub pojedyncze moduły płaskich kolektorów słonecznych są najczęściej stosowane w instalacjach służących do **przygotowania ciepłej wody użytkowej**. Uzyski energetyczne systemów słonecznych zależą w dużym stopniu od rodzaju instalacji, wymaganych temperatur pracy, warunków klimatycznych, a w szczególności od poziomu nasłonecznienia oraz temperatury zewnętrznej.

Podstawowym etapem projektowania instalacji słonecznej do podgrzewania ciepłej wody użytkowej jest **dobór odpowiedniej powierzchni kolektorów**. W tym celu należy uwzględnić zapotrzebowanie wynikające z liczby użytkowników i jednostkowego zużycia ciepłej wody, dobowy, miesięczny i roczny profil jej poboru oraz ilość energii promieniowania słonecznego docierającej do kolektora w danej lokalizacji.

Dokładne określenie wymaganej powierzchni kolektorów wymaga przeprowadzenia obliczeń projektowych. Najbardziej precyzyjne są **symulacje numeryczne**, uwzględniające lokalne warunki klimatyczne oraz charakterystyki wszystkich elementów instalacji. Alternatywnie stosowane są metody korelacyjne, w tym metody graficzne i funkcyjne, takie jak **metoda F-Chart**, które opisują zależności pomiędzy bezwymiarowymi parametrami instalacji i warunkami jej pracy. Metody te bazują na wynikach wielu szczegółowych symulacji oraz danych eksperymentalnych.

Na etapie wstępnego doboru instalacji możliwe jest również posługiwanie się uproszczonymi wytycznymi projektowymi. Przykładowo, producenci często zalecają przyjmowanie powierzchni kolektora rzędu **1,5 m² na osobę**, co w typowych instalacjach do przygotowania ciepłej wody użytkowej stanowi wartość orientacyjnie poprawną.



Rysunek 14 Stopień pokrycia zapotrzebowania 4 osobowej rodziny na ciepłą wodę użytkową w zależności od powierzchni kolektorów systemu słonecznego

W słonecznych systemach przygotowania ciepłej wody użytkowej zaleca się projektowanie instalacji w taki sposób, aby pokrywały one około 60–70% (średnio ok. 65%) rocznego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową, przy jednoczesnym pokryciu 90–100% zapotrzebowania w okresie letnim.

Typowe uzyski energetyczne wynoszą około 350–550 kWh/(m²*rok) dla płaskich kolektorów słonecznych oraz 450–600 kWh/(m²*rok) dla kolektorów próżniowych, w zależności od warunków eksploatacyjnych.

Na całkowite uzyski energetyczne instalacji wpływa nie tylko sprawność samego kolektora, lecz również prawidłowy dobór i konfiguracja pozostałych elementów systemu, takich jak zbiornik magazynujący, wymiennik ciepła, długość i izolacja przewodów rurowych oraz sposób sterowania instalacją.

Systemy słoneczne z kolektorami mogą być wykorzystywane nie tylko do przygotowania ciepłej wody użytkowej, lecz również do wspomaganie centralnego ogrzewania (tzw. systemy „kombi”). Rozwój niskotemperaturowych systemów grzewczych, takich jak ogrzewanie podłogowe czy ściennie, zwiększa efektywność wykorzystania energii słonecznej do ogrzewania pomieszczeń. Należy jednak podkreślić, że dostępność energii słonecznej jest słabo skorelowana z sezonowym zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzewania, dlatego istotne wspomaganie instalacji grzewczej kolektorami słonecznymi – bez sezonowego magazynowania energii – możliwe jest głównie w okresach przejściowych, zwłaszcza wiosną i jesienią.

Z uwagi na niższe wymagane temperatury czynnika grzewczego w niskotemperaturowych systemach ogrzewania (ok. 35–40°C) niż w instalacjach ciepłej wody użytkowej (minimum 45–50°C), systemy słoneczne mogą być w tych warunkach efektywnie wykorzystywane. Należy jednak zaznaczyć, że instalacje słoneczne wspomagające ogrzewanie pomieszczeń wymagają znacznie większych powierzchni kolektorów (zwykle kilkunastu metrów kwadratowych) oraz bardziej złożonej infrastruktury technicznej, co wiąże się z wyższymi nakładami inwestycyjnymi.

W okresie letnim konieczne jest także odpowiednie zagospodarowanie nadmiaru energii cieplnej pozyskiwanej z kolektorów, np. do podgrzewania wody basenowej. Ponadto instalacje z kolektorami słonecznymi mogą być wykorzystywane w systemach klimatyzacji słonecznej i produkcji chłodu. Rozszerzone układy typu „kombi plus” umożliwiają pokrycie zapotrzebowania zarówno na ciepło, jak i na chłód, przy zastosowaniu odpowiednich technologii absorpcyjnych lub adsorpcyjnych.

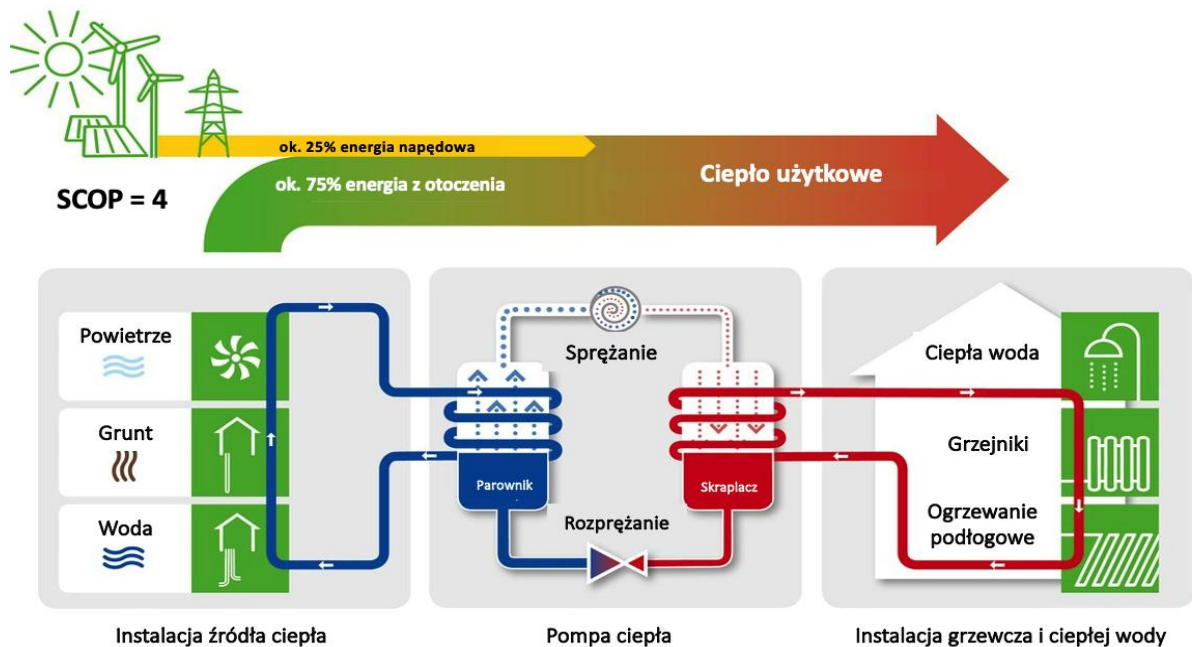
1.9.5. Pompy ciepła

Pompa ciepła, zasilana energią elektryczną, umożliwia pobór energii w formie ciepła ze źródła o niższej temperaturze (tzw. źródło dolne) i jej przekazanie do źródła o wyższej temperaturze (tzw. źródło górne), gdzie ciepłota wykorzystywane do ogrzewania pomieszczeń oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Pompy ciepła mogą być stosowane zarówno w systemach ogrzewania powietrznego, jak i wodnych systemach centralnego ogrzewania.

Dolnymi źródłami ciepła dla pomp ciepła mogą być w szczególności:

- powietrze zewnętrzne,
- grunt,
- wody powierzchniowe (rzeki, jeziora, stawy),
- wody gruntowe,
- wody geotermalne.

W każdym przypadku jest to energia odnawialna w postaci ciepła zgromadzonego w środowisku naturalnym, w całości pochodząca z promieniowania słonecznego, a w przypadku geotermii niskotemperaturowej (w szczególności wymienników gruntowych pionowych i poziomych oraz wód podziemnych) również z naturalnego strumienia ciepłego wnętrza Ziemi.



Źródło grafiki: BWP/PORT PC **bwp** Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Rysunek 15 *Możliwe źródła ciepła przy wykorzystaniu pompy ciepła do ogrzewania pomieszczeń lub podgrzewania ciepłej wody użytkowej.*

Do funkcjonowania najczęściej stosowanej sprężarkowej pompy ciepła niezbędne jest dostarczenie energii elektrycznej do napędu silnika sprężarki i pomp obiegowych. Stosunek pomiędzy mocą grzewczą pompy ciepła a niezbędną do napędu sprężarki mocą elektryczną (i częściowo pomp obiegowych) wyrażany jest właśnie przez współczynnik efektywności cieplnej (COP) pompy ciepła.

Efektywność energetyczna pompy ciepła zależy w decydującym stopniu od różnicy temperatur pomiędzy dolnym i górnym źródłem ciepła. Im niższa jest temperatura górnego źródła (instalacji grzewczej), tym wyższy jest współczynnik COP i sezonowy współczynnik SCOP całego systemu. Dlatego w budynkach w standardzie EU 30 instalacja centralnego ogrzewania wodnego (c.o.) musi być projektowana jako niskotemperaturowa, z maksymalną temperaturą zasilania $\leq 35^{\circ}\text{C}$ dla ogrzewania płaszczyznowego oraz $\leq 45^{\circ}\text{C}$ dla klimakonwektorów i grzejników niskotemperaturowych przy obliczeniowej temperaturze zewnętrznej. Spełnienie tego warunku jest niezbędne do osiągnięcia wysokiej sezonowej efektywności pomp ciepła i niskiego zapotrzebowania budynku na energię pierwotną.

Średni sezonowy współczynnik efektywności cieplnej (SCOP) instalacji płaszczyznowej dla pomp ciepła w polskich warunkach klimatycznych zawiera się w przedziale od 4,0 do 6,0 i jego wartość zależy od rodzaju zastosowanego zewnętrznego wymiennika ciepła i typu instalacji grzewczej.

Średnie wartości SCOP (wyliczany zgodnie z normą PN-EN 14825) współczesnych pomp ciepła z klasami A++ i A+++ z ogrzewaniem płaszczyznowym (maks. temp. zasilania 35 st C) są na poziomie:

- SCOP = 5,0 - 6,3 dla wód gruntowych jako dolnego źródła ciepła,
- SCOP = 3,8 - 6,3 dla gruntu jako dolnego źródła ciepła,
- SCOP = 3,8 – 5,2 dla powietrza jako dolnego źródła ciepła.

W odniesieniu do pompy ciepła jako urządzenia stosuje się wskaźniki COP (dla konkretnego punktu pracy pompy ciepła) oraz SCOP – sezonowy współczynnik efektywności wyznaczany zgodnie z normatywną metodyką wg PN-EN 14825, przy pracy według krzywej grzewczej i profilu klimatu. Natomiast dla całego układu grzewczego w budynku właściwym parametrem jest SPF (Seasonal Performance Factor), który opisuje rzeczywistą, zmierzoną sezonową efektywność systemu, uwzględniając nie tylko pracę sprężarki, lecz także zużycie energii przez wszystkie urządzenia pomocnicze (pompy obiegowe, wentylatory, automatykę, odmrażanie itp.).

Wartość SPF zależy w decydującym stopniu od temperatury zasilania instalacji (górnego źródła), poprawności doboru i hydrauliki systemu oraz jakości regulacji. Dlatego w standardzie EU 30 instalacje muszą być projektowane w sposób umożliwiający osiągnięcie wysokiej sezonowej efektywności w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Wartości SCOP należy traktować jako parametr projektowy, natomiast SPF jako miarę rzeczywistej efektywności całego systemu.

Ze względu na czynniki stanowiące dolne i górne źródło ciepła, można rozróżnić, następujące pompy ciepła najczęściej wykorzystywane do ogrzewania pomieszczeń i podgrzewania ciepłej wody użytkowej:

- pompa ciepła typu powietrze/woda (P-W) pompa przejmuje ciepło od powietrza i przekazuje je do wody grzewczej w instalacji centralnego ogrzewania,
- gruntowa pompa ciepła woda/woda (W-W), pompa przejmuje ciepło od wody i przekazuje je do wody grzewczej w instalacji centralnego ogrzewania
- gruntowa pompa ciepła typu solanka/woda (S-W), pompa przejmuje ciepło od gruntu poprzez instalację gruntowego wymiennika ciepła i przekazuje je do wody grzewczej w instalacji centralnego ogrzewania
- pompa ciepła typu powietrze/powietrze (P-P): pompa odbiera ciepło od powietrza i do powietrza je przekazuje.

Wyróżnia się dwa podstawowe układy współpracy pompy ciepła z instalacją ogrzewania:

- Układ monowalentny z pompą ciepła jako jedynym źródłem zasilania instalacji ogrzewania. Będąc jedynym urządzeniem zaspakajającym zapotrzebowanie na energię, pompa ciepła musi posiadać takie charakterystyki, aby sama mogła zaspokoić średnie i szczytowe obciążenia. Wymagany jest dobór odpowiedniego źródła dolnego (np. grunt, woda gruntowa), które powinno mieć stałą temperaturę w ciągu sezonu grzewczego.
- Układ biwalentny z pompą ciepła jako układem podstawowym oraz dodatkowym (szczytowym) źródłem ciepła, którym może być kocioł gazowy np. na biometan lub grzałka lub kocioł elektryczny. Systemy biwalentne wykorzystują dwa wzajemnie uzupełniające się źródła ciepła, a gdy rolę źródła szczytowego tym przypadku doprowadzona jest jedynie energia elektryczna, układ taki nazywa się też układem monoenergetycznym. Najczęstszym

sposobem pracy jest sposób równoległy, czyli dodatkowe źródło ciepła pracuje jednocześnie z pompą ciepła uzupełniając jej niedobory mocy cieplnej.

Zgodność elektrycznych pomp ciepła z taksonomią zrównoważonego finansowania UE i standardem ZEB

Elektryczne pompy ciepła spełniają kryteria zrównoważonego finansowania określone w taksonomii UE oraz wymagania dyrektywy EPBD (UE) 2024/1275 dla budynków zeroemisyjnych (ZEB), ponieważ umożliwiają dostarczanie ciepła do budynków w sposób o bardzo niskiej emisyjności w całym cyklu eksploatacji. Zgodnie z rozporządzeniem delegowanym Komisji (UE) 2021/2139 do taksonomii UE, technologie grzewcze wykorzystujące energię elektryczną są uznawane za zrównoważone, jeżeli spełniają wymagania dotyczące wysokiej efektywności energetycznej oraz inne wymogi rozporządzenia ekoprojektu oraz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (GWP 675). W przypadku pomp ciepła warunek ten realizowany jest poprzez wysoki sezonowy współczynnik efektywności (SCOP/SPF), który powoduje, że znaczna część energii dostarczanej do budynku pochodzi z odnawialnych lub środowiskowych źródeł ciepła (powietrza, gruntu lub wody), a nie z energii elektrycznej pobieranej z sieci.

Przy sezonowym współczynniku SPF (łącznym na c.o. i c.w.u) na poziomie 4,0–5,0 oznacza to, że **75–80% energii cieplnej dostarczanej do budynku pochodzi z odnawialnego lub odpadowego ciepła środowiskowego**, a jedynie 20–25% z energii elektrycznej. Wraz ze wzrostem udziału energii odnawialnej i niskoemisyjnej w krajowym miksie elektroenergetycznym rzeczywista emisyjność ogrzewania pompami ciepła systematycznie maleje, co wprost wpisuje się w mechanizm dekarbonizacji przewidziany w taksonomii UE.

W kontekście budynków ZEB zastosowane elektryczne pompy ciepła są technologią referencyjną, ponieważ umożliwiają bezpośrednią integrację systemu ogrzewania z lokalną produkcją energii odnawialnej (fotowoltaiką) oraz magazynem energii elektrycznej. W takim układzie znaczna część energii elektrycznej zużywanej przez pompę ciepła może pochodzić bezpośrednio z instalacji PV, co dodatkowo obniża emisyjność dostarczanego ciepła i pozwala spełnić wymóg zerowego lub bliskiego zera bilansu energii o pochodzeniu kopalnym w skali roku.

Oznacza to, że w budynkach EU 30 i ZEB pompy ciepła nie są jedynie wysokoefektywnym źródłem ciepła, lecz podstawowym narzędziem realizacji celów taksonomii UE, EPBD oraz strategii dekarbonizacji sektora budynków.

1.9.6. Biomasa

W budynkach projektowanych w standardzie EU 30 podstawowym źródłem ciepła jest system w pełni elektryczny oparty na pompie ciepła, zasilany energią z instalacji fotowoltaicznej i magazynu energii. Biomasa nie jest traktowana jako regularne źródło ogrzewania, lecz wyłącznie jako źródło rezerwowe na wypadek długotrwałego braku zasilania elektrycznego.

Dopuszcza się stosowanie wyłącznie nowoczesnych urządzeń na biomasę (kominki lub piece na pelet drzewny) o zamkniętej komorze spalania, spełniających wymagania ekoprojektu (Ecodesign). Urządzenia te muszą mieć niezależne doprowadzenie powietrza potrzebne do spalania oraz w

przypadku ich pracy nie mogą zakłócać pracy wentylacji mechanicznej i powodować ryzyka wypływu spalin do pomieszczenia.

Energia z biomasy:

- nie jest uwzględniana w bilansie energetycznym budynku EU 30,
- nie wpływa na spełnienie kryteriów ZEB,
- nie może zastępować ani ograniczać pracy pompy ciepła w normalnej eksploatacji.

Biomasa pełni wyłącznie funkcję zabezpieczenia energetycznego, analogicznie do źródła awaryjnego, przy zachowaniu zasady pełnej elektryfikacji ogrzewania i zeroemisyjności budynku w codziennej eksploatacji.

1.10. Standard EV-ready

Każdy budynek projektowany w standardzie EU 30 musi być przygotowany do integracji z infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych (EV), poprzez zapewnienie odpowiedniej rezerwy mocy, infrastruktury elektrycznej oraz kanałów komunikacyjnych, umożliwiających w przyszłości instalację inteligentnej stacji ładowania bez konieczności ingerencji w konstrukcję budynku.

W szczególności budynek EU 30 i jego otoczenie musi posiadać:

- doprowadzoną linię zasilającą do garażu lub miejsca postojowego o mocy przyłączeniowej nie mniejszej niż 11 kW (3×16 A), z możliwością rozbudowy do wyższych mocy w zależności od parametrów przyłącza budynku,
- odpowiednie zabezpieczenia elektryczne oraz rezerwę mocy w rozdzielni głównej, umożliwiające bezpieczną instalację stacji ładowania EV,
- przygotowaną infrastrukturę kablową i trasę instalacyjną (peszle, koryta, przepusty), umożliwiające łatwy montaż stacji ładowania w przyszłości,
- dodatkowy tor komunikacyjny, umożliwiający integrację stacji ładowania z systemem EMS/HEMS budynku.

Zaleca się, aby infrastruktura EV-ready była przygotowana z uwzględnieniem obsługi otwartych standardów komunikacyjnych (w szczególności OCPP oraz ISO 15118), umożliwiających w przyszłości inteligentne sterowanie procesem ładowania, integrację z systemem zarządzania energią budynku oraz wdrażanie funkcji dwukierunkowej wymiany energii (V2H).

Przygotowanie budynku do standardu EV-ready na etapie projektowym i wykonawczym stanowi minimalny koszt inwestycyjny w stosunku do całkowitego kosztu budowy, a jednocześnie eliminuje istotną barierę rozwoju elektromobilności oraz przyszłej integracji budynku z inteligentnym systemem elektroenergetycznym.

2. Taksonomia zrównoważonego finansowania (taksonomia UE)

2.1. Jak jest znaczenie taksonomii EU dla sektora nowych budynków w standardzie EU 30?

Standard EU 30 został zaprojektowany tak, aby w pełni spełniać wymagania taksonomii zrównoważonego finansowania UE. Oznacza to, że każdy budynek w standardzie EU 30 może być jednocześnie budynkiem kwalifikowalnym jako „zielona inwestycja” określonymi w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2021/2139 oraz w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485.

Standard EU-30 dąży do tego, aby nowe budynki jednorodzinne były nie tylko wysoce efektywne energetycznie i gotowe do pełnej i efektywnej elektryfikacji, ale również zgodne z europejskimi zasadami zrównoważonego finansowania. Od 2022 r. wszystkie inwestycje w budynkach — w tym budowa domów energooszczędnych - podlegają kryteriom taksonomii (Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2021/2139 oraz w Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2023/2485, załącznik 1). Poniższy rozdział przedstawia wszystkie wymagania taksonomii oraz wyjaśnia, jak są one realizowane w EU 30. Spełnienie tych kryteriów ma **kluczowe znaczenie nie tylko dla inwestorów i wykonawców**, ale również dla **banków i instytucji finansowych**, które od 2024 r. muszą raportować, jaka część ich portfela kredytowego kwalifikuje się jako „zielona” zgodnie z wymogami UE.

Dlaczego jest to ważne dla banków?

Banki mogą udzielać preferencyjnego finansowania (niższa marża, większa dostępność kredytu) tylko dla projektów, które:

- spełniają kryteria taksonomii (co najmniej jeden cel z sześciu),
- nie naruszają zasad „nieczynienia poważnych szkód” (DNSH) w żadnym z 6 obszarów,
- są zgodne z dyrektywami EPBD, RED III i EED,
- redukują ryzyko kredytowe dzięki wyższej efektywności energetycznej budynku,
- wykazują trwałe i znaczące obniżenie zużycia energii końcowej, co z punktu widzenia banków oznacza niższe długoterminowe ryzyko kredytowe.

To ostatnie kryterium staje się dla banków kluczowe. UE coraz wyraźniej podkreśla, że zdolność gospodarstw domowych do spłaty kredytów hipotecznych będzie w przyszłości ściśle powiązana z poziomem zużycia energii końcowej w budynku. Budynki o wysokiej efektywności energetycznej mają niższe koszty eksploatacyjne, a tym samym mniejsze ryzyko niewypłacalności przy rosnących cenach energii.

W efekcie, budynki zaprojektowane w standardzie EU 30 są dla banków:

- aktywami niskoemisyjnymi (green assets),
- mniejszym ryzykiem utraty wartości,
- niższych kosztach eksploatacji,
- większej stabilności spłaty kredytu (tzw. „green creditworthiness”).

Banki w Polsce i w UE otrzymują z Komisji Europejskiej zachętę: **im więcej zielonych aktywów w portfelu, tym niższe wymagania kapitałowe**. Dlatego standard EU 30 jest dla banków realną przewagą i powinien ułatwić dostęp do finansowania dla inwestorów.

Dlaczego jest to ważne dla inwestorów indywidualnych?

Spełnienie kryteriów Taksonomii UE często staje się:

- warunkiem otrzymania kredytu hipotecznego na preferencyjnych warunkach,
- elementem oceny wartości zabezpieczenia kredytu,
- mniejszym ryzykiem utraty wartości budynku,

Dlaczego jest to ważne dla rynku budowlanego?

Budynki zgodne ze standardem EU-30 i spełniające wymogi taksonomii zrównoważonego finansowania zapewniają:

- wysoką efektywność energetyczną,
- niskie koszty eksploatacyjne i zwiększenie kosztów dyspozycyjnych,
- pełną zgodność z EPBD (2024/1275) i przyszłymi wymogami budynków bezemisyjnych ZEB,
- wyższą wartość rynkową i mniejsze ryzyko stresu hipotecznego tzw. „stranded assets”.

Dlatego w tej części zamieszczono pełny opis kryteriów taksonomii dla budynków, instalacji OZE oraz technologii, tak aby inwestorzy, projektanci, wykonawcy, producenci, oraz banki mogli jednoznacznie ocenić zgodność projektów z wymogami UE i przygotować się do nadchodzących regulacji EPBD, EED oraz zasad zrównoważonego finansowania.

2.2. Czym jest taksonomia zrównoważonego finansowania

Taksonomia to „narzędzie” wspierające realizację założeń „Europejskiego Zielonego Ładu” i zapewne nowe pojęcie dla wielu osób związanych zawodowo z sektorem technologii stosowanych w budynkach.

Realizacja „Europejskiego Zielonego Ładu” już dziś oznacza konieczność podjęcia zdecydowanych działań, by inwestycje w sektorach odpowiedzialnych za zużycie energii oraz emisję gazów cieplarnianych przyczyniały się do realizacji celów Unii Europejskiej. W sektorze technologii stosowanych w budynkach, np. w ogrzewnictwie, wentylacji, klimatyzacji, kluczowe będą te inwestycje, które będą służyć redukcji emisji gazów cieplarnianych, rozwijaniu efektywności energetycznej, a także zwiększeniu udziału odnawialnych źródeł w produkcji i zużyciu energii. Sektor budynków w Unii Europejskiej, odpowiadający za 40% zużycia energii końcowej, a także za 36% wszystkich unijnych emisji dwutlenku węgla, ma do odegrania szczególnie ważną rolę w zakresie tych inwestycji, począwszy od realizacji ambitnych celów na 2030 r., aż do osiągnięcia neutralności klimatycznej Unii Europejskiej w 2050 r.

W ukierunkowaniu strumienia środków inwestycyjnych na takie przedsięwzięcia, które przyczyniają się do realizacji wspomnianych założeń, ma pomóc unijna taksonomia zrównoważonego finansowania. Staje się ona głównym narzędziem wsparcia finansowego i oceny inwestycji.

Z jednej strony taksonomia zrównoważonego finansowania pozwoli ocenić, jakie działalności gospodarcze oraz inwestycje są zrównoważone, a z drugiej - pokaże te (zasady DNSH), które są szkodliwe z punktu widzenia środowiskowego oraz społecznego. W ten sposób będzie ułatwiać inwestorom przekierowanie inwestycji na bardziej zrównoważone technologie i rodzaje działalności gospodarczej. Dotyczy to zarówno inwestorów korzystających ze środków publicznych, jak i korzystających z instrumentów finansowych instytucji prywatnych, np. banków komercyjnych.

Taksonomia ma zapewniać przejrzystość działań w zakresie zrównoważonego rozwoju oraz służyć przedsiębiorstwom i inwestorom.

To pierwszy, wspólny słownik pojęć dla „Europejskiego Zielonego Ładu”, który oferuje jednolite kryteria oceny przedsięwzięć wszystkim, którzy dokonują inwestycji w projekty lub różne rodzaje działalności gospodarczej wywierające znaczący wpływ na klimat i środowisko.

Zgodnie z deklaracją Komisji Europejskiej - w ramach tych wysiłków przedsiębiorstwa potrzebują kompleksowych ram w zakresie zrównoważonego rozwoju, aby mogły odpowiednio zmienić swoje modele biznesowe. Celem jest zapewnienie transformacji w sektorze finansowym, który dotychczas nie podlegał regulacjom unijnym, a jednocześnie ograniczenie pseudoekologicznego marketingu. Taksonomia, ujednolicając kryteria oceny inwestycji dla podmiotów, które obejmuje w całej Unii – w tym m.in. banków, towarzystw ubezpieczeniowych, giełd papierów wartościowych, firm giełdowych czy doradców inwestycyjnych, ma zwiększyć wiarygodność i porównywalność informacji dotyczących aspektów związanych ze zrównoważonym rozwojem.

Warto już teraz zaakceptować fakt, że taksonomia zrównoważonego finansowania nie jest czymś doraźnym, przejściowym, ale przemyślanym systemem, który był kształtowany przez KE w kilkuletnim procesie (przyjmuje się, że od 2015 r., gdy zawarto tzw. Porozumienie Paryskie) oraz że na stałe zagości w realiach inwestycyjnych państw członkowskich UE, w tym Polski. Będzie też ewoluować, podążając za zmianami w aktach prawnych UE, zapewne w kierunku zaostrzania kryteriów.

2.3. Jak działa taksonomia zrównoważonego finansowania?

Już w perspektywie najbliższych lat wiele firm związanych z branżą technologii budynkowych może zetknąć się w swojej działalności z regułami taksonomii.

Rozporządzenie dot. taksonomii zrównoważonego finansowania weszło w życie 12 lipca 2020 r. **Określa warunki, jakie musi spełnić działalność gospodarcza, aby mogła zostać uznana za zrównoważoną środowiskowo** (i uzyskać ewentualne wsparcie finansowe). W ramach taksonomii wyróżniono sześć celów, według których ocenia się poszczególne działalności gospodarcze i prowadzone inwestycje. Każda z opisanych działalności ma wskazany minimalny poziom, który musi zapewnić, żeby nie być uznana za „wyraźnie szkodzącą”, a także kryteria, które musi spełnić, by wpisać się w znaczącą realizację danego celu. Przykłady oceny inwestycji / działalności zgodnie z tą zasadą pokazano na Rysunek 16, Rysunek 17, Rysunek 18.



Rysunek 16 Cele taksonomii zrównoważonego finansowania

Źródło: Instytut Jagielloński)

6 celów taksonomii:

- Łagodzenie zmian klimatu
- Adaptacja do zmian klimatu
- Zrównoważone wykorzystanie i ochrona zasobów wodnych i morskich
- Gospodarka obiegu zamkniętego, zapobieganie powstawaniu odpadów i recykling
- Zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrola
- Ochrona i odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów

Warunkiem kwalifikowania, np. przez banki, danej inwestycji jako zrównoważonej jest przyczynianie się jej realizacji do spełnienia co najmniej jednego z ww. celów taksonomii, przy jednoczesnym nieszkodzeniu pozostałym (zasada DNSH - „nieczynienia poważnych szkód”).

Cele taksonomii	Kryteria „nie szkodzić”, tj. DNSH	Kryteria istotnej realizacji celu
1. Łagodzenie skutków zmian klimatu		działalność w istotny sposób realizuje ten cel
2. Dostosowanie do zmian klimatu		działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)
3. Zrównoważone wykorzystywanie i ochrona zasobów wodnych		działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)
4. Przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym		działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)
5. Zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrola		działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)
6. Ochrona oraz odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów		działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)

Rysunek 17 Przykład 1 – działalność spełnia kryteria zrównoważoności

Cele	Kryteria „nie szkodzić” tj. DNSH	Kryteria istotnej realizacji celu
1. Łagodzenie skutków zmian klimatu	działalność nie spełnia kryteriów DNSH celu	
2. Dostosowanie do zmian klimatu	działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)	
3. Zrównoważone wykorzystywanie i ochrona zasobów wodnych	działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)	
4. Przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym	działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)	
5. Zapobieganie zanieczyszczeniu i jego kontrola	działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)	
6. Ochrona oraz odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów	działalność spełnia kryteria minimalne („nie szkodzić”, tj. DNSH)	

Rysunek 18 Przykład 2 – działalność nie spełnia kryteriów zrównoważoności

Kryteria taksonomii

Szczegółowy opis technicznych kryteriów Taksonomii UE znajduje się w aktach delegowanych Komisji Europejskiej, podzielonych na odrębne załączniki dla poszczególnych celów środowiskowych.

Pierwszy zestaw kryteriów - dotyczący **celu 1 (łagodzenie zmian klimatu)** oraz **celu 2 (adaptacja do zmian klimatu)**, został opublikowany w aktach delegowanych z 21 kwietnia 2021 r. (Delegated Regulation (EU) 2021/2139). **21 listopada 2023 r.** opublikowano **Delegated Regulation (EU) 2023/2486**, który obejmuje **cztery pozostałe cele środowiskowe** Taksonomii UE (gospodarka wodna, gospodarka o obiegu zamkniętym, zapobieganie zanieczyszczeniom, bioróżnorodność i ekosystemy). Techniczne kryteria kwalifikacji działalności gospodarczej pod kątem zgodności z Taksonomią są stosowane sukcesywnie, kryteria klimatyczne obowiązują od 1 stycznia 2022 r., a pozostałe cele od 2024 r.

Dla technologii stosowanych w budynkach kluczowe znaczenie mają kryteria dotyczące **znaczącego wkładu w cel 1, czyli łagodzenia zmian klimatu**. Kryteria taksonomii bazują przede wszystkim na zapisach aktualnych kryteriów definiowanych przez unijne ramy prawne, np. dyrektywę w sprawie efektywności odnawialnej, dyrektywę w sprawie efektywności energetycznej budynków czy też dyrektywę w sprawie odnawialnych źródeł energii. Kryteria taksonomii będą poddawane regularnym przeglądom. Z biegiem czasu mogą zostać dodane nowe sektory i rodzaje działalności, w tym o charakterze przejściowym i wspomagającym. Jednocześnie każda rewizja i każda zmiana aktów prawnych UE pociągnie za sobą automatycznie zmiany w zakresie zasad taksonomii.

Zasady taksonomii będą ewoluować wraz z aktualizacją unijnych aktów prawnych, które określają kierunek realizacji coraz bardziej ambitnych celów klimatyczno-energetycznych. Oznacza to, że każda kolejna rewizja dyrektyw i rozporządzeń, w szczególności tych wchodzących w skład pakietu „Fit for 55%”, będzie automatycznie przekładać się na aktualizację technicznych kryteriów Taksonomii. Pakiet ten służy osiągnięciu zwiększonego celu redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2030 r., dlatego jego wdrażanie będzie kluczowym czynnikiem dalszego zaostrzania wymogów Taksonomii UE.

Kogo obejmuje taksonomia?

Stosowanie taksonomii jest obowiązkowe dla:

- **Unii Europejskiej oraz państw członkowskich** – tam, gdzie definiowane są wymogi dla uczestników rynku finansowego i emitentów w odniesieniu do produktów finansowych lub obligacji korporacyjnych, które są udostępniane jako zrównoważone środowiskowo;
- **uczestników rynku finansowego**, którzy świadczą swoje produkty i usługi w UE – mają oni obowiązek wskazywania:
 - w jakim stopniu inwestycje w ramach produktu finansowego są dokonywane w działalność gospodarczą zgodną z taksonomią,
 - do realizacji jakich celów środowiskowych przyczynia się inwestycja w ramach danego produktu finansowego oraz
 - jaki jest udział procentowy inwestycji zgodnych z taksonomią w działalności;

-
- **dużych przedsiębiorstw oraz spółek giełdowych** – które, będąc objęte obowiązkiem raportowania niefinansowego, będą musiały informować o następujących kwestiach:
 - jaki jest udział procentowy obrotu pochodzącego z produktów lub usług związanych z działalnością gospodarczą zgodną z taksonomią, a także
 - w jakim stopniu nakłady inwestycyjne i wydatki operacyjne są zgodne z taksonomią.

Warto zaznaczyć, że ostatecznie taksonomia przekłada się także na podmioty, które nie są bezpośrednio objęte obowiązkiem jej stosowania, np. na klienta indywidualnego czy dewelopera, którzy chcą zaciągnąć kredyt w banku notowanym na giełdzie. Bank, będąc zobowiązany do wskazania, w jakim stopniu jego inwestycje w ramach tzw. produktu finansowego są zgodne z zasadami taksonomii czy też do realizacji jakich celów środowiskowych się przyczyniają, będzie musiał uzyskać odpowiednie informacje od swoich kredytobiorców. I takie właśnie są założenia taksonomii – jak najszersze spektrum oddziaływania na rynek, również pośrednio, w celu ukierunkowania jak największej liczby przedsięwzięć na zrównoważone środowiskowo.

Istotne jest również, że fundusze z bieżącego unijnego budżetu, np. Krajowego Planu Odbudowy, nie mogą być wydatkowane na projekty, które nie spełniają kryterium „nie szkodzić” DNSH taksonomii. Pośrednio jest więc ona już wpisana w obecne działania i również przyszłe programy wsparcia inwestycji.

W kierunku upowszechnienia

Komisja Europejska podkreśla, że uniwersalny charakter systemu taksonomii powinien przyczynić się do jej upowszechnienia także wśród podmiotów nie objętych obowiązkiem stosowania, np. małych i średnich przedsiębiorstw nie notowanych na giełdzie. Ponadto rozszerzany ma być zakres przedsiębiorstw, które będą obejmowane koniecznością raportowania niefinansowego opartego na taksonomii. Już dziś KE wskazuje, że zakresem aktu delegowanego ws. celów taksonomii 1 i 2, dotyczących zmian klimatu, będzie objętych około 40% przedsiębiorstw notowanych na giełdzie i działających w sektorach, na które przypada niemal 80% bezpośredniej emisji gazów cieplarnianych w Europie. Uwzględnione są takie sektory, jak: energetyka, leśnictwo, przemysł wytwórczy, transport i budynki.

Korzyści ze stosowania taksonomii

W obszarze działalności gospodarczej i inwestycji w sektorze budynków oraz wykorzystywanych w budownictwie technologii taksonomia powinna przynieść szereg korzyści, wśród których wymienia się:

- **wdrożenie jednoznacznego i uniwersalnego standardu zrównoważonych „zielonych” inwestycji**, czyli jasne określenie, co w sektorze budynków jest inwestycją przyczyniającą się do celów środowiskowych;
- **wsparcie systematycznej realizacji krajowych celów klimatyczno-energetycznych**, tj. redukcji emisji CO₂, wzrostu udziału OZE oraz poprawy efektywności energetycznej — z uwzględnieniem przyszłych rewizji polityk UE;

-
- **spójność z obowiązkami i kryteriami wynikającymi z unijnej legislacji**, w szczególności EPBD, EED, RED oraz zasadami zrównoważonego finansowania;
 - **zwiększenie możliwości dostępu do atrakcyjnych ofert finansowych**, zarówno komercyjnych (np. kredyty hipoteczne z niższą marżą), jak i publicznych (środki unijne, krajowe programy wsparcia), pod warunkiem zgodności inwestycji z Taksonomią;
 - **zwiększenie konkurencyjności polskiego przemysłu, przedsiębiorstw i środowiska naukowego**, dzięki łatwiejszemu funkcjonowaniu na rynkach UE i dostępowi do zielonego finansowania;
 - **zmniejszenie ryzyka „stranded assets”**, czyli utraty wartości budynków niespełniających przyszłych norm — inwestycje zgodne z Taksonomią są postrzegane jako mniej ryzykowne i bardziej odporne na zmiany regulacyjne oraz ceny energii;
 - **obniżenie kosztów eksploatacji budynków i ograniczenie ryzyka ubóstwa energetycznego**, dzięki promowaniu technologii o wysokiej efektywności energetycznej (np. pomp ciepła, PV, magazynów energii, wysokiej jakości izolacji);
 - **ułatwienie finansowania poprzez instrumenty ESG**, w tym emisję zielonych obligacji oraz kredytów powiązanych ze zrównoważonym rozwojem (sustainability-linked loans), co coraz częściej staje się warunkiem finansowania projektów budowlanych;
 - **przygotowanie rynku budowlanego do przyszłych wymogów EPBD dotyczących budynków zeroemisyjnych (ZEB)** — Taksonomia jest narzędziem, które stopniowo porządkuje rynek i zmniejsza ryzyko dostosowawcze dla inwestorów, wykonawców i producentów technologii.

2.4. Szczegółowe kryteria taksonomii w obszarze sektora budynków i dot. łagodzenia zmian klimatu (cel 1)

W załączniku 2 przedstawiano wybrane kluczowe kryteria dla działalności gospodarczej w obszarze budynków oraz technologii stosowanych w budynkach, które decydują o realizacji w znaczącym stopniu celu 1, czyli łagodzenia zmian klimatu (C(2021) 2800 final ANNEX 1)

Uwzględnienie kryteriów „nieczynienia poważnych szkód” (DNSH)

Zgodnie z wymogami Taksonomii UE każda działalność gospodarcza wymieniona w niniejszym aneksie – niezależnie od tego, czy spełnia techniczne kryteria istotnej realizacji celu 1 („łagodzenie zmian klimatu”) – **musi dodatkowo spełniać pełną listę wymogów DNSH (Do No Significant Harm) opisanych w odpowiednich rozdziałach Załącznika 1 do Rozporządzenia Delegowanego 2021/2139.**

Oznacza to, że dla każdego typu działalności (np. 3.1, 3.5, 4.1, 4.10, 4.16, 7.1, 7.2 itd.) **obowiązkowe jest spełnienie wszystkich kryteriów „nieczynienia poważnych szkód” dotyczących:**

1. **adaptacji do zmian klimatu,**
2. **zrównoważonego gospodarowania zasobami wodnymi,**
3. **gospodarki o obiegu zamkniętym,**
4. **zapobiegania zanieczyszczeniom,**
5. **ochrony bioróżnorodności i ekosystemów.**

Wszystkie wymienione wymogi DNSH są opisane szczegółowo w dedykowanych sekcjach Załącznika 2 – oddzielnie dla każdej działalności gospodarczej.

Spełnienie kryteriów „znaczącego wkładu” NIE JEST wystarczające.

Każdy budynek, instalacja technologiczna lub inwestycja kwalifikowana zgodnie z taksonomią musi równocześnie przejść pozytywną ocenę DNSH oraz spełniać minimalne gwarancje społeczne.

Warto zauważyć, że zasada „nieczynienia poważnych szkód” (DNSH) obowiązuje nie tylko w Taksonomii UE, lecz także w nowych mechanizmach finansowania wynikających z systemu ETS2, w tym w Społecznym Funduszu Klimatycznym SFK (Regulation (EU) 2023/955). Oznacza to, że wszystkie działania finansowane ze środków SFK – w szczególności dotyczące modernizacji budynków i ogrzewania – będą musiały wykazać pełną zgodność z zasadą DNSH. Praktycznie wyklucza to finansowanie instalacji opartych na paliwach kopalnych i wzmacnia kierunek pełnej elektryfikacji oraz wysokiej efektywności energetycznej budynków.

W praktyce oznacza to, że inwestycje niespełniające DNSH nie będą mogły otrzymać finansowania z KPO, FEnIKS, funduszy regionalnych ani z przyszłych środków ETS2.

Tabela 23 Zestawienie istotnych rozdziałów z załącznika 1 do Rozporządzenia Delegowanego 2021/2139 (Taksonomia UE)

Tytuł sekcji Taksonomii	Numer sekcji Załącznika 1
Wytwarzanie technologii energii odnawialnej	3.1
Produkcja sprzętu zwiększającego efektywność energetyczną budynków	3.5
Produkcja energii elektrycznej z technologii PV	4.1
Produkcja energii z CSP i energii słonecznej	4.2 / 4.21
Produkcja energii elektrycznej z wiatru	4.3
Magazynowanie energii elektrycznej	4.10
Magazynowanie energii cieplnej	4.11
Dystrybucja w systemach ciepłowniczych/chłodniczych	4.15

Instalacja i eksploatacja elektrycznych pomp ciepła	4.16
Wytwarzanie energii z ciepła odpadowego	4.25
Budowa nowych budynków	7.1
Renowacja istniejących budynków	7.2
Montaż, konserwacja sprzętu EE	7.3
Montaż stacji ładowania pojazdów elektrycznych	7.4
Montaż urządzeń pomiaru i kontroli	7.5
Montaż technologii energii odnawialnej	7.6
Nabywanie i prawo własności budynków	7.7
Usługi fachowe dot. charakterystyki energetycznej	9.3

Materiały do pobrania:

Dokument 1 – Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2021/2139 (część główna)

Ustanawiające techniczne kryteria kwalifikacji dla łagodzenia zmian klimatu i adaptacji do zmian klimatu (Climate Delegated Act)

PDF (PL):

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF

Dokument 2 – Rozporządzenie delegowane 2021/2139 – Załącznik I (Aneks 1)

Kryteria techniczne kwalifikacji dla działalności przyczyniających się do łagodzenia zmian klimatu

PDF (PL):

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_2&format=PDF

Dokument 3 – Rozporządzenie delegowane 2021/2139 – Załącznik II (Aneks 2)

Kryteria techniczne kwalifikacji dla działalności przyczyniających się do adaptacji do zmian klimatu

PDF (PL):

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d84ec73c-c773-11eb-a925-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_3&format=PDF

Dokument 4 – Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2023/2486

dotyczące ujawniania wskaźników taksonomicznych przez przedsiębiorstwa (Disclosure Delegated Act)

PDF (PL):

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302486

Dokument 5 – Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2023/2485
zmieniające rozporządzenie delegowane (UE) 2021/2139 – aktualizacja technicznych kryteriów
kwalifikacji (m.in. działalności 7.1 i 7.2 – budynki)

PDF (PL):

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302485

3. Budynki w standardzie ZEB

3.1. Zgodność budynków w standardzie EU 30 z definicją ZEB (Zero-Emission Buildings)

Dyrektywa EPBD (UE) 2024/1275 przewiduje fazy wprowadzania nowych wymogów dla budynków, w tym wymogu budynków zeroemisyjnych (ZEB), w zależności od kategorii budynku i celów Unii Europejskiej. Kluczowe terminy wdrożenia tych wymogów to:

- **Do 2028 r.** – państwa członkowskie muszą ustanowić **krajowe minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej** zgodne z EPBD, uwzględniając cele dotyczące budynków ZEB i mechanizmy ich bilansowania.
- **Od 2030 r.** – wszystkie **nowe budynki** powinny być projektowane i budowane jako **budynki o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej**, co w praktyce oznacza wdrożenie warunków zgodnych ze standardem ZEB, w tym poprzez lokalne odnawialne źródła energii i bilansowanie energii pierwotnej.
- Do 2030 r. wszystkie nowe budynki w UE powinny być budynkami zeroemisyjnymi (ZEB), przy czym państwa członkowskie wdrażają ten wymóg poprzez krajowe minimalne wymagania energetyczne przyjmowane do 2028 r.

W praktyce oznacza to, że **od początku lat 30. XXI w. wszystkie nowe budynki w UE będą musiały spełniać warunki budynku zeroemisyjnego (ZEB)** zgodnie z EPBD IV, przy czym wdrożenie krajowych systemów obliczeniowych, metodologii i regulacji powinno nastąpić najpóźniej w **latach 2028–2030**.

3.2. Definicja budynku zeroemisyjnego (ZEB) – EPBD (UE) 2024/1275

Zgodnie z art. 2 pkt 2 dyrektywy EPBD (UE) 2024/1275:

„Budynek zeroemisyjny (zero-emission building) oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej, w którym bardzo niskie zapotrzebowanie na energię jest w pełni pokrywane energią ze źródeł odnawialnych wytwarzaną na miejscu, w jego bezpośrednim sąsiedztwie lub z sieci, oraz w którym nie występują bezpośrednie emisje dwutlenku węgla z paliw kopalnych na miejscu.”

W praktyce oznacza to, że zgodnie z dyrektywą EPBD (UE) 2024/1275 budynek zeroemisyjny (ZEB) to budynek o bardzo niskim zapotrzebowaniu na energię końcową, którego potrzeby energetyczne są pokrywane energią odnawialną – wytwarzaną na miejscu, w jego bezpośrednim sąsiedztwie lub dostarczaną z sieci elektroenergetycznej – przy czym w budynku nie występują bezpośrednie emisje CO₂ z paliw kopalnych. Kluczowe znaczenie ma zatem nie pełna autarkia energetyczna budynku, lecz roczny bilans pochodzenia energii, w szczególności relacja między energią odnawialną a energią z sieci o pochodzeniu z paliw kopalnych. Standard EU-30 nie jest celem samym w sobie, lecz minimalnym poziomem charakterystyki energetycznej, który umożliwia efektywne, technicznie i ekonomicznie racjonalne spełnienie wymogów ZEB zgodnie z EPBD IV.

W systemie oceny ZEB zgodnie z EPBD IV rozróżnia się zużycie energii objęte charakterystyką energetyczną budynku (EPB) – obejmujące ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, chłodzenie, wentylację i energię pomocniczą – oraz zużycie nieobjęte charakterystyką energetyczną (nie-EPB), w szczególności energię elektryczną na cele bytowe, oświetlenie, automatykę i urządzenia domowe. Celem tego rozróżnienia jest umożliwienie bilansowania kopalnej części energii pierwotnej zużywanej przez systemy budynku energią odnawialną wytwarzaną lokalnie i wykorzystywaną także na inne potrzeby użytkowników, tak aby budynek jako całość nie generował zapotrzebowania na energię z paliw kopalnych w skali roku. Zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej energia odnawialna wytworzona lokalnie i wykorzystana na potrzeby non-EPB oraz energia wyeksportowana do sieci może być zaliczona jako kompensacja kopalnej części energii elektrycznie zużywanej na cele EPB w rocznym bilansie ZEB.

Wytyczne Komisji Europejskiej do EPBD i budynków ZEB z 30 czerwca 2025 r. precyzują, że nieodnawialna (kopalna) część energii dostarczonej do budynku może być skompensowana przez energię odnawialną wytworzoną lokalnie, zarówno wykorzystaną w budynku na potrzeby inne niż objęte charakterystyką energetyczną (tzw. cele nie-EPB, np. sprzęt bytowy, automatyka), jak i wyeksportowaną do sieci elektroenergetycznej. Oznacza to, że budynek może pobierać energię z sieci, pod warunkiem, że jego część związana z wykorzystaniem paliw kopalnych zostanie w pełni zbilansowana przez lokalne odnawialne źródła energii w skali roku.

Dokładnie tę logikę realizuje standard EU-30. Bardzo niskie zapotrzebowanie na energię użytkową, ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej realizowane przez pompę ciepła – wykorzystującą w dominującym stopniu energię odnawialną z otoczenia przy niewielkim udziale energii elektrycznej – oraz instalacja fotowoltaiczna z magazynem energii, zapewniające wysoką autokonsumpcję energii z PV i wysoki poziom autarkii energetycznej, powodują, że sieć elektroenergetyczna przez większość roku pełni przede wszystkim funkcję bufora sezonowego, a nie podstawowego źródła energii. Istotnym elementem tego modelu jest również możliwość aktywnego wykorzystania taryf dynamicznych, pozwalających na dalszą optymalizację kosztów i bilansu energetycznego budynku.

Standard ZEB może być również realizowany poprzez przyłączenie budynku do efektywnej sieci ciepłowniczej, o ile struktura paliwowa i emisyjność tej sieci są zgodne z wymaganiami dyrektyw EPBD i EED, a dostarczana energia umożliwia spełnienie kryteriów budynku zeroemisyjnego w rocznym bilansie energii i emisji.

3.3. Przykład obliczeniowy ZEB dla budynku jednorodzinnego EU 30

W arkuszu kalkulacyjnym „ZEB EU 30 final” spełnienie kryterium ZEB weryfikowane jest za pomocą bilansu energii pierwotnej:

E24 = Kompensacja – Część niezgodna (EP)

gdzie „część niezgodna (EP)” oznacza nieodnawialną (kopalną) energię pierwotną wynikającą z energii elektrycznej pobranej z sieci, natomiast „kompensacja” obejmuje energię odnawialną z instalacji fotowoltaicznej wykorzystaną w budynku na potrzeby nieobjęte EPB (energia elektryczna na cele bytowe) oraz energię z fotowoltaiki wyeksportowaną do sieci, przeliczoną z użyciem

współczynnika energii pierwotnej dla eksportu do sieci ($PEF=0,9$). Warunek ZEB jest spełniony, gdy $E_{24} \geq 0$, czyli gdy lokalna produkcja energii odnawialnej w pełni kompensuje kopalną część energii pobranej z sieci.

Wprowadzenie do przykładu obliczeniowego budynku jednorodzinnego (EU 30) spełniającego wymóg ZEB

Poniżej przedstawiono trzy zrzuty ekranu z arkusza kalkulacyjnego „ZEB EU 30 final”, ilustrujące sposób weryfikacji spełnienia kryterium budynku zeroemisyjnego (ZEB) zgodnie z dyrektywą EPBD (UE) 2024/1275 oraz wytycznymi Komisji Europejskiej z 30 czerwca 2025. Arkusz kalkulacyjny jest do pobrania tu: <https://app.box.com/s/prt4kvqbhunhfb1mktep27v1j30bzf3h>

Przykład obliczeniowy dotyczy budynku jednorodzinnego w standardzie EU 30 o powierzchni ogrzewanej 150 m², zamieszkałego przez 4 osoby, wyposażonego w elektryczną pompę ciepła o mocy 5 kW, instalację fotowoltaiczną 6 kWp oraz magazyn energii elektrycznej o poj. 20 kWh. Zrzuty przedstawiają pełny bilans energii końcowej i pierwotnej oraz mechanizm kompensacji energii pierwotnej pochodzenia kopalnego energią odnawialną z instalacji fotowoltaicznej (PV), który stanowi podstawę bilansowej definicji budynku ZEB w EPBD IV.

Dla przykładowego budynku jednorodzinnego w standardzie EU 30 o powierzchni ogrzewanej 150 m², wyposażonego w pompę ciepła o $SCOP \approx 3,8$ dla ogrzewania (c.o.) i $SCOP \approx 3,0$ dla przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), instalację fotowoltaiczną o mocy 6 kWp oraz magazyn energii elektrycznej o pojemności 20 kWh, roczny poziom autarkii elektrycznej wynosi około 54% dla c.o. i c.w.u. oraz łącznie około 54% dla całkowitego zużycia energii elektrycznej (c.o., c.w.u. i potrzeby bytowe). W obliczeniach założono aktualny mix energetyczny z udziałem 30% energii z OZE (dane z 2025 r.).

Pomimo tego budynek spełnia kryterium ZEB, ponieważ nieodnawialna część energii pierwotnej pobranej z sieci na cele EPB (komórka E25) wynosi 21,3 kWh/(m²*rok), podczas gdy suma energii elektrycznej odnawialnej wytworzonej lokalnie i wykorzystanej w budynku na cele nie-EPB (cele bytowe nie związane ze zużyciem energii elektrycznej pompy ciepła, oświetlenia i wentylacji) i wyeksportowanej z PV do sieci, po przeliczeniu współczynnikami energii pierwotnej (komórka E24), osiąga łącznie 22,8 kWh/(m²*rok). **Dodatni wynik bilansu** (komórka E26 $\approx +1,5$ kWh/(m²*rok)) oznacza pełną kompensację zużytej energii pierwotnej z paliw kopalnych z sieci elektroenergetycznej.

Magazyn energii elektrycznej w tym układzie nie służy osiągnięciu pełnej autonomii energetycznej budynku, lecz zwiększa wykorzystanie lokalnej energii odnawialnej, ogranicza pobór energii z sieci w okresach wysokiej emisyjności i obciążenia systemu elektroenergetycznego oraz stabilizuje bilans energii w skali dobowej i sezonowej. Dzięki temu możliwe jest spełnienie kryterium ZEB bez znacznego przewymiarowania instalacji fotowoltaicznej.

Kontrola spełnienia warunku standardu ZEB budynku jednorodzinnego dot. bilansu EP

Powierzchnia ogrzewana budynku jednorodzinnego w standardzie EU 30	150	m ²
Jednostkowe zapotrzebowanie ciepła użytkowego EU na ogrzewanie budynku	30	kWh/(m ² x rok)
Sprawność systemu centralnego ogrzewania wodnego (ogrzewanie podłogowe)	85%	%
Roczne zapotrzebowanie ciepła na centralne ogrzewanie	5 294	kWh/rok
Liczba osób w budynku	4	osób
Dobowy pobór ciepłej wody użytkowej na osobę	40	l./os./dzień
Temperatura ciepłej wody	50	°C
Temperatura zimnej wody	10	°C
Zapotrzebowanie roczne ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej	2 725	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.o. i c.w.u.	8 019	kWh/rok
SCOP pompy ciepła - ogrzewanie podłogowe 35/30	3,8	[-]
SCOP pompy ciepła - ciepła woda 50 st C	3,0	[-]
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku na cele nie-EPB	3 000	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną pompy ciepła na ogrzewanie	1 393	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną pompy ciepła na c.w.u.	908	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną PC (c.o. i c.w.u.)	2 302	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do wentylacji z odzyskiem ciepła	250	kWh/rok
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia budynku	5	kWh/(m ² x rok)
Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do oświetlenia budynku	750	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię el. na EPB (c.o., c.w.u., wentylacja, oświetlenie)	3 302	kWh/rok
Łączne zużycie energii elektrycznej budynku (kWh/rok)	6 302	kWh/rok
Ciepło pobrane z otoczenia przez pompę ciepła	5 718	kWh/rok
Moc instalacji PV - usytuowanie południe	6,0	kWp
Roczna produkcja PV (kWh/kWp/rok) - usytuowanie południe	1 000	kWh/rok
Produkcja energii z PV (kWh/rok) usytuowanie południe	6 000	kWh/rok
Poziom autarkii energii z PV z wykresu (łącznie na cele EPB i nie-EPB)	54%	%
Udział OZE w energy mix	30%	%
Udział nieemisyjny (OZE) w prądzie mix	70%	%
Łączna autarkia z dachowej PV (EPB + nie-EPB)	3 403	kWh/rok
Poziom autarkii na cele EPB (na potrzeby c.o i c.w.u., wentylacja i oświetlenie)	54%	%
Własna konsumpcja z PV na cele EPB (na potrzeby c.o i c.w.u., wentylacja i oświetlenie)	1 783	kWh/rok
Pobór energii z sieci energetycznej na cele EPB (c.o. i c.w.u., wentylacja, oświetlenie)	1 519	kWh/rok
Pobór energii z sieci energetycznej na cele nie-EPB (pozostałe zużycie energii elektrycznej)	1 380	kWh/rok
Roczne straty energii na magazynie energii elektroenergetycznej (10%)	600	kWh/rok
Eksport energii elektrycznej PV do sieci elektroenergetycznej	1 997	kWh/rok

Rysunek 19 Dane wejściowe i uproszczony bilans energetyczny przykładowego budynku EU 30 (zakładka: ZEB Kalkulacja)

Rysunek 19 przedstawia dane wejściowe i roczne bilanse energetyczne przykładowego budynku EU 30: zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u., sezonowe współczynniki efektywności pompy ciepła (SCOP), roczne zużycie energii elektrycznej, produkcję energii z instalacji fotowoltaicznej, poziom autokonsumpcji oraz autarkii energetycznej. Dane te stanowią podstawę dalszych obliczeń energii pierwotnej i weryfikacji kryterium ZEB.

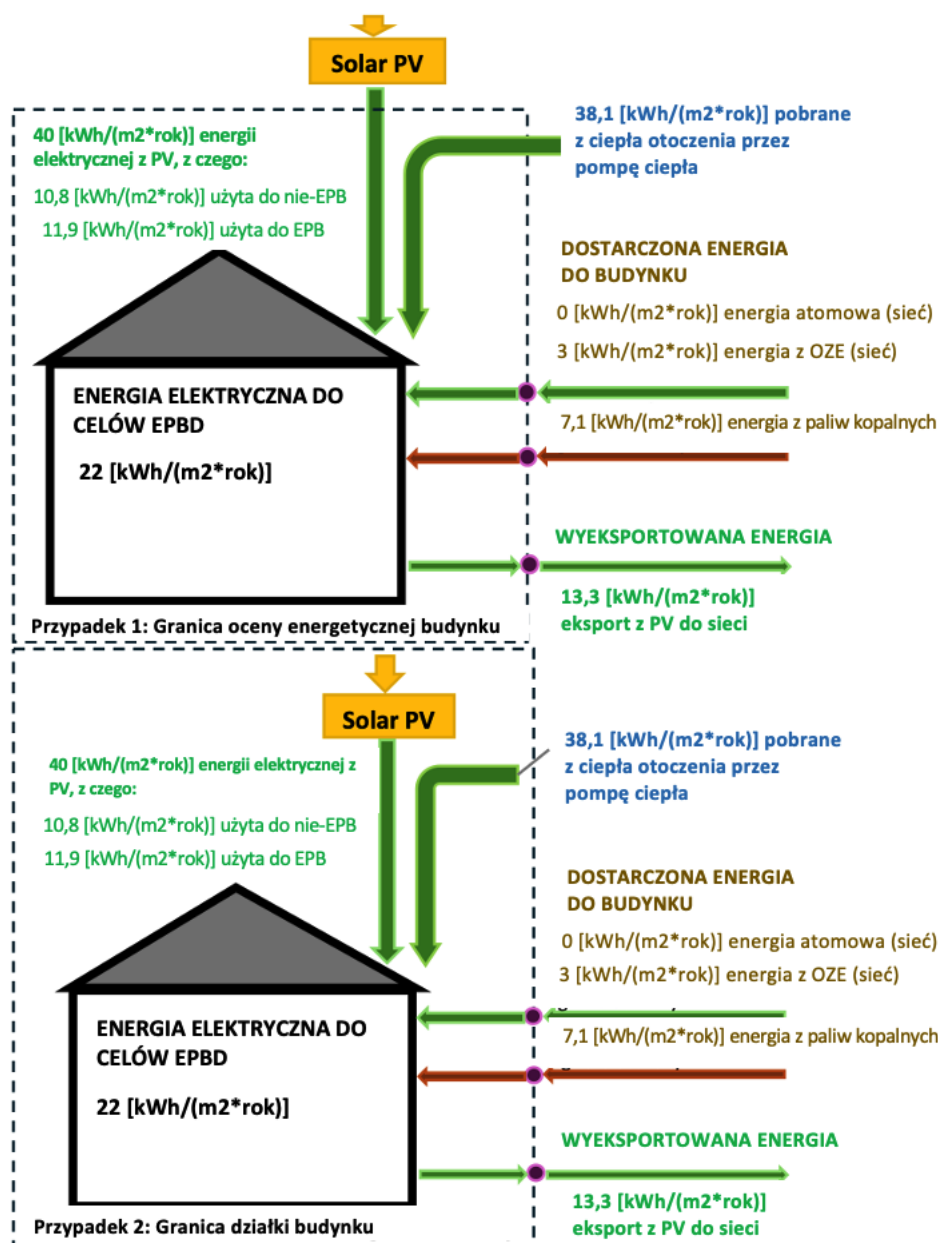
Całkowite zużycie energii pierwotnej budynku oraz kompensacja niezgodnej energii pobranej z sieci energią odnawialną wytwarzaną na miejscu i albo wyeksportowaną do sieci, albo zużytą na miejscu na potrzeby nieobjęte EPB

	Przypadek 1: Granica oceny energetycznej budynku			Przypadek 2: Granica działki budynku			
	Dostarczona/eksportowana energia	PEF	M_primary	Łączna energia pierwotna	Dostarczona/eksportowana energia	PEF	Łączna energia pierwotna
	[kWh/(m ² *rok)]	[-]	[-]	[kWh/(m ² *rok)]	[kWh/(m ² *rok)]	[-]	[kWh/(m ² *rok)]
Dachowa PV	40,0	1	0	0			
Ciepło pozyskane z otoczenia z pompy ciepła	38,1	1	0	0			
Energia z fotowoltaiki użyta na miejscu do celów EPB	11,9	1	0	0,0			
Energia z fotowoltaiki użyta na miejscu dla celów nie-EPB	10,8	1	1	10,8	10,8	1	10,8
Eksport z PV do sieci	13,3	0,9	1	12,0	13,3	0,9	12,0
Pobór energii z sieci do celów EPB	10,1	2,4	1	24,3	10,1	2,4	24,3
<i>z czego:</i>							
energia z OZE	3,0	1	1	3,0	3,0	1	3,0
energia z atomu	0,0	3	1	0,0	0,0	3	0,0
energia z paliw kopalnych	7,1	3	1	21,3	7,1	3	21,3
łączna energia pierwotna (Total EP)				1,5			1,5
Pokrycie energii pierwotnej czyli suma energii odnawialnej i bezemisyjnej uwzględnianej zgodnie z art. 11 ust. 7 EPBD				81,2			81,2
<i>z czego:</i>							
pokrycie z dachowej PV				40,0			40,0
pokrycie ciepłem otoczenia z pompy ciepła				38,1			38,1
pokrycie z energii z OZE z sieci elektroenergetycznej				3,0			3,0
pokrycie z energii nuklearnej z sieci elektroenergetycznej				0			0,0

Suma energii odnawialnej i wytworzonej na miejscu oraz zużytej na cele EPB i wyeksportowanej do sieci (w kWh/m2/rok)	22,8		
Energia pierwotna z paliw kopalnych (część niezgodna EP) z prądu z sieci elektroenergetycznej	21,3		
Margines Bilansu: suma energii odnawialnej i wytworzonej na miejscu oraz zużytej na cele EPB i wyeksportowanej do sieci minus energia pierwotna z paliw kopalnych z prądu z sieci jest powyżej 0 (w kWh/m2/rok)	1,5	warunek spełniony	7%

Rysunek 20 Bilans energii pierwotnej i spełnienie warunku ZEB (zakładka: ZEB Tabela)

Rysunek 20 pokazuje kluczowy bilans ZEB: nieodnawialną (kopalną) część energii pierwotnej dostarczonej z sieci elektroenergetycznej, energię odnawialną z fotowoltaiki wykorzystaną lokalnie na potrzeby nie-EPB budynku (na cele bytowe nie związane ze zużyciem energii elektrycznej pompy ciepła, oświetlenia i wentylacji) i wyeksportowaną do sieci po przeliczeniu współczynnikiem energii pierwotnej oraz dodatni wynik bilansu w komórce **E24**. Dodatnia wartość komórki E24 oznacza, że lokalna produkcja OZE w pełni kompensuje kopalną część energii pierwotnej pobranej z sieci, co potwierdza spełnienie kryterium ZEB.



Rysunek 2. Granica oceny energetycznej budynku (Przypadek 1 – rysunek górny) oraz granica działki budynku (Przypadek 2 – rysunek dolny) na potrzeby obliczania energii pierwotnej.

Rysunek 21 Granice bilansu energetycznego budynku i działki (wg wytycznych do EPBD) w podanym przykładowym bliczeniowym (zakładka: ZEB Tabela)

Rysunek 21 ilustruje dwa warianty granic bilansowych stosowane w wytycznych do dyrektywy EPBD: granicę oceny energetycznej budynku oraz granicę działki budynku. W obu przypadkach energia z fotowoltaiki wykorzystana w budynku (cele bytowe) oraz wyeksportowana do sieci może być zaliczona jako kompensacja energii kopalnej dostarczonej z sieci, co stanowi podstawę bilansowej definicji budynku zeroemisyjnego (ZEB).

Warto podkreślić, że magazyn energii elektrycznej w tym układzie nie służy osiągnięciu pełnej autonomii energetycznej budynku, lecz istotnie zwiększa wykorzystanie lokalnej energii odnawialnej, ogranicza pobór energii z sieci w okresach wysokiej emisyjności i obciążenia sieci oraz stabilizuje

bilans energii w skali dobowej i sezonowej. Dzięki temu możliwe jest spełnienie kryterium ZEB bez znacznego przewymiarowania instalacji fotowoltaicznej.

W konsekwencji standard budynków EU 30 pozwala stosunkowo łatwo zapewnić zgodność z warunkiem z definicji budynku zeroemisyjnego określoną w dyrektywie EPBD (UE) 2024/1275. Budynki w tym standardzie nie są projektowane jako wyspy energetyczne (off-grid), lecz jako aktywne elementy systemu elektroenergetycznego, w których pompa ciepła, instalacja fotowoltaiczna i magazyn energii zapewniają w skali roku zerowy bilans energii o pochodzeniu kopalnym, a w wielu konfiguracjach także dodatni bilans energii o pochodzeniu odnawialnym.

Literatura

1. Instrukcja ITB nr 334/2002 Bezspoinowy system ocieplenia ścian zewnętrznych budynków, Warszawa 2002,
2. Firląg Sz., Idczak M., Okna w budynkach pasywnych - funkcje, wymagania, bilans energetyczny, komfort cieplny, Świat Szkła nr 7-8/206(99).
3. Mijakowski M., Sowa J., Narowski P., Sprawność temperaturowa odzysku ciepła a średniosezonowe ograniczenie zużycia ciepła w systemie wentylacji – wpływ strategii odzysku ciepła z powietrza usuwanego, Czasopismo Techniczne, 2-B/2010 Zeszyt 4 Rok 107,
4. Panek A., Firląg Sz.: Wentylacja w budynkach pasywnych, materiały konferencyjne VII Ogólnopolskiej Konferencji Energodom 2004.
5. Firląg Sz., Rucińska J.: Simplified method of designing an air-ground heat exchanger, materiały konferencyjne CESB 07 Prague Conference Central Europe towards Sustainable Building 2007.
6. Firląg Sz.: System grzewczy w budynku pasywnym - podstawy projektowe, Rynek Instalacyjny nr 6/2006 str. 66 – 68,
7. Kędzierski P., Wybrane aspekty modernizacji instalacji ogrzewania, Materiały budowlane nr 11/2008
8. Nowoczesne węzły cieplne, Rynek Instalacyjny, nr 06/2009,
9. Feist W., Einführung zur Passivhaus – Versorgungstechnik, Protokollband Nr. 20, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase II, Passivhaus - Versorgungstechnik, 1999 str. 1 – 9.
10. Stempniak A., Kompleksowa modernizacja centralnych instalacji c.w.u., Rynek Instalacyjny, nr 12/2002,
11. Peuhkuri R., Tschui A., Pedersen S., Application of the local criteria/standards and their differences for very low-energy and low energy houses in the participating countries, NORTHPASS European project, raport, 12.03.2010,
12. Prusakiewicz M., Katalog mostków cieplnych – budynki niskoenergetyczne i pasywne, praca inżynierska WIL PW, 2012,
13. Emmerich S. J., McDowell T. P., Anis W., Simulation of the impact of commercial building envelope airtightness on building energy utilization. (Report), ASHRAE Transactions, 01.07.2007,
14. Feist W., Kah O., Klimaneutrale Passivhaus-Reihenhaussiedlung Hannover-Kronsberg, CEPHEUS-Projektinformation Nr. 18, Passivhaus Institut, Darmstadt 2001.
15. Definicje budynków niskoenergetycznych w krajach Północnoeuropejskich, NORTHPASS European project, raport D17, 2012,
16. Wytyczne Stowarzyszenia Polska Wentylacja SPW – 2024: Instalacja wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacja) w domach jednorodzinnych.
17. Lachman, P.: Budynki jednorodzinne z pompą ciepła, fotowoltaiką i magazynami energii elektrycznej. Symulacja poziomu autarkii. Rynek Instalacyjny 2023
18. Joniec, W., Rizvi, M.: Dom pasywny prawie samowystarczalny energetycznie. Studium przypadku. Rynek Instalacyjny, 2023

-
19. European Commission: Annex to the Commission Notice providing guidance on new or substantially modified provisions of the recast Energy Performance of Buildings Directive (EU) 2024/1275 – Zero Emission Buildings (Articles 7 and 11) - 30.06.2025

Wytyczne projektowania, doboru i montażu pomp ciepła Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC).

1. **Wytyczne PORT PC: Część 1** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (Dolne źródła ciepła)*
2. **Wytyczne PORT PC: Część 2** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (Skrócona metoda obliczania rocznego współczynnika efektywności pomp ciepła)*
3. **Wytyczne PORT PC: Część 3** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (Uproszczona metoda obliczania efektywności grzewczej i rocznego wykorzystania instalacji z sorpcyjną pompą ciepła)*
4. **Wytyczne PORT PC: Część 4** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (dotyczące zapobiegania szkodom w systemach grzewczych)*
5. **Wytyczne PORT PC: Część 5** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (ciąg dalszy zagadnień z części 4 – zapobieganie szkodom)*
6. **Wytyczne PORT PC: Część 6** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (Efektywność ekonomiczna instalacji technicznych w budynkach)*
7. **Wytyczne PORT PC: Część 7** – *Wytyczne projektowania, doboru, montażu i uruchomienia instalacji z pompami ciepła w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych*
8. **Wytyczne PORT PC: Część 8** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (Systemy hydrauliczne w instalacjach grzewczych i chłodzących / układy hydrauliczne)*
9. **Wytyczne PORT PC: Część 9** – *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła (m.in. termiczne wykorzystanie górotworu – Test reakcji termicznej TRT)*

Załącznik 1 Przykładowe rozwiązania detali konstrukcyjnych dla budynków w standardzie EU 30

Eliminacja mostków cieplnych w budynkach niskoenergetycznych i pasywnych ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia zakładanego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania. Bez poprawnego rozwiązania detali konstrukcyjnych spełnienie wymagań standardu EU 30 może być niemożliwe. Poniżej przedstawiono przykładowy detali [12] opracowanych przy pomocy programu Therm, którego metodyka obliczeniowa jest zgodna z wymaganiami normy PN-EN ISO 10211. Podstawowym kryterium jakie przyjęto było osiągnięcie odpowiedniej wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e : dla budynków w standardzie EU 30 $\leq 0,05$ [W/mK] (z wyjątkiem płyty balkonowej oraz podłogi na gruncie). W programie THERM obliczany jest całkowity strumień ciepła Φ [W] przenikający przez analizowany detal przy zadanej różnicy temperatur ΔT pomiędzy stroną wewnętrzną i zewnętrzną. Na tej podstawie wyznaczana jest wielkość $\Phi/\Delta T$ [W/K], która następnie wykorzystywana jest do obliczenia liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e poprzez odjęcie udziału strat ciepła wynikających z przegród jednorodnych.

Liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ_e , odniesiony do wymiarów zewnętrznych, obliczono zgodnie z zależnością:

$$\Psi_e = \frac{\Phi}{\Delta T} - \sum (U_i * L_i)$$

gdzie:

Φ – całkowity strumień ciepła przenikający przez detal [W],





ΔT – różnica temperatur pomiędzy środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym [K],





U_i – współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody [W/(m²·K)],

L_i – długość i-tej przegrody [m].

Przedstawione przykłady rozwiązań obejmują następujące detale konstrukcyjne: połączenie ościeżnicy okiennej z ościeżem, ściankę attykową, płytę balkonową, połączenie ściany zewnętrznej z dachem skośnym oraz połączenie ściany zewnętrznej z podłogą na gruncie. Dla wszystkich analizowanych przypadków przyjęto jednakowe warunki brzegowe oraz wartości współczynników przewodzenia ciepła λ materiałów budowlanych, które zestawiono w tabeli materiałowej poniżej.

Tabela 24 Zestawienie użytych materiałów do przykładów detali konstrukcyjnych w standardzie EU 30

Lp.	Materiał	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/mK]
1.	 Styropian	0,035
2.	 Tynk cementowo-wapienny (od wewnątrz) / Tynk cienkowarstwowy (od zewnątrz)	0,70
3.	 Pustak ceramiczny 25 cm	0,278
4.	 Rama okienna (współczynnik zastępczy)	1,80

5.		Żelbet	1,70
6.		Papa termozgrzewalna	0,18
7.		Posadzka balkonowa	1,15
8.		Dach (przegroda niejednorodna)	0,049
9.		Wełna mineralna	0,033
10.		Płyta g-k	0,23
11.		Drewno	0,16
12.		Jastych	1,00
13.		Beton gęsty	2,00

1. Połączenie ościeżnicy z ościeżem

Okno zmontowane na równo z zewnętrzną krawędzią ściany nośnej, izolacja równo z krawędzią ściany nośnej.

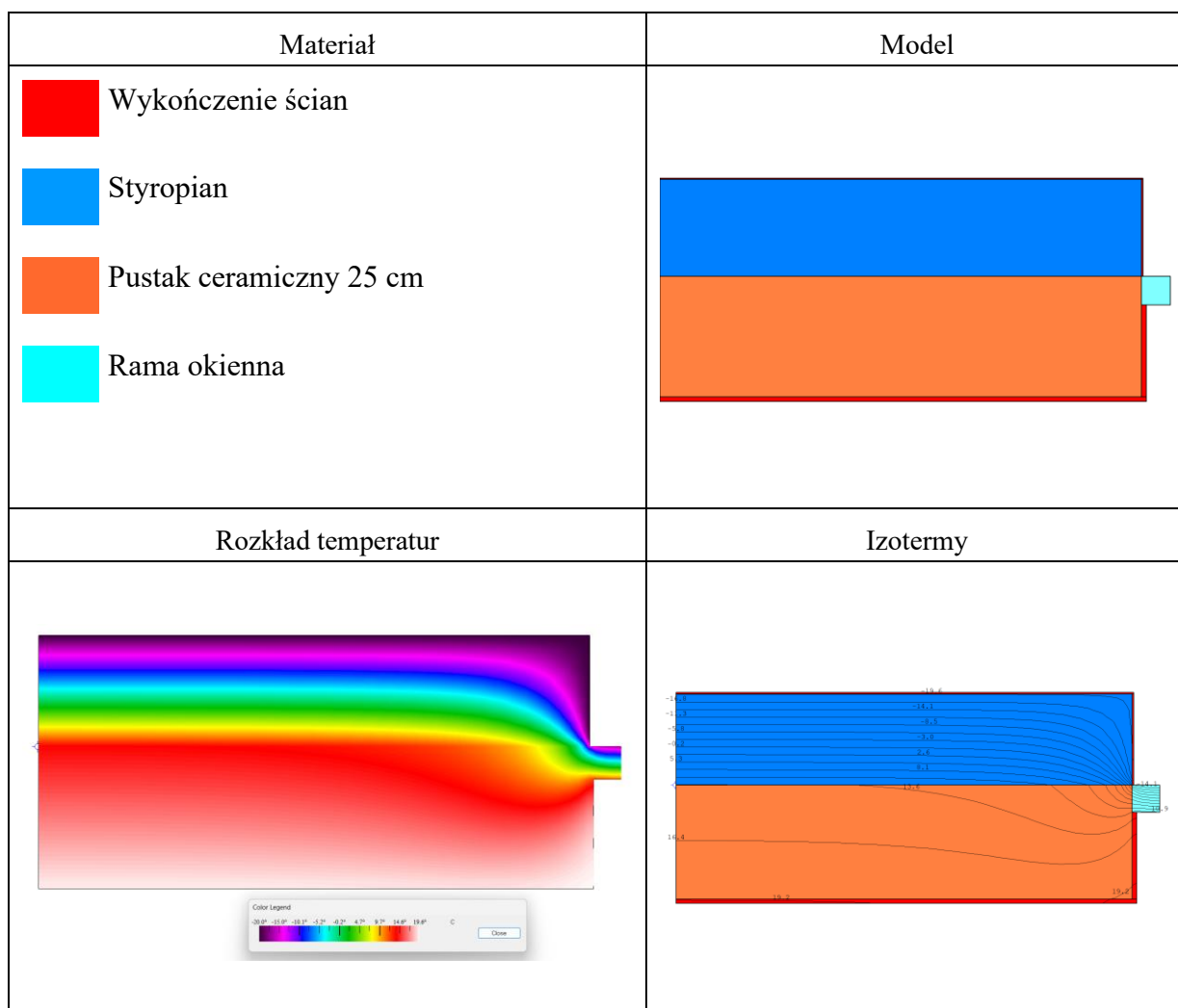
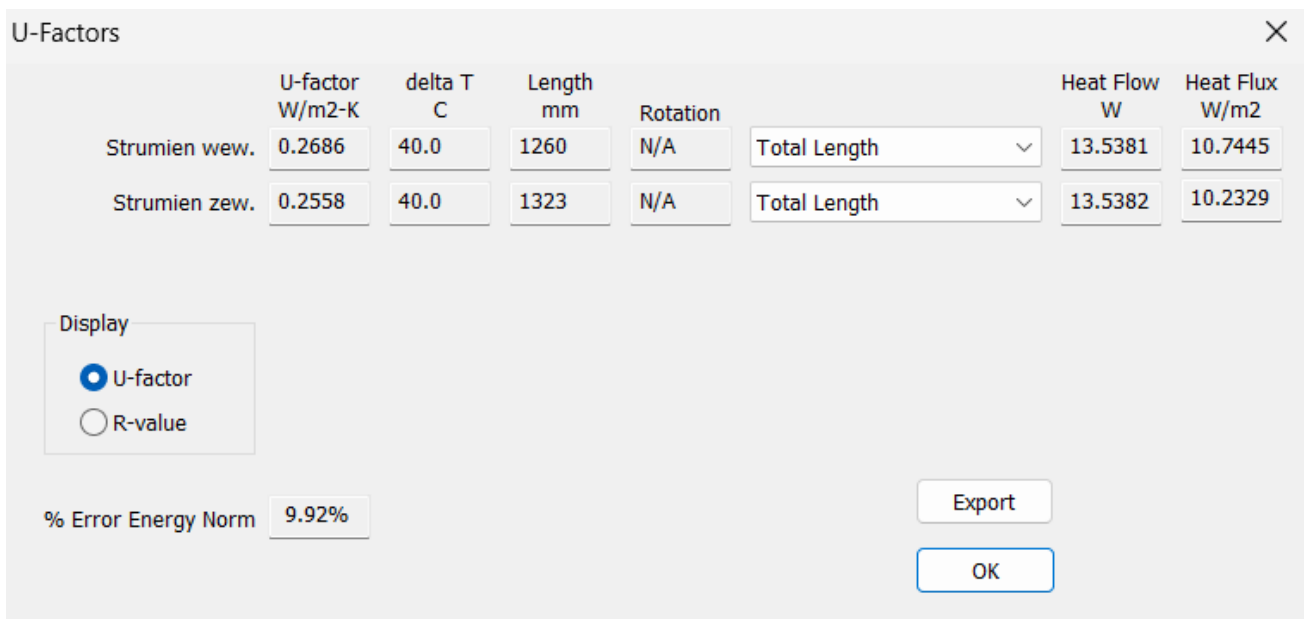


Tabela 25 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_A ściany zewnętrznej

Opis	d	λ	R	U_c
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przejmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,7	0,014	-
Pustak ceramiczny	0,25	0,278	0,899	-
Styropian	0,2	0,035	5,714	-
Tynk cienkowarstwowy	0,003	0,7	0,004	-
Opór przejmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,463	-	6,802	0,147

Wartość współczynnika przenikania ciepła U_B okna (zastępczy współczynnik przenikania ciepła przypisany strefie ramy okiennej w modelu 2D, dobrany tak, aby reprezentować wpływ całego okna o znanym współczynniku $U_w = 0,9$, w sytuacji, gdy szyba nie jest jawnie modelowana): $U_B = 1,80$ [W/m²K]



Rysunek 22 Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ .

$$U_A = 0,147 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_B = 1,8 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$L_A = 1,263 \text{ [m]}$$

$$L_B = 0,06 \text{ [m]}$$

$$L_{2D} = \frac{\theta}{\Delta T} = \frac{13,5382}{40,0} = 0,3385 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - U_A * L_A - U_B * L_B$$

$$\Psi_e = 0,3385 - 0,147 * 1,263 - 1,80 * 0,06 = 0,045 \left[\frac{W}{mK} \right] \leq 0,05 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

2. Ścianka attykowa

Ścianka attykowa oraz strefa styku ze stropem zaizolowana materiałem izolacyjnym o grubości 10 cm.

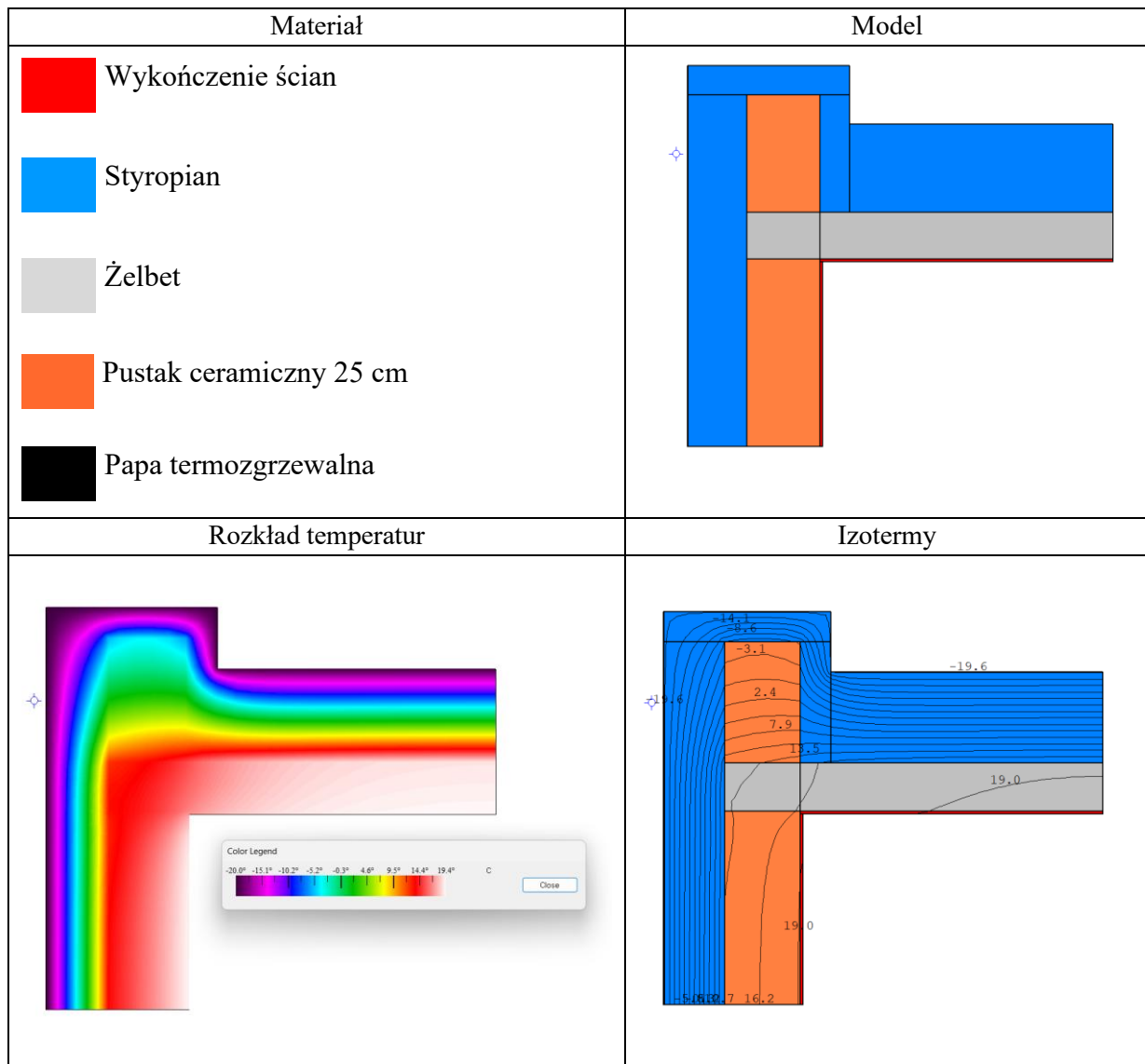


Tabela 26 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_A ściany zewnętrznej

Opis	d	λ	R	U_c
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przejmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,7	0,014	-
Pustak ceramiczny	0,25	0,278	0,899	-

Styropian	0,2	0,035	5,714	-
Tynk cienkowarstwowy	0,003	0,7	0,004	-
Opór przejmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,463	-	6,802	0,147

Tabela 27 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_B dachu płaskiego

Opis	d	λ	R	U_C
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przejmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (pionowy strumień ciepła)			0,10	-
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,70	0,014	-
Płyta żelbetowa	0,16	1,7	0,094	-
Styropian	0,3	0,035	8,571	-
Papa	0,005	0,18	0,028	-
Opór przejmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (pionowy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,475	-	8,848	0,113

	U-factor W/m ² -K	delta T C	Length mm	Rotation		Heat Flow W	Heat Flux W/m ²
Strumien wew.	0.2047	40.0	1620	N/A	Total Length	13.2633	8.1872
Strumienzew.	0.1123	40.0	2952.99	N/A	Total Length	13.2633	4.4915

Display

U-factor

R-value

% Error Energy Norm 4.45%

Export

OK

Rysunek 23 Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e

$$U_A = 0,147 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_B = 0,113 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$L_A = 1,30 \text{ [m]}$$

$$L_B = 0,9 \text{ [m]}$$

$$L_{2D} = \frac{\theta}{\Delta T} = \frac{13,2633}{40,0} = 0,332 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - U_A * L_A - U_B * L_B$$

$$\Psi_e = 0,332 - 0,147 * 1,3 - 0,113 * 0,9 = 0,039 \left[\frac{W}{mK} \right] \leq 0,05 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

3. Płyta balkonowa

Płyta balkonowa o grubości 10 cm wychodzi z dołu wieńca stropowego, zaizolowana od spodu i od góry 18 cm izolacji.

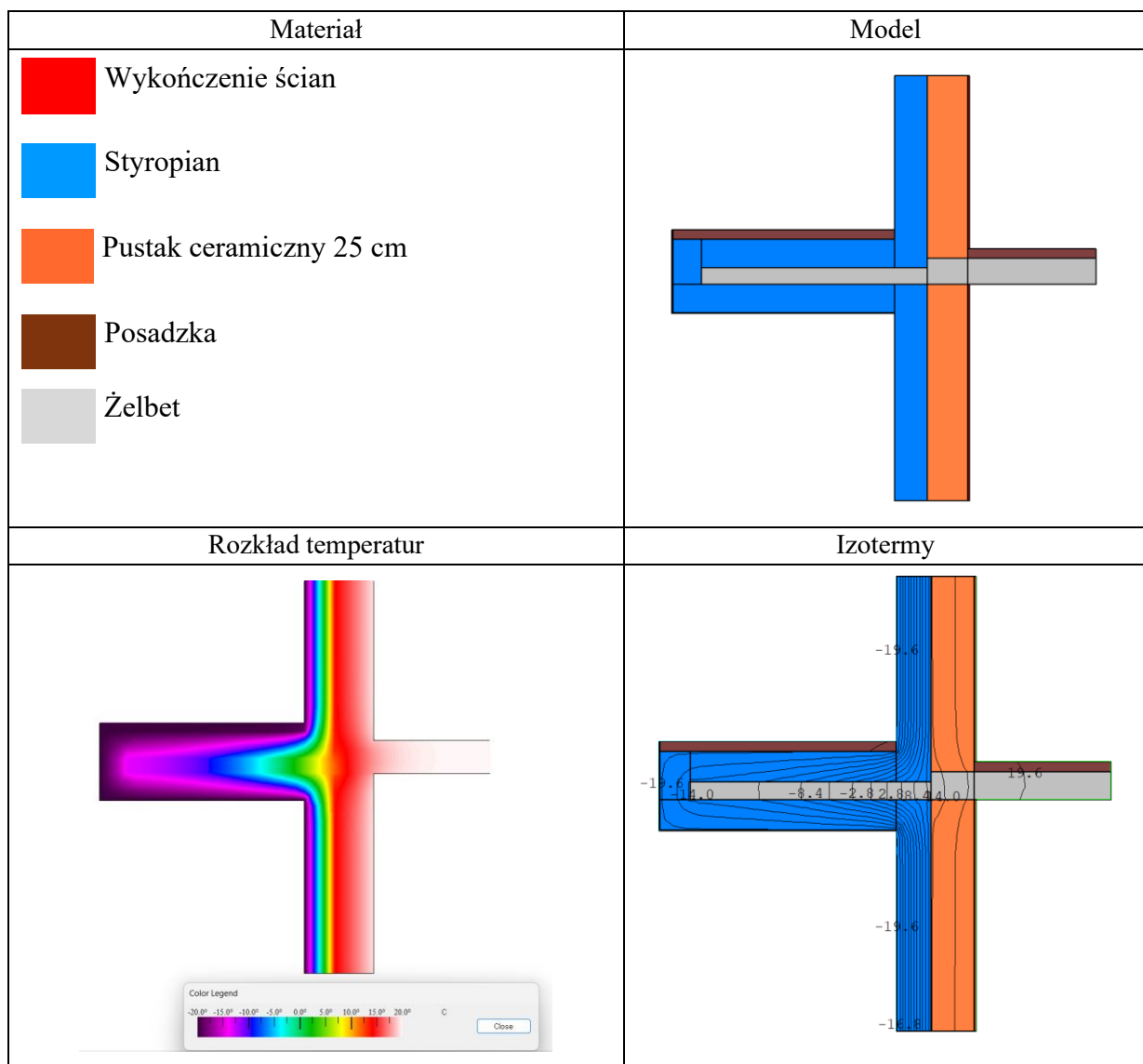


Tabela 28 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_A ściany zewnętrznej

Opis	d	λ	R	U_c
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przejmowanie ciepła po stronie wewnętrznej			0,13	-

(poziomy strumień ciepła)				
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,7	0,014	-
Pustak ceramiczny	0,25	0,278	0,899	-
Styropian	0,2	0,035	5,714	-
Tynk cienkowarstwowy	0,003	0,7	0,004	-
Opór przejmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,463	-	6,802	0,147

U-Factors ✕

	U-factor W/m2-K	delta T C	Length mm	Rotation		Heat Flow W	Heat Flux W/m2
Strumien wew.	0.1196	40.0	4230	N/A	Total Length	20.2422	4.7854
Strumienzew.	0.0935	40.0	5410	N/A	Total Length	20.2423	3.7416

Display

U-factor

R-value

% Error Energy Norm

Rysunek 24 Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e .

$$U_A = 0,150 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$L_{A1} = 0,960 \text{ [m]}$$

$$L_{A2} = 1,167 \text{ [m]}$$

$$L_{2D} = \frac{\theta}{\Delta T} = \frac{20,2423}{40,0} = 0,506 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - U_A * L_A - U_B * L_B$$

$$\Psi_e = 0,506 - 0,147 * 0,960 - 0,147 * 1,167 = 0,193 \left[\frac{W}{mK} \right] \leq 0,20 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

4. Połączenie ściany zewnętrznej z dachem stromym

Izolacja w dachu ułożona w postaci dwóch warstw, jedna między krokwiemi druga dobita od spodu. Izolacja z dachu łączy się z izolacją na ścianie zewnętrznej.

Materiał	Model
----------	-------

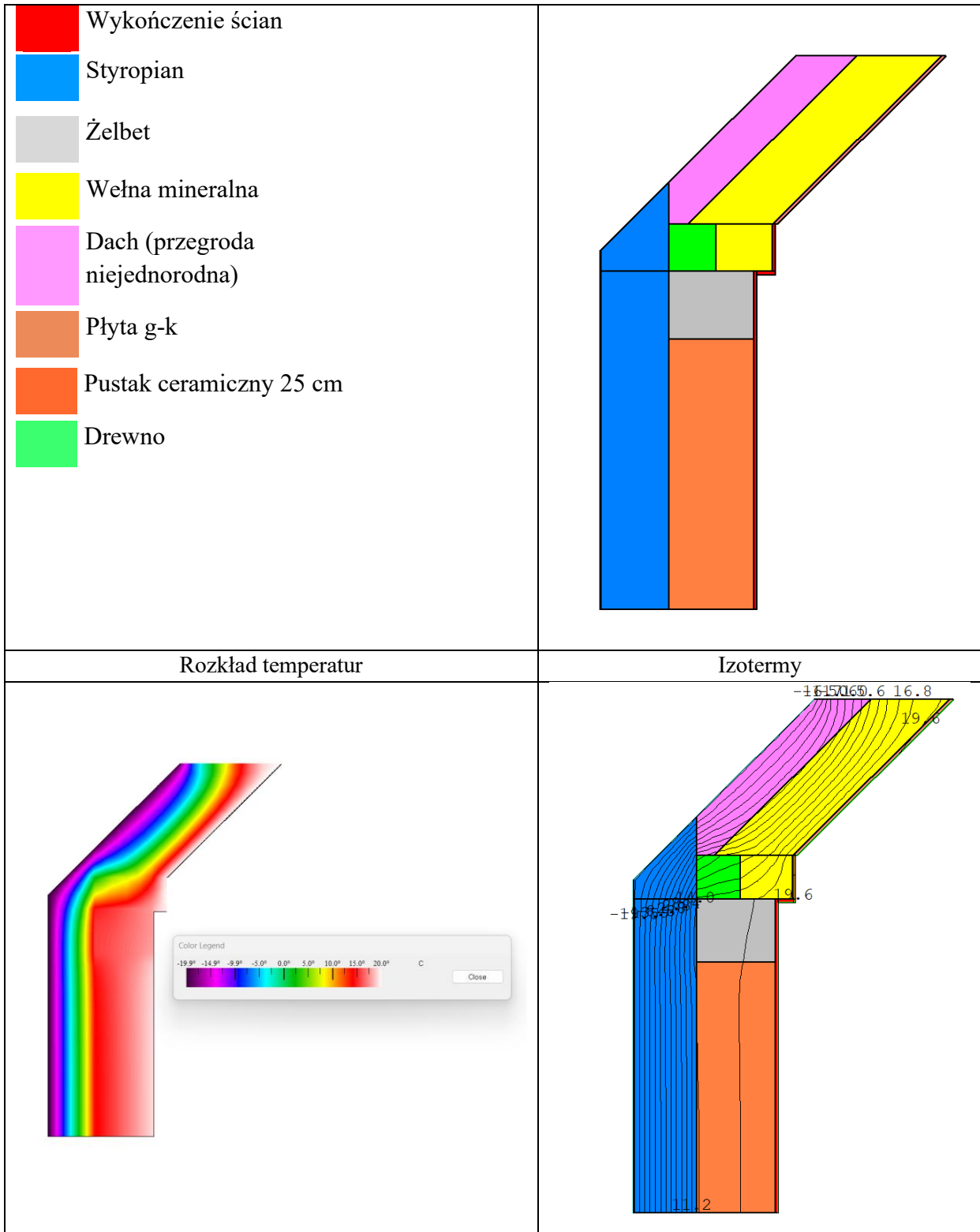


Tabela 29 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_A ściany zewnętrznej

Opis	d	λ	R	U_c
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]

Opór przejmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,7	0,014	-
Pustak ceramiczny	0,25	0,278	0,899	-
Styropian	0,2	0,035	5,714	-
Tynk cienkowarstwowy	0,003	0,7	0,004	-
Opór przejmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,463	-	6,802	0,147

Tabela 30 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_B dachu

Opis	d	λ	R	U_B
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przejmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (pionowy strumień ciepła)			0,10	-
Płyta gipsowo kartonowa	0,015	0,23	0,065	-
Wełna mineralna	0,18	0,033	5,455	-
Dach skośny (przegroda niejednorodna)	0,13	0,049	2,653	-
Opór przejmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,325	-	8,313	0,120

U-Factors ✕

	U-factor W/m ² -K	delta T C	Length mm	Rotation		Heat Flow W	Heat Flux W/m ²
Strumienzew.	0.1496	40.0	1879.48	N/A	Total Length	11.2434	5.9822
Strumienwew.	0.1474	40.0	1907.11	N/A	Total Length	11.2433	5.8955

Display

U-factor

R-value

% Error Energy Norm

Rysunek 25 Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ .

$$U_A = 0,147 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_B = 0,120 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$L_A = 1,00 \text{ [m]}$$

$$L_B = 0,707 \text{ [m]}$$

$$L_{2D} = \frac{\theta}{\Delta T} = \frac{11,2434}{40,0} = 0,281 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - U_A * L_A - U_B * L_B$$

$$\Psi_e = 0,281 - 0,147 * 1,00 - 0,120 * 0,707 = 0,049 \left[\frac{W}{mK} \right] \leq 0,05 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

5. Połączenie ściany zewnętrznej z podłogą na gruncie

Podłoga na gruncie została zabezpieczona warstwą ocieplenia o grubości 24 cm. W miejscu styku ze ścianą zewnętrzną zastosowano dodatkową, 2 cm przekładkę obwodową, natomiast cokół oraz fundament osłonięto termoizolacją o grubości 12 cm.

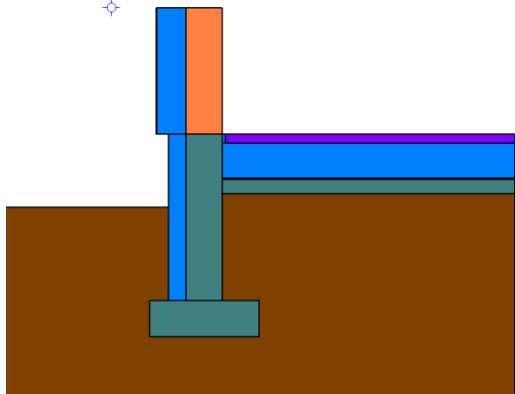
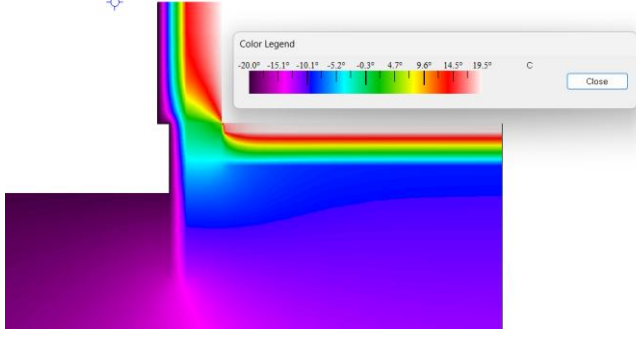
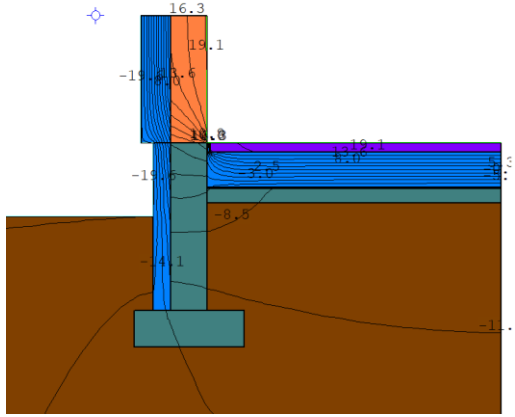
Materiał	Model
<ul style="list-style-type: none"> Wykończenie ścian Styropian Pustak ceramiczny 25 cm Jastrych Beton gęsty PAPA termozgrzewalna 	
Rozkład temperatur	Izotermy
	

Tabela 31 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_A ściany zewnętrznej

Opis	d	λ	R	U_c
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przyjmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,13	-
Tynk cementowo-wapienny	0,01	0,7	0,014	-
Pustak ceramiczny	0,25	0,278	0,899	-
Styropian	0,2	0,035	5,714	-
Tynk cienkowarstwowy	0,003	0,7	0,004	-
Opór przyjmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,463	-	6,802	0,147

Tabela 32 Wartość współczynnika przenikania ciepła U_B dachu

Opis	d	λ	R	U_B
	[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
Opór przyjmowanie ciepła po stronie wewnętrznej (pionowy strumień ciepła)			0,10	-
Jastrych	0,06	1,0	0,060	
Styropian	0,24	0,035	6,857	-
Papa termozgrzewalna	0,005	0,18	0,028	
Beton gęsty	0,10	2,0	0,050	-
Opór przyjmowanie ciepła po stronie zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)			0,04	-
Grubość całkowita i U_k	0,405	-	7,135	0,140

U-Factors

	U-factor W/m2-K	delta T C	Length mm	Rotation		Heat Flow W	Heat Flux W/m2
Strumien wew.	0.2112	40.0	2870	N/A	Total Length	24.2487	8.4490
Strumien zew.	0.0943	40.0	6427	N/A	Total Length	24.2482	3.7729

Display

U-factor
 R-value

% Error Energy Norm 7.54%

Export

OK

Rysunek 26 Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ_e

$$U_A = 0,147 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_B = 0,140 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$L_A = 0,87 \text{ [m]}$$

$$L_B = 2,0 \text{ [m]}$$

$$L_{2D} = \frac{\theta}{\Delta T} = \frac{24,2482}{40,0} = 0,606 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

$$\Psi_e = L_{2D} - U_A * L_A - U_B * L_B$$

$$\Psi_e = 0,606 - 0,147 * 0,87 - 0,140 * 2,0 = 0,198 \left[\frac{W}{mK} \right] \leq 0,20 \left[\frac{W}{mK} \right]$$

Załącznik 2

Szczegółowe kryteria taksonomii w obszarze sektora budynków i dot. łagodzenia zmian klimatu (cel 1)

Poniżej przedstawiamy wybrane kluczowe kryteria dla działalności gospodarczej w obszarze budynków oraz technologii stosowanych w budynkach, które decydują o realizacji w znaczącym stopniu celu 1 – łagodzenia zmian klimatu, zgodnie z technicznymi kryteriami kwalifikacji określonymi w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2021/2139 oraz w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485.

Uznanie działalności gospodarczej czy planowanej inwestycji za zrównoważoną zgodnie z zasadami taksonomii będzie przede wszystkim zależało od spełnienia podanych niżej kryteriów. Warto przy tym zauważyć, że w rozporządzeniu ogólnym w sprawie taksonomii (Art. 10) rozróżnia się zarówno **działania gospodarcze**, które w znacznym stopniu przyczyniają się do łagodzenia zmian klimatu, jak i **takie, które wspomagają którekolwiek z tego typu działań**. Oba są jednak w równym stopniu uważane za „zrównoważone”, jeśli spełnione są odpowiednie kryteria.

Techniczne kryteria kwalifikacji dla działalności objętych działem 7 „Budynki” należy interpretować zgodnie z ich brzmieniem obowiązującym po zmianach wprowadzonych Rozporządzeniem Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485, które zaktualizowało i doprecyzowało kryteria dla działalności 7.1 (budowa nowych budynków) oraz 7.2 (renowacja budynków). W szczególności aktualizacja ta zastępuje dotychczasowe odniesienia do krajowych progów NZEB w zakresie określania charakterystyki energetycznej nowych budynków oraz precyzuje wymogi dotyczące minimalnej redukcji zapotrzebowania na energię pierwotną w przypadku renowacji.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że Komisja Europejska prowadzi obecnie proces dalszego upraszczania wymogów związanych z Taksonomią UE oraz raportowaniem zrównoważonego rozwoju, określanym jako Taxonomy Red Tape Reduction 2025–2026. Zakres tych prac obejmuje przede wszystkim uproszczenie obowiązków raportowych dla przedsiębiorstw oraz ewentualne zmiany w obszarze ujawnień, jednak nie wpływa na obowiązujące techniczne kryteria kwalifikacji zawarte w Rozporządzeniu Delegowanym 2023/2485, które pozostaje podstawą oceny działalności 7.1 i 7.2.

Przy interpretacji niniejszego załącznika należy zatem stosować wyłącznie te kryteria techniczne, które obowiązują po wejściu w życie Rozporządzenia Delegowanego 2023/2485, uwzględniając jednocześnie możliwość przyszłych zmian dotyczących obowiązków sprawozdawczych, które nie mają wpływu na treść kryteriów kwalifikacji.

Produkcja urządzeń (rozdział 3)

Produkcja urządzeń z zakresu technologii odnawialnych źródeł energii (rozdział 3.1)
Bez dodatkowych warunków.

Produkcja urządzeń zwiększających efektywność energetyczną budynków (rozdział 3.5)
W ramach działalności gospodarczej wytwarzany jest jeden lub więcej z następujących produktów i ich kluczowych komponentów:
a) okna o współczynniku U niższym lub równym $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
b) drzwi o współczynniku U niższym lub równym $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
c) systemy ścian zewnętrznych o współczynniku U niższym lub równym $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
d) systemy dachowe o współczynniku U niższym lub równym $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
e) produkty izolacyjne o wartości lambda niższej lub równej $0,06 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
f) urządzenia gospodarstwa domowego zaliczane do dwóch najwyższych, popularyzowanych klas efektywności energetycznej (zgodnie z rozporządzeniem UE 2017/1369);
g) źródła światła zaliczane do dwóch najwyższych, najliczniejszych klas efektywności energetycznej (zgodnie z rozporządzeniem UE 2017/1369);
h) systemy ogrzewania pomieszczeń i systemy ciepłej wody użytkowej według dwóch najwyższych, najliczniejszych klas efektywności energetycznej (zgodnie z rozporządzeniem UE 2017/1369);

i) systemy chłodzenia i wentylacji według dwóch najwyższych, najliczniejszych klas efektywności energetycznej (zgodnie z rozporządzeniem UE 2017/1369);
j) kontrola obecności i światła dziennego dla systemów oświetleniowych;
k) pompy ciepła zgodne z technicznymi kryteriami określonymi w sekcji 4.16 niniejszego załącznika (patrz niżej: „pompy ciepła”);
l) elementy elewacji i dachów z funkcją ochrony przeciwsłonecznej lub kontroli nasłonecznienia, w tym elementy wspierające uprawę roślinności;
m) energooszczędne systemy automatyzacji i kontroli budynków – dla budynków mieszkalnych i niemieszkalnych;
n) termostaty strefowe i urządzenia do inteligentnego monitorowania głównych obciążeń elektrycznych lub cieplnych budynków oraz czujniki;
o) produkty do pomiaru ciepła i regulacji termostatycznej dla indywidualnych domów podłączonych do lokalnych systemów ciepłowniczych, dla indywidualnych mieszkań podłączonych do systemów centralnego ogrzewania obsługujących cały budynek oraz dla systemów centralnego ogrzewania;
p) wymienniki i podstacje ciepłownicze zgodne z działalnością dystrybucyjną w zakresie systemów lokalnego ogrzewania / chłodzenia określoną w sekcji „efektywne sieci ciepłownicze”;
q) produkty do inteligentnego monitorowania i regulacji systemu ogrzewania oraz urządzeń pomiarowych.
<u>Warto zauważyć</u> , że np. w przypadku urządzeń i rozwiązań wyszczególnionych w pkt. a, c i d wymogi polskich warunków technicznych (WT 2021) już teraz są wyższe niż wskazane w taksonomii. W przypadku punktu b wymogi polskich warunków technicznych (WT 2021) są obecnie niższe niż wskazane w taksonomii (drzwi o współczynniku U niższym lub równym $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;)

Energia (rozdział 4 - wybrane związane z budynkami w standardzie EU 30)

Wytwarzanie energii elektrycznej z technologii fotowoltaicznych (PV)
Wytwarzanie energii elektrycznej ze stałych instalacji solarnych (CSP)
Kogeneracja ciepła / chłodu i energii elektrycznej z energii słonecznej
Produkcja ciepła / chłodu z ogrzewania słonecznego
(rozdział 4.2 i 4.21)

Bez dodatkowych warunków.

Wytwarzanie energii elektrycznej z wiatru (rozdział 4.3)

Bez dodatkowych warunków.

Magazynowanie energii elektrycznej (rozdział 4.10)

Działalność polega na budowie i eksploatacji magazynów energii elektrycznej, w tym elektrowni wodnych szczytowo-pompowych.

W przypadku wykorzystania wodoru jako magazynu energii elektrycznej, gdy wodór spełnia techniczne kryteria screeningu określone w akcie delegowany do taksonomii, ponowna elektryfikacja wodoru jest również uważana za część działalności.

Magazynowanie energii cieplnej (rozdział 4.11)

Budowa i eksploatacja obiektów, które magazynują energię cieplną i zwracają ją w późniejszym czasie w postaci energii cieplnej lub innej energii.

Efektywne sieci ciepłownicze (rozdział 4.15)

Spełniają **jedno** z następujących kryteriów:

a) w przypadku budowy i eksploatacji rurociągów i powiązanej infrastruktury do celów dystrybucji energii cieplnej i chłodniczej system spełnia definicję efektywnych systemów lokalnego ogrzewania i chłodzenia określoną w art. 2, pkt 41 dyrektywy 2012/27/UE;

b) w przypadku renowacji rurociągów i powiązanej infrastruktury służącej do dystrybucji energii cieplnej i chłodzenia, inwestycja, dzięki której system spełnia definicję efektywnych systemów lokalnego ogrzewania lub chłodzenia określoną w art. 2, pkt 41 dyrektywy 2012/27/UE, rozpoczyna się w okresie trzech lat;

c) działalność jest:

(i) modyfikacją do niskotemperaturowych systemów,

(ii) zaawansowanym systemem pilotażowym (systemy kontroli i zarządzania energią, internet rzeczy).

Instalacja i eksploatacja elektrycznych pomp ciepła (rozdział 4.16)

Instalacja i eksploatacja elektrycznych pomp ciepła **spełnia oba** poniższe kryteria:

a) próg czynnika chłodniczego: potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP) nie przekracza wartości 675;

b) spełnione są wymogi w zakresie efektywności energetycznej określone w rozporządzeniach wykonawczych do dyrektywy o efektywności energetycznej 2009/125/WE (ekoprojekt*).

***Rozporządzenie Komisji (UE) nr 206/2012** z dnia 6 marca 2012 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla klimatyzatorów i wentylatorów przenośnych (Dz.U. L 72 z 10.03.2012, s. 1). 7),

rozporządzenie Komisji (UE) nr 813/2013 z dnia 2 sierpnia 2013 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2009/125 / WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu

dla ogrzewaczy pomieszczeń i ogrzewaczy wielofunkcyjnych (Dz.U.L 239 z 6.9.2013 , s. 136)

oraz **rozporządzenie Komisji (UE) 2016/2281** z dnia 30 listopada 2016 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125 / WE ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu w przypadku produktów związanych z energią, w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów do ogrzewania powietrznego, produktów chłodzących, wysokotemperaturowych przemysłowych agregatów chłodniczych i klimakonwektorów (Dz.U. L 346 z 20.12.2016, s. 1).

Ciepło odpadowe (rozdział 4.25)

Bez dodatkowych warunków.

Budownictwo i nieruchomości (rozdział 7)

Budowa nowych budynków (mieszkalnych i niemieszkalnych - rozdział 7.1)

Działalność jest kwalifikowalna, jeżeli spełnia łącznie następujące kryteria techniczne:

1. Efektywność energetyczna (EP i NZEB)

Nowy budynek musi spełniać obowiązujące krajowe wymagania dla budynków o niemal zerowym zużyciu energii (NZEB), zgodnie z dyrektywą EPBD oraz z kryteriami określonymi w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485. Wskaźnik energii pierwotnej (EP) określa się z uwzględnieniem zaktualizowanych wartości granicznych oraz zasad ich obliczania.

2. Wskaźnik GWP – ocena cyklu życia (LCA)

Dla nowego budynku należy obliczyć wskaźnik Global Warming Potential (GWP) zgodnie z normami EN 15978 oraz EN 15804, stosując metodykę określoną w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485. Wynik obliczeń GWP należy przedstawić w dokumentacji projektowej i udostępnić inwestorowi.

3. Systemy techniczne budynku

Wszystkie systemy techniczne budynku, w szczególności instalacje grzewcze, chłodnicze, wentylacyjne i przygotowania ciepłej wody użytkowej, muszą spełniać kryteria efektywnościowe zgodne z aktualnymi wymaganiami Taksonomii UE. **Systemy oparte na spalaniu paliw kopalnych nie mogą być instalowane.**

4. Kryteria DNSH (nie wyrządzaj poważnych szkód)

Działalność musi spełniać kryteria DNSH określone dla nowych budynków, w szczególności dotyczące:

- odporności na zmiany klimatu,
- gospodarowania wodą,
- gospodarki o obiegu zamkniętym i wykorzystania materiałów,
- minimalizacji emisji operacyjnych,

zgodnie z Rozporządzeniem Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485.

Modernizacja istniejących budynków (rozdział 7.2)

Działalność jest kwalifikowalna jako zrównoważona środowiskowo, jeżeli spełnia łącznie następujące kryteria techniczne:

1. Efektywność energetyczna – redukcja energii pierwotnej (EP) o co najmniej 30%

Renowacja musi prowadzić do redukcji energii pierwotnej (EP) o co najmniej 30% w stosunku do stanu wyjściowego budynku. Obliczeń dokonuje się zgodnie z metodologią określoną w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485, przy czym:

- **nie uwzględnia się** energii z odnawialnych źródeł energii wytwarzanej na miejscu,
- redukcja EP może wynikać z modernizacji przegród zewnętrznych, wymiany systemów technicznych, poprawy sprawności instalacji lub ich kombinacji.

2. Zgodność zakresu renowacji z definicją głębokiej renowacji

Zakres przeprowadzonych prac musi odpowiadać zaktualizowanej definicji głębokiej renowacji zgodnie z dyrektywą EPBD oraz z kryteriami kwalifikacji określonymi w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485.

Oznacza to w szczególności:

- istotną poprawę charakterystyki energetycznej,
- podejście całościowe obejmujące zarówno przegrody, jak i instalacje techniczne,
- eliminację technologii opartych na paliwach kopalnych.

3. Systemy techniczne modernizowane w ramach renowacji

Wszystkie nowe lub modernizowane systemy techniczne budynku – w tym instalacje:

- grzewcze,
- chłodnicze,
- wentylacyjne,
- przygotowania ciepłej wody użytkowej,

muszą spełniać aktualne kryteria techniczne kwalifikacji Taksonomii UE, zgodnie z Rozporządzeniem Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485.

W szczególności:

- **nie dopuszcza się instalacji systemów opartych na spalaniu paliw kopalnych,**
- systemy muszą odpowiadać wymaganiom efektywności energetycznej określonym w odpowiednich sekcjach Taksonomii (m.in. 4.15–4.17 oraz 7.6).

4. Kryteria DNSH (nie wyrządzaj poważnych szkód)

Renowacja musi spełniać kryteria DNSH w zakresie:

- gospodarki odpadami budowlanymi i rozbiórkowymi,
- recyklingu i odzysku materiałów,
- ochrony zasobów wodnych i efektywnego gospodarowania wodą,
- minimalizacji emisji operacyjnych i środowiskowych skutków renowacji,

zgodnie z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Delegowanym Komisji (UE) 2023/2485.

Instalacja, konserwacja i naprawa sprzętu służącego efektywności energetycznej (rozdział 7.3)

Indywidualne środki w zakresie renowacji polegające na instalacji, konserwacji lub naprawie urządzeń służących poprawie efektywności energetycznej.

Działalność polega na jednym z następujących indywidualnych środków, pod warunkiem, że są one:

- **zgodne z minimalnymi wymogami** określonymi dla poszczególnych komponentów i systemów mających zastosowanie w regulacjach krajowych wdrażających dyrektywę 2010/31/UE
- oraz w stosownych przypadkach, są sklasyfikowane **w dwóch najwyższych, najliczniejszych klasach efektywności energetycznej**, zgodnie z rozporządzeniem UE 2017/1369:

a) **dodanie izolacji do istniejących elementów przegród zewnętrznych**, takich jak ściany zewnętrzne (w tym zielone ściany), dachy (w tym zielone dachy), poddasza, piwnice i podłogi na gruncie (w tym środki mające na celu **zapewnienie szczelności powietrznej**, środki mające na celu **ograniczenie skutków mostków termicznych i rusztowań**) oraz produkty służące do nakładania izolacji na przegrody zewnętrzne budynku (w tym mocowania mechaniczne i klej);

b) wymiana istniejących okien na **nowe okna energooszczędne**;

c) wymiana istniejących drzwi zewnętrznych na nowe drzwi energooszczędne;
d) instalacja i wymiana energooszczędnych źródeł światła;
e) instalacja, wymiana, konserwacja i naprawa systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC) oraz systemów ogrzewania wody, w tym urządzeń związanych z usługami ciepłowniczymi, przy zastosowaniu wysoce efektywnych technologii;
f) instalacja nisko wodo- i energochłonnej armatury kuchennej i sanitarnej zgodnej ze specyfikacjami technicznymi określonymi w dodatku do aktu delegowanego do taksonomii, a w przypadku natrysków, mieszaczy natryskowych, wylotów prysznicowych i kranów – o maksymalnym przepływie wody wynoszącym 6 l/min lub mniej, potwierdzonym istniejącą etykietą na rynku unijnym.

Instalacja, konserwacja i naprawa stacji ładowania pojazdów elektrycznych w budynkach (i na miejscach parkingowych przy budynkach) - (rozdział 7.4)

Bez dodatkowych warunków.

Instalowanie, konserwacja i naprawa instrumentów i urządzeń do pomiaru, regulacji i kontroli charakterystyki energetycznej budynków (rozdział 7.5)

Działalność polega na **jednym** z następujących działań:

a) instalacji, utrzymaniu i naprawie termostatów strefowych, systemów inteligentnych termostatów i urządzeń czujnikowych, w tym kontroli ruchu i światła dziennego;

b) instalacji, konserwacji i naprawie systemów automatyki i sterowania budynkiem, systemów zarządzania energią w budynku (BMS), systemów sterowania oświetleniem i systemów zarządzania energią (EMS);

c) instalacji, konserwacji i naprawie inteligentnych liczników gazu, ciepła, chłodu i energii elektrycznej;

d) instalacji, utrzymaniu i naprawie elementów elewacji i dachów z funkcją ochrony przed słońcem lub kontroli słonecznej, w tym elementów wspierających uprawę roślinności.

Instalacja, konserwacja i naprawa technologii energii odnawialnej (rozdział 7.6)

Działalność polega na **jednym** z następujących działań, jeżeli dotyczą one zainstalowanych systemów technicznych budynku:

a) instalacji, konserwacji i naprawie systemów fotowoltaicznych wraz z pomocniczym wyposażeniem technicznym;

b) **instalacji, konserwacji i naprawie paneli słonecznych** do wytwarzania ciepłej wody użytkowej, a także naprawie wyposażenia technicznego;

c) **instalacji, konserwacji, naprawie i modernizacji pomp ciepła** przyczyniających się do osiągnięcia celów w zakresie energii odnawialnej w sektorze ciepła i chłodu zgodnie z dyrektywą UE 2018/2001 - obecnie EU 2023/2413), a także naprawie wyposażenia technicznego;

d) instalacji, konserwacji i naprawie turbin wiatrowych, a także naprawie wyposażenia technicznego;

e) instalacji, konserwacji i naprawie kolektorów słonecznych, a także naprawie wyposażenia technicznego;

f) instalacji, konserwacji i naprawie jednostek magazynowania energii cieplnej lub elektrycznej, a także naprawie wyposażenia technicznego;

g) instalacji, konserwacji i naprawie wysokowydajnych mikrokogeneracji;
h) instalacji, konserwacji i naprawie wymienników ciepła / systemów odzyskiwania ciepła.

<p>Nabycie nieruchomości i wykonywanie prawa własności do tej nieruchomości (rozdział 7.7)</p>
<p>1. W przypadku budynków wybudowanych przed dniem 31 grudnia 2020 r., budynek posiada co najmniej świadectwo charakterystyki energetycznej (EPC) klasy A. Alternatywnie, budynek mieści się w górnym 15% krajowych lub regionalnych zasobów budynków wyrażonych jako operacyjne zapotrzebowanie na energię pierwotną (PED) i wykazanych odpowiednimi dowodami, które co najmniej:</p> <p>porównują charakterystykę danego składnika aktywów z charakterystyką krajowych lub regionalnych zasobów wybudowanych przed dniem 31 grudnia 2020 r.</p> <p>i co najmniej rozróżniają budynki mieszkalne i niemieszkalne.</p>
<p>2. W przypadku budynków wybudowanych po dniu 31 grudnia 2020 r., budynek spełnia kryteria określone w sekcji „Budowa nowych budynków (mieszkalnych i niemieszkalnych)”, które są istotne w momencie nabycia.</p>
<p>3. W przypadku, gdy budynek jest dużym budynkiem niemieszkalnym (o efektywnej nominalnej mocy wyjściowej dla systemów ogrzewania, systemów łączonego ogrzewania pomieszczeń i wentylacji, systemów klimatyzacji lub systemów łączonej klimatyzacji i wentylacji wynoszącej ponad 290 kW), jest on efektywnie eksploatowany dzięki monitorowaniu i ocenie charakterystyki energetycznej. Może to być wykazane np. poprzez obecność umowy o poprawę charakterystyki energetycznej lub systemu automatyzacji i kontroli budynku zgodnie z art. 14, ust. 4 oraz art. 15, ust. 4 dyrektywy 2010/31/UE.</p>

Działalność zawodowa, naukowa i techniczna (rozdział 9)

Usługi profesjonalne związane z charakterystyką energetyczną budynków (rozdział 9.3)
Działalność polega na świadczeniu jednej z następujących usług:
a) konsultacje techniczne (konsultacje energetyczne, symulacje energetyczne, zarządzanie projektami, sporządzanie umów o poprawę charakterystyki energetycznej, szkolenia dedykowane) związane z poprawą charakterystyki energetycznej budynków;
b) akredytowane audyty energetyczne i oceny charakterystyki energetycznej budynków;
c) usług zarządzania energią;
d) umów o poprawę charakterystyki energetycznej;
e) usług energetycznych świadczonych przez przedsiębiorstwa usług energetycznych.