dr inż. **Krzysztof Pawłowski**
mgr inż. **Magdalena Nakielska**
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Materiały szkoleniowe

Kujawsko-Pomorska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa

„CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKÓW I LOKALI WG NOWYCH WYMAGAŃ CIEPLNYCH I METODOLOGII – 2015″

Bydgoszcz, 2015

SPIS TREŚCI

CZĘŚĆ I

Wyciąg z Rozporządzenia „W.T.-2013" w zakresie ochrony cieplno-wilgotnościowej przegród zewnętrznych 3

Wyciąg z Ustawy o charakterystyce energetycznej budynków 5

Wyciąg z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej 11

CZĘŚĆ II

Kolejność postępowania – obliczenia dla budynku zał. 1 do rozporządzenia „metodologia" 14

Opis poszczególnych etapów obliczeń 15

Roczne zapotrzebowanie na ***energię użytkową*** Q_u 15

Roczne zapotrzebowanie na ***energię użytkową do ogrzewania i wentylacji*** $Q_{H,nd}$ 15

Roczne zapotrzebowanie na ***energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej*** $Q_{W,nd}$ 21

Roczne zapotrzebowanie na ***energię użytkową do chłodzenia*** $Q_{C,Nd}$ 22

Roczne zapotrzebowanie na ***energię końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych*** Q_k 23

Roczne zapotrzebowanie na ***energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu grzewczego*** $Q_{k,H}$ 23

Roczne zapotrzebowanie na ***energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania*** **c.w.u.** $Q_{k,W}$ 23

Roczne zapotrzebowanie na ***energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia*** $Q_{k,C}$ 23

Roczne zapotrzebowanie na ***energię końcową dostarczoną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia*** $Q_{k,L}$ 24

Roczne zapotrzebowanie na ***energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych*** $E_{el,POM}$ 26

Roczne zapotrzebowanie na ***nieodnawialną energię pierwotną*** *dla systemów technicznych* Q_P 27

Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię **EP, EK, EU** 28

Wyznaczenie jednostkowej wielkości emisji CO_2 E_{CO2} *w budynku wyposażonym w proste systemy techniczne* 28

Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową w budynku U_{OZE} 29

Wyznaczanie obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii lub energii 29

CZĘŚĆ III

Przykład obliczeniowy 1 *Opracowanie danych meteorologicznych* 31

Przykład obliczeniowy 2 *Określenie start ciepła przez przenikanie dla wybranej ściany zewnętrznej budynku (wg PN-EN 12831:2006)* 31

Przykład obliczeniowy 3 *Określenie start ciepła przez grunt wg norm PN-EN ISO 13370:2008 i PN-EN 12831:2006* 33

Przykład obliczeniowy 4 *Określenie współczynnika wykorzystania zysków ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku* 36

Przykład obliczeniowy 5 *Obliczenie stałej czasowej strefy budynku o regulowanej temperaturze τ, wg PN-EN ISO 13790:2009* 36

Przykład obliczeniowy 6 *Obliczenie strumień powietrza, który musi być dostarczony do budynku wielorodzinnego* 37

Przykład obliczeniowy 7 *Obliczenie obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła* 37

Przykład obliczeniowy 8 *Obliczenie rocznego zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia* 37

Literatura 39

CZĘŚĆ I

- **Wyciąg z Rozporządzenia „W.T.-2013" [1] w zakresie ochrony cieplno-wilgotnościowej przegród zewnętrznych**

Dział X. Oszczędność energii i izolacyjność cieplna

§328. 1. Budynek i jego instalacje grzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych gospodarczych i magazynowych – również oświetlenia wbudowanego, powinno być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający spełnienia następujących wymagań minimalnych:

1) **wartość wskaźnika EP** [kWh/(m² ·rok)] określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, produkcyjnych, gospodarczych i magazynowych – również do oświetlenia wbudowanego, obliczana według przepisów dotyczących metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków, jest mniejsza od wartości obliczonej zgodnie ze wzorem, o którym mowa w § 329 ust. 1 lub 3, przy uwzględnieniu cząstkowych maksymalnych wartości wskaźnika EP, o którym mowa w § 329 ust. 2;

$$EP_{(obliczeniowe)} \leq EP_{(maksymalne)}$$

2) **przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku** odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku 2 do rozporządzenia oraz powierzchnia okien odpowiada wymaganiom określonym w pkt. 2.1 załącznika nr 2 do rozporządzenia.

$$U_c \leq U_{c(maksymalne)}$$

1a. Wymagania minimalne, o których mowa w ust. 1, uznaje się za spełnione dla budynku podlegającego przebudowie, jeżeli przegrody oraz wyposażenie techniczne budynku podlegające przebudowie odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia oraz powierzchnia okien odpowiada wymaganiom określonym w pkt. 2.1. załącznika nr 2 do rozporządzenia.

2. Budynek powinien być zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko przegrzewania budynku w okresie letnim.

§329. 1. Maksymalną wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_c + \Delta EP_L \ [kWh/(m^2 \cdot rok)]$$

gdzie:

EP_{H+W} – *cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej określona zgodnie z tabelą 1,* [kWh/(m² ·rok)],

ΔEP_c – *cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika EP na potrzeby chłodzenia określony zgodnie z tabelą 4,* [kWh/(m² ·rok)],

ΔEP_L – *cząstkowa maksymalna wartość wskaźnika na potrzeby oświetlenia,* [kWh/(m² ·rok)].

2. Cząstkowe maksymalne wartości wskaźnika EP wynoszą:

1) na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (tabela 1):

Tabela 1. *Wartości maksymalne wskaźnika na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej* EP_{H+W}

Lp.	Rodzaj budynku	Maksymalne wartości wskaźnika EP_{H+W} na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej[kWh/(m² ·rok)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2012 r.*)
1	Budynek mieszkalny a) jednorodzinny b) wielorodzinny	 120 105	 95 85	 70 65
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej: a) opieki zdrowotnej b) pozostałe	 390 65	 290 60	 190 45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70

*) od 1.01.2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością

2) na potrzeby chłodzenia (tabela 2):

3) na potrzeby oświetlenia (tabela 2):

Tabela 2. *Wartości wskaźników* ΔEP_c i ΔEP_L

Lp.	Rodzaj budynku*)	Wartości wskaźników ΔEP_c i ΔEP_L [kWh/(m² rok)]		
		od 1.01.2014 r.	od 1.01.2017 r.	od 1.01.2012 r.**)
1	Budynek mieszkalny a) jednorodzinny b) wielorodzinny	$\Delta EP_c = 10 \cdot A_{f,C}/A_f$ $\Delta EP_L = 0$	$\Delta EP_c = 10 \cdot A_{f,C}/A_f$ $\Delta EP_L = 0$	$\Delta EP_c = 5 \cdot A_{f,C}/A_f$ $\Delta EP_L = 0$
2	Budynek zamieszkania zbiorowego	$\Delta EP_c = 25 \cdot A_{f,C}/A_f$	$\Delta EP_c = 25 \cdot A_{f,C}/A_f$	$\Delta EP_c = 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
3	Budynek użyteczności publicznej: a) opieki zdrowotnej b) pozostałe	dla $t_0 < 2500$ $\Delta EP_L = 50$	dla $t_0 < 2500$ $\Delta EP_L = 50$	dla $t_0 < 2500$ $\Delta EP_L = 25$
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	dla $t_0 \geq 2500$ $\Delta EP_L = 100$	dla $t_0 \geq 2500$ $\Delta EP_L = 100$	dla $t_0 \geq 2500$ $\Delta EP_L = 50$

A_f – *powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku,* [m²],
$A_{f,C}$ – *powierzchnia użytkowa chłodzona budynku,* [m²],
t_0 – czas działania oświetlenia wbudowanego
*) jeżeli budynek posiada instalację chłodzenia, w przeciwnym przypadku $\Delta EP_c = 0$, jeżeli w budynku należy uwzględnić oświetlenie wbudowane, w przeciwnym przypadku $\Delta EP_L = 0$
**) od 1.01.2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością

3. W przypadku budynków o różnych funkcjach użytkowych maksymalne wartości wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego w ciągu roku:

$$EP_m = \sum_i (EP_i \cdot A_{f,i}) / \sum_i A_{f,i} \; [kWh/(m^2 \cdot rok)]$$

gdzie:

EP_i – *maksymalna wartość wskaźnika EP określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia oraz oświetlenia wbudowanego, dla części budynku o jednolitej funkcji użytkowej o powierzchni* $A_{f,i}$, [kWh/(m² rok)], obliczona zgodnie ze wzorem:

$EP = EP_{H+W} + \Delta EP_c + \Delta EP_L$ [kWh/(m² rok)], przy uwzględnieniu cząstkowych wskaźników wartości EP,

$A_{f,i}$ – *powierzchnia użytkowa ogrzewana (chłodzona) części budynku o jednolitej funkcji użytkowej,* [m²],

4. Wymagania określone w § 328 ust. 2 uznaje się za spełnione, jeżeli okna oraz inne przegrody przeszklone i przeźroczyste odpowiadają przynajmniej wymaganiom określonym w pkt. 2.1.4. załącznika nr 2 do rozporządzenia.

➢ Wyciąg z Ustawy o charakterystyce energetycznej budynków [2]

- Ustawa określa:

1) zasady sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej;
2) zasady kontroli systemu ogrzewania i systemu klimatyzacji w budynkach;
3) zasady prowadzenia centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków;
4) sposób opracowania krajowego planu działań mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii.

- Pojęcia podstawowe:

1) **budynek** - obiekt budowlany trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiadający fundament i dach;
2) **części budynku** – należy przez to rozumieć zespół pomieszczeń w budynku o jednakowym przeznaczeniu, przewidzianych do odrębnego użytkowania, w szczególności lokal mieszkalny lub lokal użytkowy w budynku;
3) **charakterystyka energetyczna** – należy przez to rozumieć zbiór danych i wskaźników energetycznych budynku lub części budynku, określających całkowite zapotrzebowanie na energię niezbędną do ich użytkowania zgodnie z przeznaczeniem.

- **Zasady sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej**

3.1. **Właściciel** lub **zarządca budynku** lub **części budynku** lub **osoba, której przysługuje spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu**, lub osoba, której przysługuje spółdzielcze lokatorskie prawo do lokalu mieszkalnego, lub **najemca** w przypadku, o którym mowa w art. 11 ust. 3, zapewnia sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej dla budynku lub części budynku:

1) zbywanego na podstawie umowy sprzedaży;
2) zbywanego na podstawie umowy sprzedaży spółdzielczego własnościowego prawa do lokalu;
3) wynajmowanego.

2. Właściciel lub zarządca budynku, którego powierzchnia użytkowa zajmowana przez organy wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę oraz organy administracji publicznej przekracza 250 m^2 i w których dokonywana jest obsługa interesantów, zapewnia sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej dla tego budynku.

3. Kopię świadectwa charakterystyki energetycznej, z wyłączeniem zaleceń zawartych w tym świadectwie, umieszcza się w widocznym miejscu w zajmowanych budynkach, o których mowa w ust. 2.

4. Obowiązki, o których mowa w ust. 1 i 2, **nie dotyczą budynku**:

1) podlegającego ochronie na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami;
2) używanego jako miejsce kultu i do działalności religijnej;
3) przemysłowego oraz gospodarczego niewyposażonych w instalacje zużywające energię, z wyłączeniem instalacji oświetlenia wbudowanego;
4) mieszkalnego, przeznaczonego do użytkowania nie dłużej niż 4 miesiące w roku;
5) wolnostojącego o powierzchni użytkowej poniżej 50 m2;
6) gospodarstw rolnych o wskaźniku **EP** określającym roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną nie wyższym niż 50 kWh/(m^2·rok).

4.1. **Świadectwo charakterystyki energetycznej sporządza się na podstawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku**, zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15.

2. Sporządzając świadectwo charakterystyki energetycznej, uwzględnia się parametry techniczne konstrukcji i instalacji budynku oraz parametry techniczne źródła ciepła zasilającego budynek lub część budynku.

3. Świadectwo charakterystyki energetycznej sporządza się z wykorzystaniem systemu teleinformatycznego, w którym prowadzony jest centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków.

5. Osoba uprawniona do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej przekazuje osobie lub podmiotowi, który zlecił jego wykonanie, świadectwo charakterystyki energetycznej w postaci papierowej, opatrzone numerem nadanym w centralnym rejestrze charakterystyki energetycznej budynków oraz podpisem osoby uprawnionej.

6. W przypadku gdy dla budynku lub części budynku został sporządzony projekt architektoniczno-budowlany, świadectwo charakterystyki energetycznej tego budynku lub tej części budynku może być opracowane w oparciu o charakterystykę energetyczną, o której mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 34 ust. 6 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane, przy uwzględnieniu ewentualnych odstępstw od projektu architektoniczno-budowlanego w zakresie charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku.

7. 1. **Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku mieszkalnego jednorodzinnego**, o którym mowa w art. 3 pkt 2a ustawy - Prawo budowlane, należącego do grupy budynków o jednakowych rozwiązaniach konstrukcyjno-materiałowych i instalacyjnych, o takim samym przeznaczeniu, stopniu zużycia, sposobie użytkowania oraz sposobie zaopatrzenia w energię, mających wpływ na ich charakterystykę energetyczną i stwierdzonych w szczególności na podstawie dokumentacji technicznej budynku albo inwentaryzacji techniczno-budowlanej, w przypadku braku dokumentacji technicznej budynku, może być opracowane w oparciu o wykonaną dla jednego z tych budynków charakterystykę energetyczną, o której mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 34 ust. 6 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane, przy uwzględnieniu ewentualnych odstępstw od projektu architektoniczno-budowlanego w zakresie charakterystyki energetycznej budynku, lub w oparciu o sporządzone dla jednego z tych budynków świadectwo charakterystyki energetycznej.

2. Świadectwo charakterystyki energetycznej części budynku o jednakowych rozwiązaniach konstrukcyjno-materiałowych i instalacyjnych, o takim samym przeznaczeniu, stopniu zużycia, sposobie użytkowania oraz sposobie zaopatrzenia w energię, mających wpływ na ich charakterystykę energetyczną i stwierdzonych w szczególności na podstawie dokumentacji technicznej budynku albo inwentaryzacji techniczno-budowlanej, w przypadku braku dokumentacji technicznej budynku, może być opracowane w oparciu o wykonaną dla jednej z tych części charakterystykę energetyczną, o której mowa w przepisach wydanych na podstawie art. 34 ust. 6 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane, przy uwzględnieniu ewentualnych odstępstw od projektu architektoniczno-budowlanego w zakresie charakterystyki energetycznej części budynku, lub w oparciu o sporządzone dla jednej z tych części świadectwo charakterystyki energetycznej.

8. W przypadku gdy części budynku będące lokalami mieszkalnymi:
1) spełniają wymagania określone w art. 7 ust. 2,
2) mają jednakową powierzchnię użytkową,
3) są położone w bryle budynku w sposób pozwalający na przyjęcie jednakowych charakterystycznych parametrów technicznych w zakresie ich powierzchni użytkowej, powierzchni przegród zewnętrznych oraz kubatury – możliwe jest sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej dla grupy tych lokali, w liczbie egzemplarzy odpowiadającej liczbie tych lokali.

9. 1. Świadectwo charakterystyki energetycznej części budynku może być opracowane na podstawie świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, a w przypadku braku tego świadectwa, na podstawie dokumentacji technicznej budynku.
2. Właściciel lub zarządca budynku jest obowiązany do nieodpłatnego przekazania kopii świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, a w przypadku braku tego świadectwa, dokumentacji technicznej budynku, o której mowa w ust. 1, właścicielowi części budynku lub osobie, której przysługuje spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, lub osobie, której przysługuje spółdzielcze lokatorskie prawo do lokalu mieszkalnego, a także najemcy w przypadku, o którym mowa w art. 11 ust. 3, w terminie nie dłuższym niż 14 dni od dnia złożenia przez niego wniosku.

10. Świadectwo charakterystyki energetycznej zawiera:
1) dane identyfikacyjne budynku lub części budynku;
2) charakterystykę energetyczną budynku lub części budynku;
3) zalecenia określające zakres i rodzaj robót budowlano-instalacyjnych, które poprawią charakterystykę energetyczną budynku lub części budynku.

11. 1. Właściciel lub zarządca budynku lub części budynku lub osoba, której przysługuje spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, lub osoba, której przysługuje spółdzielcze lokatorskie prawo do lokalu mieszkalnego, przekazuje odpowiednio nabywcy albo najemcy:
1) świadectwo charakterystyki energetycznej – przy zawarciu umowy sprzedaży albo zbycia spółdzielczego własnościowego prawa do lokalu;
2) kopię świadectwa charakterystyki energetycznej – przy zawarciu umowy najmu.
2. W przypadku gdy zbywca albo wynajmujący nie wywiąże się z obowiązku, o którym mowa w ust. 1, nabywca albo najemca może, w terminie 14 dni od dnia zawarcia umowy przeniesienia własności albo umowy najmu, wezwać pisemnie zbywcę lub wynajmującego do wywiązania się z tego obowiązku w terminie 2 miesięcy od dnia doręczenia wezwania.
3. W przypadku gdy świadectwo charakterystyki energetycznej albo jego kopia nie zostaną przekazane w terminie 2 miesięcy od dnia doręczenia wezwania, o którym mowa w ust. 2, nabywca albo najemca może, w terminie nie dłuższym niż 6 miesięcy w przypadku umowy najmu oraz 12 miesięcy w przypadku umowy sprzedaży albo zbycia spółdzielczego własnościowego prawa do lokalu, licząc od dnia zawarcia umowy, zlecić sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej na koszt zbywcy albo wynajmującego.

4. Nabywca albo najemca nie mogą zrzec się prawa, o którym mowa w ust. 2.

12. Właściciel lub zarządca budynku o powierzchni użytkowej przekraczającej 500 m^2, w którym są świadczone usługi dla ludności, jest obowiązany umieścić kopię świadectwa charakterystyki energetycznej w widocznym miejscu w tym budynku, z wyłączeniem zaleceń, o których mowa w art. 10 pkt 3, o ile dla tego budynku zostało sporządzone świadectwo charakterystyki energetycznej.

13. W przypadku gdy dla budynku lub części budynku zostało sporządzone świadectwo charakterystyki energetycznej, właściciel lub zarządca tego budynku lub tej części budynku, osoba, której przysługuje spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, albo podmiot działający na ich zlecenie podają w reklamie dotyczącej sprzedaży lub najmu budynku lub jego części wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową, wyznaczony zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 15.

14. 1. Świadectwo charakterystyki energetycznej jest ważne przez 10 lat od dnia jego sporządzenia.
2. Świadectwo charakterystyki energetycznej traci ważność przed upływem terminu, o którym mowa w ust. 1, jeżeli w wyniku przeprowadzonych robót budowlano-instalacyjnych uległa zmianie charakterystyka energetyczna budynku lub części budynku.

15. 1. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa **określi**, w **drodze rozporządzenia, metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku, sposób sporządzania oraz wzory świadectw charakterystyki energetycznej**.
2. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa, wydając rozporządzenie, o którym mowa w ust. 1, uwzględni:
1) parametry techniczne konstrukcji budynku lub części budynku;
2) rodzaje systemów technicznych w budynku lub części budynku;
3) metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania budynku lub części budynku;
4) metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii.

16. Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku nie może być sporządzane przez właściciela lub zarządcę tego budynku lub tej części budynku oraz osobę, której przysługuje w tym budynku lub w tej części budynku spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu albo spółdzielcze lokatorskie prawo do lokalu mieszkalnego.

17. Świadectwo charakterystyki energetycznej sporządza osoba, która:
1) posiada pełną zdolność do czynności prawnych;
2) nie była skazana prawomocnym wyrokiem za przestępstwo przeciwko mieniu, wiarygodności dokumentów, obrotowi gospodarczemu, obrotowi pieniędzmi i papierami wartościowymi lub za przestępstwo skarbowe;
3) ukończyła:
a) studia wyższe zakończone uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera, inżyniera architekta, inżyniera architekta krajobrazu, inżyniera pożarnictwa, magistra inżyniera architekta, magistra inżyniera architekta krajobrazu, magistra inżyniera pożarnictwa albo magistra inżyniera, albo
b) studia wyższe inne niż wymienione w lit. a oraz studia podyplomowe, których program uwzględnia zagadnienia związane z charakterystyką energetyczną budynków, wykonywaniem audytów energetycznych budynków, budownictwem energooszczędnym i odnawialnymi źródłami energii,
lub
4) posiada uprawnienia budowlane, o których mowa w art. 14 ust. 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane.

18. 1. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa **wpisuje osobę spełniającą wymagania**, o których mowa w art. 17, na jej wniosek, do wykazu, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1.
2. Wniosek, o którym mowa w ust. 1, zawiera:
1) imię i nazwisko;
2) adres do korespondencji;
3) adres poczty elektronicznej, o ile osoba wnioskująca posiada taki adres, przy czym podanie adresu poczty elektronicznej jest nieobowiązkowe.
3. Do wniosku dołącza się:
1) oświadczenia o:
a) zgodności z prawdą danych zawartych we wniosku,
b) posiadaniu pełnej zdolności do czynności prawnych,

c) niekaralności za przestępstwa, o których mowa w art. 17 pkt 2;
2) kopie dokumentów potwierdzających spełnienie wymagań, o których mowa w art. 17 pkt 3 lub 4.
4. Oświadczenia, o których mowa w ust. 3 pkt 1, składa się pod rygorem odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań. Składający oświadczenia jest obowiązany do zawarcia w nich klauzuli następującej treści: „Jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia". Klauzula ta zastępuje pouczenie organu o odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań.
5. Po wpisaniu do wykazu, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1, osoba uprawniona uzyskuje dostęp do systemu teleinformatycznego, w którym prowadzony jest ten wykaz.

19. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa, w przypadku gdy osoba wnioskująca nie spełnia wymagań, o których mowa w art. 17, odmawia, w drodze decyzji, wpisania tej osoby do wykazu, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1.

20. 1. Osoba uprawniona do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej jest obowiązana do:
1) przechowywania sporządzonego świadectwa charakterystyki energetycznej przez okres 10 lat;
2) zawarcia umowy ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej za szkody wyrządzone w związku ze sporządzaniem świadectwa charakterystyki energetycznej;
3) przechowywania dokumentów lub ich kopii i danych, na podstawie których zostało sporządzone świadectwo charakterystyki energetycznej, przez okres ważności tego świadectwa, a także do udostępniania tych dokumentów lub danych na żądanie ministra właściwego do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa, w przypadku, o którym mowa w art. 36.
2. Minister właściwy do spraw instytucji finansowych w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa określi, w drodze rozporządzenia, szczegółowy zakres ubezpieczenia obowiązkowego, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, termin powstania obowiązku ubezpieczenia oraz minimalną sumę gwarancyjną, biorąc pod uwagę rodzaj i zakres zadań realizowanych przez osobę sporządzającą świadectwo charakterystyki energetycznej.

21. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa wydaje decyzję o wykreśleniu osoby uprawnionej z wykazu, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1, w przypadku:
1) stwierdzenia:
a) ograniczenia lub utraty zdolności do czynności prawnych osoby uprawnionej,
b) nieprzestrzegania zakazu, o którym mowa w art. 16, przez osobę uprawnioną,
c) skazania osoby uprawnionej prawomocnym wyrokiem za popełnienie przestępstwa, o którym mowa w art. 17 pkt 2,
d) orzeczenia wobec osoby uprawnionej zakazu wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie albo utraty uprawnień do pełnienia samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie przez osobę uprawnioną, w przypadku gdy osoba ta spełnia wyłącznie wymagania określone w art. 17 pkt 1, 2 i 4;
2) gdy na podstawie weryfikacji, o której mowa w art. 36, stwierdzi rażące i oczywiste błędy w sporządzonym przez osobę uprawnioną świadectwie.

22. O ponowny wpis do wykazu, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1, można ubiegać się:
1) po upływie 24 miesięcy od dnia, w którym decyzja w sprawie wykreślenia z wykazu, z przyczyn, o których mowa w art. 21 pkt 1 lit. b i pkt 2, stała się ostateczna;
2) od dnia ustania przyczyn wykreślenia z wykazu, o których mowa w art. 21 pkt 1 lit. a, c i d.

Zasady kontroli systemu ogrzewania i systemu klimatyzacji w budynkach (rozdział 3 Ustawy)

Zasady prowadzenia centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków (rozdział 4 Ustawy)

31. 1. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa **prowadzi centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków, który obejmuje wykazy**:
1) osób uprawnionych do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej;
2) osób uprawnionych do kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji;
3) świadectw charakterystyki energetycznej;
4) protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji;
5) budynków, o których mowa w art. 3 ust. 2.
2. Centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków jest prowadzony z wykorzystaniem systemu teleinformatycznego, zgodnie z przepisami ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (Dz. U. z 2014 r. poz. 1114).

3. Wykazy, o których mowa w ust. 1 pkt 1, 2 i 5, udostępnia się za pośrednictwem Biuletynu Informacji Publicznej urzędu obsługującego ministra właściwego do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa.

32. Wykazy, o których mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1 i 2, zwane dalej „wykazami osób uprawnionych", zawierają:
1) imię i nazwisko;
2) w przypadku posiadania uprawnień budowlanych, ich numer;
3) numer wpisu;
4) datę wpisu.

35. Świadectwa charakterystyki energetycznej i protokoły z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji zawarte w wykazach, o których mowa w art. 31 ust. 1 pkt 3 i 4, są zapisywane automatycznie po ich wygenerowaniu w systemie teleinformatycznym przez osobę, która je sporządziła.

36. 1. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa, przy użyciu systemu teleinformatycznego, dokonuje weryfikacji świadectw charakterystyki energetycznej oraz protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji, pod kątem prawidłowości i rzetelności ich sporządzenia oraz biorąc pod uwagę przepisy techniczno-budowlane oraz zasady wiedzy technicznej.
2. Weryfikacji, o której mowa w ust. 1, dokonuje się z urzędu lub na wniosek:
1) właściciela lub zarządcy budynku lub części budynku, osoby, której przysługuje spółdzielcze własnościowe prawo do lokalu, osoby, której przysługuje spółdzielcze lokatorskie prawo do lokalu mieszkalnego, podmiotu, który zlecił sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej, lub podmiotu, który je otrzymał w związku ze zbyciem lub najmem budynku lub części budynku – w przypadku świadectw charakterystyki energetycznej;
2) właściciela lub zarządcy budynku – w przypadku protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji.
3. Dokonanie weryfikacji, o której mowa w ust. 1, na wniosek, następuje po stwierdzeniu nieprawidłowości w tych dokumentach przez osoby lub podmioty, o których mowa w ust. 2.

37. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa określi, w drodze rozporządzenia, sposób dokonywania i szczegółowy zakres weryfikacji świadectw
charakterystyki energetycznej oraz protokołów z kontroli systemu ogrzewania lub systemu klimatyzacji, mając na uwadze zapewnienie skuteczności tej weryfikacji oraz uwzględniając wymagania w zakresie prawidłowego sporządzenia tych świadectw lub protokołów.

38. 1. Wykaz, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 5, zawiera:
1) określenie organu zajmującego budynek;
2) powierzchnię użytkową budynku zajmowaną przez ten organ;
3) charakterystykę energetyczną budynku.

2. Wykaz, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 5, nie obejmuje budynków zajmowanych przez Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Agencję Wywiadu, Służby Kontrwywiadu Wojskowego, Służby Wywiadu Wojskowego, Centralne Biuro Antykorupcyjne, Policję, Straż Graniczną, Służbę Więzienną, Biuro Ochrony Rządu, Służbę Celną, urzędy skarbowe, izby skarbowe, organy kontroli skarbowej, organy informacji finansowej oraz Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej.

Krajowy plan działań mający na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii (rozdział 5 Ustawy)

39. 1. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa opracowuje projekt krajowego planu działań mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii, zwanego dalej „krajowym planem działań".
2. Krajowy plan działań zawiera w szczególności:
1) definicję budynków o niskim zużyciu energii oraz ich szczegółowe cechy;
2) działania administracji rządowej podejmowane w celu promowania budynków o niskim zużyciu energii, w tym w zakresie projektowania, budowy i przebudowy budynków w sposób zapewniający ich energooszczędność, oraz zwiększenia pozyskania energii ze źródeł odnawialnych w nowych oraz istniejących budynkach;
3) harmonogram osiągania celów, o których mowa w pkt 2.
3. Krajowy plan działań przyjmuje, w drodze uchwały, Rada Ministrów.

4. W terminie 14 dni od dnia przyjęcia krajowego planu działań przez Radę Ministrów, minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa przekazuje ten plan Komisji Europejskiej.

40. Minister właściwy do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa prowadzi kampanię informacyjną służącą poprawie charakterystyki energetycznej budynków.

- **Wyciąg z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej** [3]

1. Rozporządzenie określa:
1) metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej,
2) sposób sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej,
3) wzory świadectw charakterystyki energetycznej – budynku lub części budynku.

Podstawowe pojęcia:
1) **system ogrzewania** – należy przez to rozumieć system techniczny zapewniający dostawę energii użytkowej na potrzeby ogrzewania i wentylacji pomieszczeń w budynku lub części budynku;
2) **system przygotowania ciepłej wody użytkowej** – należy przez to rozumieć system techniczny zapewniający dostawę energii użytkowej na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku lub części budynku;
3) **system chłodzenia** – należy przez to rozumieć system techniczny zapewniający dostawę energii użytkowej na potrzeby chłodzenia pomieszczeń w budynku lub części budynku;
4) **system wbudowanej instalacji oświetlenia** – należy przez to rozumieć system techniczny zapewniający dostawę
energii końcowej na potrzeby oświetlenia pomieszczeń w budynku lub części budynku;
5) **prosty system techniczny** – należy przez to rozumieć system techniczny wykorzystujący jeden rodzaj źródła energii, zasilany jednym rodzajem nośnika energii lub energii;
6) **złożony system techniczny** – należy przez to rozumieć system techniczny wykorzystujący więcej niż jeden rodzaj
źródła energii;
7) **nieodnawialna energia pierwotna** – należy przez to rozumieć energię zawartą w kopalnych surowcach energetycznych, która nie została poddana procesowi konwersji lub transformacji;
8) **odnawialna energia pierwotna** – należy przez to rozumieć energię uzyskaną z odnawialnego źródła energii;
9) **odnawialne źródło energii** – należy przez to rozumieć odnawialne źródło energii, o którym mowa w art. 3 pkt 20
ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r. poz. 1059, z późn. zm.3));
10) **energia końcowa** – należy przez to rozumieć energię dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych;
11) **energia pomocnicza końcowa** – należy przez to rozumieć część energii końcowej dostarczanej do budynku lub części budynku dla zapewnienia funkcjonowania urządzeń pomocniczych w systemach technicznych;
12) **energia użytkowa** – należy przez to rozumieć:
a) **w przypadku ogrzewania budynku lub części budynku** – energię przenoszoną z budynku lub części budynku do jego (jej) otoczenia przez przenikanie lub z powietrzem wentylacyjnym, pomniejszoną o zyski ciepła,
b) **w przypadku chłodzenia budynku lub części budynku** – zyski ciepła pomniejszone o energię przenoszoną z budynku lub części budynku do jego (jej) otoczenia przez przenikanie lub z powietrzem wentylacyjnym,
c) **w przypadku przygotowania ciepłej wody użytkowej** – energię przenoszoną z budynku lub części budynku do jego (jej) otoczenia ze ściekami;
16) **zyski ciepła** – należy przez to rozumieć ciepło:
a) wytworzone wewnątrz budynku lub części budynku przez użytkowników oraz przez urządzenia niebędące częścią systemów technicznych,
b) dostarczone przez promienie słoneczne do budynku lub części budynku;
17) **powierzchnia o regulowanej temperaturze powietrza** – 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.
[komentarz do pojęcia powierzchni o regulowanej temperaturze – powierzchnia użytkowa]
Powierzchnia użytkowa – powierzchnia wyznaczona wg Polskiej Normy dotyczącej właściwości użytkowych w budownictwie – określenie i obliczania wskaźników powierzchniowych i kubaturowych, a w przypadku pomieszczeń lub ich części w budynku mieszkalnym jednorodzinnym i lokalu mieszkalnym o wysokości w świetle:
a) równej lub większej niż 2,20 m – powierzchnia ta jest zaliczana do obliczeń w 100%;
b) równej lub większej od 1,40 m, ale mniejszej od 2,20 m – powierzchnia ta jest zaliczana do obliczeń w 50%;
c) mniejszej niż 1,40 m – powierzchnia ta jest pomijana całkowicie.

3. 1. **Charakterystykę energetyczną budynku** lub **części budynku** wyznacza się:
- metodą opartą na standardowym sposobie użytkowania budynku lub części budynku (metoda obliczeniowa) albo - metodą opartą na faktycznie zużytej ilości energii (metoda zużyciowa).
2. Charakterystykę energetyczną istniejącego budynku lub części budynku można wyznaczać metodą zużyciową, jeżeli:
1) na potrzeby ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej są one zasilane z sieci ciepłowniczej lub gazowej;
2) zużycie:
a) ciepła rozlicza się na podstawie wskazań ciepłomierza,
b) gazu ziemnego rozlicza się na podstawie wskazań gazomierza,
c) ciepłej wody użytkowej rozlicza się na podstawie wskazań wodomierza;
3) istnieją dokumenty potwierdzające rzeczywiste zużycie ciepła lub gazu ziemnego z ostatnich 3 lat poprzedzających
sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej;
4) w okresie, o którym mowa w pkt 3, nie przeprowadzono robót budowlanych wpływających na ich charakterystykę
energetyczną;
5) nie są one wyposażone w system chłodzenia;
6) gaz ziemny jest zużywany wyłącznie na potrzeby ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej, a jego zużycie jest mierzone odrębnym gazomierzem;
7) jest możliwe określenie ich powierzchni o regulowanej temperaturze powietrza.
3. Metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartą na standardowym sposobie użytkowania budynku
lub części budynku określa **załącznik nr 1** do rozporządzenia.
4. Metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartą na faktycznie zużytej ilości energii określa **załącznik nr 2** do rozporządzenia.

4. 1. Świadectwo charakterystyki energetycznej sporządza się w języku polskim.
2. Świadectwo charakterystyki energetycznej oprawia się w okładkę formatu A-4, w sposób uniemożliwiający jego zdekompletowanie.

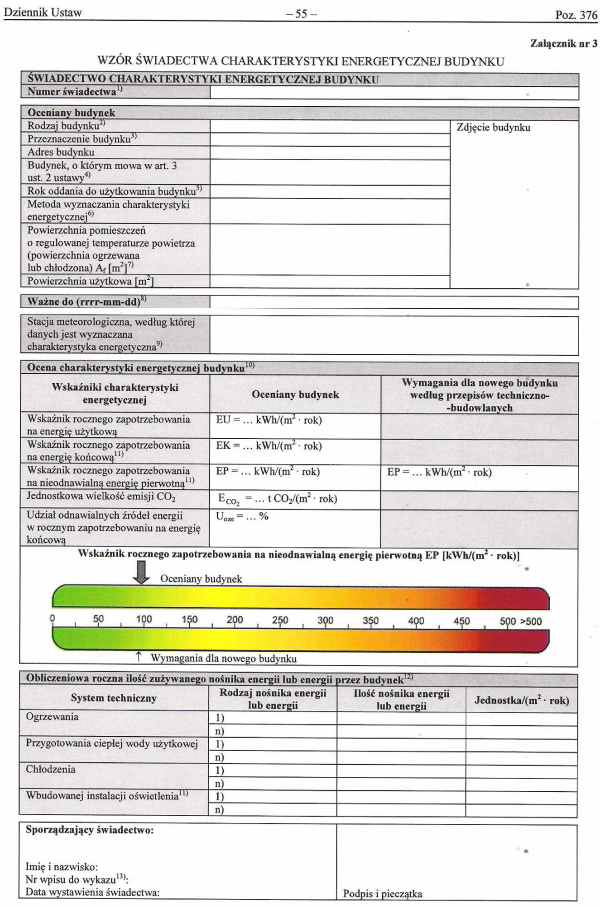
5. Wzór świadectwa charakterystyki energetycznej:
1) budynku – określa **załącznik nr 3** do rozporządzenia;
2) części budynku **– określa załącznik nr 4** do rozporządzenia.

Sposób wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku

Budynek lub część budynku dzieli się na przestrzenie **ogrzewane**, **nieogrzewane** i **chłodzone**. Przestrzenie ogrzewane dzieli się na strefy ogrzewane, a przestrzenie chłodzone na strefy chłodzone.

- **Przestrzeń ogrzewana** jest to pomieszczenie lub zespół pomieszczeń w budynku lub części budynku, w których działanie systemu ogrzewania umożliwia utrzymanie temperatury wewnętrznej, której wartość została określona w przepisach prawnych. Jeżeli w przyległych pomieszczeniach w przestrzeni ogrzewanej temperatura wewnętrzna różni się o więcej niż **4 K** lub te pomieszczenia mają różne przeznaczenie, lub te pomieszczenia są obsługiwane przez różne systemy techniczne, **dokonuje się podziału tej przestrzeni na strefy ogrzewane**.
- **Przestrzeń nieogrzewana** jest to pomieszczenie lub zespół pomieszczeń w budynku lub części budynku, dla których nie określono wartości temperatury wewnętrznej.
- **Przestrzeń okresowo ogrzewana** jest to pomieszczenie lub zespół pomieszczeń w budynku lub części budynku, w których utrzymanie temperatury wewnętrznej, w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego, jest zapewnione przez działanie systemu ogrzewania lub zyski ciepła.
- **Przestrzeń chłodzona** jest to pomieszczenie lub zespół pomieszczeń w budynku lub części budynku, w których w okresie działania systemu chłodzenia jest utrzymywana temperatura wewnętrzna określona w budowlanej dokumentacji technicznej. Jeżeli w przyległych pomieszczeniach w przestrzeni chłodzonej temperatura wewnętrznaróżni się o więcej niż 4 K lub te pomieszczenia mają różne przeznaczenie, lub te pomieszczenia są obsługiwane przez różne systemy techniczne, dokonuje się podziału tej przestrzeni na strefy chłodzone.

Jeżeli w budynku lub części budynku występują procesy technologiczne, to w obliczeniach charakterystyki energetycznej nie uwzględnia się zapotrzebowania na energię w tych procesach, a także zapotrzebowania na energię przez instalacje obsługujące te procesy. Zyski ciepła od tych procesów dolicza się do wewnętrznych zysków ciepła pomieszczeń.



Dziennik Ustaw – 55 – Poz. 376

Załącznik nr 3

WZÓR ŚWIADECTWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

Numer świadectwa[1]

Oceniany budynek

Rodzaj budynku[2]		Zdjęcie budynku
Przeznaczenie budynku[3]		
Adres budynku		
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy[4]		
Rok oddania do użytkowania budynku[5]		
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej[6]		
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A_f [m^2][7]		
Powierzchnia użytkowa [m^2]		

Ważne do (rrrr-mm-dd)[8]

Stacja meteorologiczna, według której danych jest wyznaczana charakterystyka energetyczna[9]	

Ocena charakterystyki energetycznej budynku[10]

Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = … kWh/(m^2 · rok)	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową[11]	EK = … kWh/(m^2 · rok)	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną[11]	EP = … kWh/(m^2 · rok)	EP = … kWh/(m^2 · rok)
Jednostkowa wielkość emisji CO_2	E_{CO_2} = … t CO_2/(m^2 · rok)	
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U_{oze} = … %	

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m^2 · rok)]

Oceniany budynek

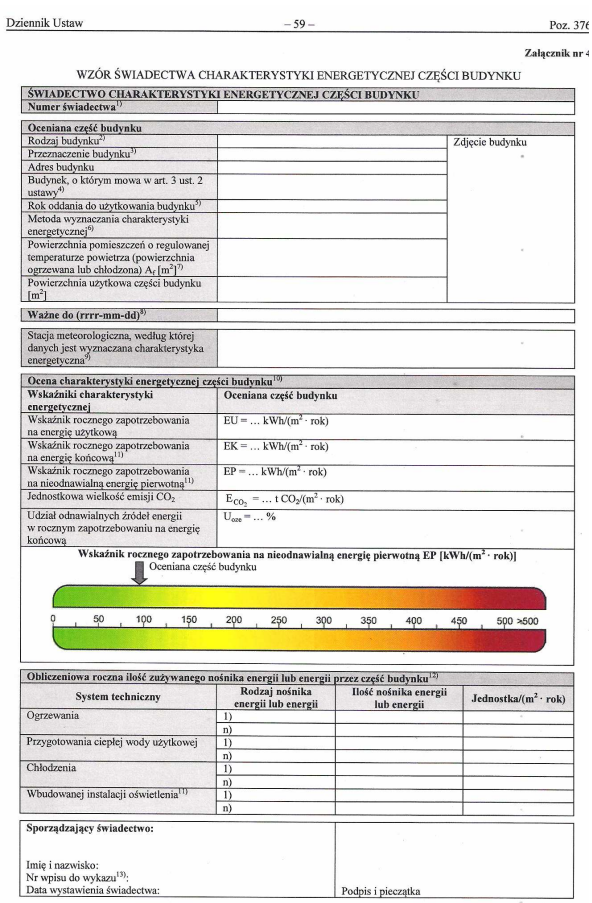
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 >500

Wymagania dla nowego budynku

Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek[12]

System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m^2 · rok)
Ogrzewania	1)		
	n)		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	1)		
	n)		
Chłodzenia	1)		
	n)		
Wbudowanej instalacji oświetlenia[11]	1)		
	n)		

Sporządzający świadectwo: Imię i nazwisko: Nr wpisu do wykazu[13]: Data wystawienia świadectwa:	Podpis i pieczątka



Dziennik Ustaw – 59 – Poz. 376

Załącznik nr 4

WZÓR ŚWIADECTWA CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ CZĘŚCI BUDYNKU

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ CZĘŚCI BUDYNKU

Numer świadectwa[1]

Oceniana część budynku

Rodzaj budynku[2]		Zdjęcie budynku
Przeznaczenie budynku[3]		
Adres budynku		
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy[4]		
Rok oddania do użytkowania budynku[5]		
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej[6]		
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A_f [m^2][7]		
Powierzchnia użytkowa części budynku [m^2]		

Ważne do (rrrr-mm-dd)[8]

Stacja meteorologiczna, według której danych jest wyznaczana charakterystyka energetyczna[9]	

Ocena charakterystyki energetycznej części budynku[10]

Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniana część budynku
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	EU = … kWh/(m^2 · rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową[11]	EK = … kWh/(m^2 · rok)
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną[11]	EP = … kWh/(m^2 · rok)
Jednostkowa wielkość emisji CO_2	E_{CO_2} = … t CO_2/(m^2 · rok)
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U_{oze} = … %

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m^2 · rok)]

Oceniana część budynku

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 >500

Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez część budynku[12]

System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m^2 · rok)
Ogrzewania	1)		
	n)		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	1)		
	n)		
Chłodzenia	1)		
	n)		
Wbudowanej instalacji oświetlenia[11]	1)		
	n)		

Sporządzający świadectwo: Imię i nazwisko: Nr wpisu do wykazu[13]: Data wystawienia świadectwa:	Podpis i pieczątka

Wzory świadectw charakterystyki energetycznej budynku

Podstawowe parametry charakterystyki energetycznej budynku:

- **EP** [kWh/(m² ·K)] – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną
- **EK** [kWh/(m² ·K)] – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową
- **EU** [kWh/(m² ·K)] – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową
- $\mathbf{E_{CO2}}$ [t_{CO2}/(m² ·rok)] – jednostkowa emisja CO_2
- $\mathbf{U_{OZE}}$ [%] – udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową

CZĘŚĆ II

Kolejność postępowania – obliczenia dla budynku zał. 1 do rozporządzenia „metodologia"

1. Przyjęcie danych technicznych i meteorologicznych

2. Podział na strefy ogrzewane, nieogrzewane, itp.

3. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ Q_u [kWh/rok] (pkt **5.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.1. Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$ [kWh/rok] (pkt **5.2.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.1.1. Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe lub powierzchnie oszklone $Q_{sol,H}$ [kwh/m-c] (pkt **5.2.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.1.2. Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int,H}$ [kwh/m-c] (pkt **5.2.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.2. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{W,nd}$ [kWh/rok] (pkt **5.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.3. Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia $Q_{C,nd}$ [kWh/rok] (pkt **5.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.3.1. Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe lub powierzchnie oszklone $Q_{sol,C}$ [kwh/m-c] (pkt **5.2.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

3.3.2. Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła w strefie chłodzonej $Q_{int,C}$ [kwh/m-c] (pkt **5.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

4. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych Q_k [kWh/rok] (pkt **4.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

4.1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu grzewczego $Q_{k,H}$ [kWh/rok] (pkt **4.1.2.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

4.2. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania c.w.u. $Q_{k,W}$ [kWh/rok] (pkt **4.1.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

4.3. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia $Q_{k,C}$ [kWh/rok] (pkt **4.1.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

4.4. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{k,L}$ [kWh/rok] (pkt **4.1.5.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

4.5. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych $E_{el,pom}$ [kWh/rok] (pkt **4.1.6.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

5. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ dla systemów technicznych Q_P [kWh/rok] (pkt **3.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

6. WSKAŹNIKI ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA na energię **EP**, **EK**, **EU** [kWh/(m^2·rok)] (pkt **2.1.**, załącznik **1**)

7. JEDNOSTKOWA WIELKOŚĆ EMISJI CO_2 E_{CO2} [t_{CO2}/(m^2·rok)] (pkt **6.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

8. UDZIAŁ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII U_{OZE} [%] (pkt **8.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU (wzór świadectw – zał. 3 i 4 do rozporządzenia)

Rysunek 1. Schemat postępowania w zakresie opracowania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku

OPIS POSZCZEGÓLNYCH ETAPÓW OBLICZEŃ

1. Przyjęcie danych technicznych i meteorologicznych

2. Podział na strefy ogrzewane, nieogrzewane, itp.

3. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ UŻYTKOWĄ Q_u [kWh/rok] (pkt **5.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 49)

$$Q_u = Q_{H,nd} + Q_{W,nd} + Q_{C,nd} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$Q_{H,nd}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji* [kWh/rok]

$Q_{W,nd}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]

$Q_{C,nd}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia* [kWh/rok]

3.1. Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji $Q_{H,nd}$ [kWh/rok] (pkt **5.2.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 50)

$$Q_{H,nd} = \sum Q_{H,nd,s} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$Q_{H,nd,s}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w strefie ogrzewanej* (sumowanie po liczbie stref ogrzewanych) [kWh/rok]

- Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w strefie ogrzewanej $Q_{H,nd,s}$ [kWh/rok] (pkt **5.2.2.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 51, 52)

$$Q_{H,nd,s} = \sum Q_{H,nd,s,n} \text{ [kWh/rok]}$$

$$Q_{H,nd,s,n} = Q_{H,ht,s,n} - \eta_{H,gn,s,n} \cdot Q_{H,gn,s,n} \text{ [kWh/m-c]}$$

gdzie:

$Q_{H,nd,s,n}$ – *zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji w strefie ogrzewanej* w n-tym miesiącu roku (uwzględnia się wartości większe od 0) [kWh/m-c]

$Q_{H,ht,s,n}$ – *całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]

$\eta_{H,gn,s,n}$ – *współczynnik wykorzystania zysków ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku wyznaczony wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (pkt. 12.2.1.1 PN-EN ISO 13790:2009)**) [-]

$Q_{H,gn,s,n}$ – *całkowite zyski ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]

*) Bezwymiarowy czynnik wykorzystania zysków ciepła do ogrzewania, $\eta_{H,gn}$ [-], jest funkcją stosunku zysków ciepła do bilansu cieplnego γ_H i parametru a_H, który zależy od bezwładności cieplnej budynku ($\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$):

- jeżeli $\gamma_H > 0$ oraz $\gamma_H \neq 1$: $\eta_{H,gn} = (1- \gamma_H^{aH})/(1- \gamma_H^{aH+1})$
- jeżeli $\gamma_H = 0$: $\eta_{H,gn} = a_H/(a_H +1)$
- jeżeli $\gamma_H < 0$: $\eta_{H,gn} = 1/ \gamma_H$

gdzie (dla każdego miesiąca lub sezonu i dla każdej strefy budynku):

γ_H – *bezwymiarowy stosunek zysków ciepła do bilansu cieplnego dla trybu ogrzewania*;

$Q_{H,ht}$ – całkowita wymiana ciepła dla trybu ogrzewania, $Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$

$Q_{H,gn}$ – całkowite zyski ciepła dla trybu ogrzewania, $Q_{H,gn} = Q_{int} + Q_{sol}$

a_H – *bezwymiarowy parametr liczbowy zależny od stałej czasowej* τ_H, *określany wg wzoru*:

$$a_H = a_{H,0} + (\tau/\tau_{H,0})$$

gdzie:

$a_{H,0}$ – *bezwymiarowy referencyjny parametr liczbowy* (tablica 9 *PN-EN ISO 13790:2009*)

τ – *stała czasowa strefy budynku*, określona zgodnie z pkt. 12.2.1.2 *PN-EN ISO 13790:2009*

$\tau_{H,0}$ – *stała czasowa odniesienia* (tablica 9 *PN-EN ISO 13790:2009*)

- Całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej w n-tym miesiącu roku $Q_{H,ht,s,n}$ [kWh/m-c] (pkt **5.2.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 53)

$$Q_{H,ht,s,n} = Q_{tr,s,n} + Q_{ve,s,n} \text{ [kWh/m-c]}$$

gdzie:

$Q_{tr,s,n}$ – *całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej przez przenikanie w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]

$Q_{ve,s,n}$ – *całkowita ilość przenoszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]

- Całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej przez przenikanie w n-tym miesiącu roku $Q_{tr,s,n}$ wyznacza się wg wzoru (pkt **5.2.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 54):

$$Q_{tr,s,n} = H_{tr,s} \cdot (\theta_{int,s,H} - \theta_{e,n}) \cdot t_M \cdot 10^{-3} \text{ [kWh/m-c]}$$

gdzie:

$\mathbf{H_{tr,s}}$ – *całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie dla strefy ogrzewanej* [W/K], określa się wg wzoru (pkt **5.2.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 55):

$$\mathbf{H_{tr,s} = H_{tr,ie} + H_{tr,iue} + H_{tr,ij} + H_{tr,ig}} \text{ [W/K]}$$

gdzie:

$\mathbf{H_{tr,ie}}$ – *współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej* (i) *bezpośrednio do środowiska zewnętrznego* (e) *wyznaczony zgodnie z podstawową metodą wg* PN *dotyczącej instalacji grzewczych w budynkach – metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego (PN-EN 12831:2006)* [W/K]

$\mathbf{H_{tr,iue}}$ – *współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej* (i) *przez przyległe przestrzenie nieogrzewane w budynku lub przyległym budynku* (u) *do otoczenia* (e) *wyznaczony zgodnie z podstawową metodą wg* PN *dotyczącej instalacji grzewczych w budynkach – metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego (PN-EN 12831:2006)* [W/K]

$\mathbf{H_{tr,ij}}$ – *współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej* (i) *do przyległej strefy ogrzewanej w budynku lub w przyległym budynku* (j) *wyznaczony zgodnie z podstawową metodą wg* PN *dotyczącej instalacji grzewczych w budynkach – metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego (PN-EN 12831:2006)* [W/K]

$\mathbf{H_{tr,ig}}$ – *współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej* (i) *do gruntu* (g) *wyznaczony zgodnie z podstawową metodą wg* PN *dotyczącej instalacji grzewczych w budynkach – metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego (PN-EN 12831:2006)* [W/K]

$\mathbf{\theta_{int,s,H}}$ – *średnia temperatura wewnętrzna w strefie ogrzewanej wyznaczona wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (PN-EN ISO 13790:2009) (wartości temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach strefy ogrzewanej przyjmuje się zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi)* [°C]

$\mathbf{\theta_{e,n}}$ – *średnia miesięczna temperatura powietrza zewnętrznego wg danych klimatycznych z najbliżej względem lokalizacji budynku stacji meteorologicznej podawanych w Biuletynie Informacji Publicznej urzędu obsługującego ministra właściwego do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa* [°C]

$\mathbf{t_M}$ – *liczba godzin w miesiącu* [h]

[komentarz z rozporządzenia „metodologia"]

Określenie współczynnika przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) bezpośrednio do środowiska zewnętrznego $\mathbf{H_{tr,ie}}$ [W/K]
W przypadku zastosowania w budynku elementów specjalnych, takich jak: przestrzenie słoneczne nieklimatyzowane, elementy z izolacją transparentną, wentylowane ściany słoneczne oraz wentylowane elementy obudowy, wpływ takich elementów na wartość współczynnika $\mathbf{H_{tr,ie}}$ należy wyznaczać wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (*PN-EN ISO 13790:2009*)
- Określenie średniej miesięcznej temperatury wewnętrznej w przestrzeni nieogrzewanej z zyskami ciepła należy obliczać z bilansu strat i zysków ciepła, przy złożeniu, że współczynnik wykorzystania zysków ciepła jest równy 1.
W celu określenia, czy przestrzeń okresowo ogrzewana, w tym klatka schodowa, w n-tym miesiącu roku jest przestrzenią ogrzewaną albo przestrzenią nieogrzewaną, należy obliczyć w podany wyżej sposób średnią miesięczną temperaturę wewnętrzną w tej przestrzeni, przy czym:

1) jeżeli obliczona średnia miesięczna temperatura wewnętrzna jest *niższa* od temperatury określonej w przepisach techniczno-budowlanych, przestrzeń ta jest w n-tym miesiącu roku **przestrzenią ogrzewaną**,
2) jeżeli obliczona średnia miesięczna temperatura wewnętrzna jest *wyższa* od temperatury określonej w przepisach techniczno-budowlanych, przestrzeń ta jest w n-tym miesiącu roku **przestrzenią nieogrzewaną**.

→ Odniesienie do **PN-EN 12831:2006** ***Instalacje grzewcze w budynkach – Metoda obliczania obciążenia cieplnego.***

CAŁKOWITA PROJEKTOWA STRATA CIEPŁA PRZESTRZENI OGRZEWANEJ – podstawowe przypadki

➢ Całkowitą projektową stratę ciepła przestrzeni ogrzewanej (i) $\boldsymbol{\Phi_i}$, określa się wg wzoru (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 1):

$$\boldsymbol{\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}} \text{ [W]}$$

gdzie:

$\mathbf{\Phi_{T,i}}$ – *projektowana strata ciepła ogrzewanej przestrzeni* (i) *przez przenikanie* [W],

$\mathbf{\Phi_{V,i}}$ – *wentylacyjna strata ciepła ogrzewanej przestrzeni* (i) [W]

- Projektową stratę ciepła przez przenikanie $\boldsymbol{\Phi_{T,i}}$ [W] określa się wg wzoru (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 2):

$$\boldsymbol{\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)} \text{ [W]}$$

gdzie:

$\mathbf{H_{T,ie}}$ – *współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej* (i) *do otoczenia* (e) *przez obudowę budynku* [W/K]

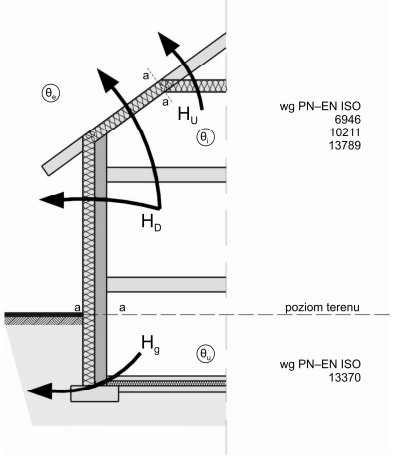
$\mathbf{H_{T,iue}}$ – *współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej* (i) *do otoczenia* (e) *przez przestrzeń nieogrzewaną* [W/K]

$\mathbf{H_{T,ig}}$ – *współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej* (i) *do gruntu* (g) *w warunkach ustalonych* [W/K]

$\mathbf{H_{T,ij}}$ – *współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej* (i) *do sąsiedniej przestrzeni* (j) *ogrzewanej do znacząco różnej temperatury, tzn. przyległej przestrzeni ogrzewanej w tej samej części budynku lub w przyległej części budynku* [W/K]

$\mathbf{\theta_{int,i}}$ – *projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej* (i) [°C]

θ_e – *projektowa temperatura zewnętrzna* (e) [°C]



$$H_T = H_D + H_g + H_U + H_A$$

gdzie:

H_D – *bezpośredni współczynnik przenoszenia ciepła między środowiskiem zewnętrznym i ogrzewanym wnętrzem przez obudowę budynku ponad powierzchnią terenu* [W/K],

H_g – *współczynnik przenoszenia ciepła gruntu w stanie ustalonym* [W/K],

H_U – *współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie przez przestrzenie nieogrzewane (nieklimatyzowane)* [W/K],

H_A – *współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie do budynku lub lokalu sąsiadującego o różniącej się temperaturze* [W/K].

(oznaczenia współczynników są zgodne z normą PN-EN 12831:2006 odpowiednio: H_D ($H_{T,ie}$), H_g ($H_{T,ig}$), H_U ($H_{T,iue}$), H_A ($H_{T,ij}$)

Rysunek 2. Schemat określania współczynnika strat ciepła przez przenikanie – źródło [4]

- **Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – współczynnik straty ciepła $H_{T,ie}$** [W/K]

Projektowy współczynnik straty ciepła przez przenikania z przestrzeni ogrzewanej (i) na zewnątrz (e) $H_{T,ie}$, zależy od wszystkich elementów budynku i liniowych mostków cieplnych oddzielających przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego takich jak ściany, podłogi, stropy, drzwi, okna, określa się wg wzoru (pkt 7., PN-EN 12831:2006, wzór 3):

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \Psi_i \cdot l_i \cdot e_i \ [\mathrm{W/K}]$$

gdzie:

A_k – *powierzchnia elementu budynku* (k) [m²]

U_k – *współczynnik przenikania ciepła przegrody* (k) [W/(m²·K)], *obliczany wg norm* PN-EN ISO 6946:2008, PN-EN ISO 10077-1:2008 *lub na podstawie zaleceń podanych w europejskich aprobatach technicznych*

e_k, e_i – *współczynniki korekcyjne ze względu na orientację, z uwzględnieniem wpływów klimatu; takich jak różne izolacje, absorpcja wilgoci przez elementy budynku, prędkość wiatru i temperatura powietrza, w przypadku gdy te wpływy nie zostały uwzględnione przy określaniu wartości współczynnika* U (PN-EN ISO 6946:2008); e_k, e_i powinny być określane na podstawie danych krajowych; w przypadku braku wartości krajowych wartości orientacyjne podano w zał. D.4.1. *normy* PN-EN 12831:2006 (e_k = **1,0**, e_i = **1,0**)

Ψ_i – *współczynnik przenikania ciepła liniowego mostka cieplnego* (i) [W/(m·K)]; *określany na podstawie* PN-EN ISO 14683:2008 *(ocena przybliżona), lub na podstawie obliczeń numerycznych w oparciu o* PN-EN ISO 10211:2008

l_i – *długość liniowego mostka cieplnego* (i) *między przestrzenią wewnętrzną a zewnętrzną* [m]

[komentarz z normy PN-EN 12831:2006]

Wartości stabelaryzowane Ψ_i podane w PN-EN ISO 14683:2008 stosuje się w obliczeniach wykonywanych w odniesieniu do całego budynku, a nie metodą pomieszczenie po pomieszczeniu. Proporcjonalny podział wartości Ψ_i pomiędzy pomieszczeniami pozostawia się do uznania projektanta instalacji.

W obliczenianiach nie uwzględnia się nieliniowych mostków cieplnych.

W obliczeniach linowych strat ciepła przez przenikanie może być stosowana metoda uproszczona (do obliczeń współczynnika przenikania ciepła U_{kc}), wg wzoru (pkt 7., PN-EN 12831:2006, wzór 4):

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{Tb}$$

gdzie:

U_{kc} – *skorygowany współczynnik przenikania ciepła elementu budynku* (k) *z uwzględnieniem liniowych mostków cieplnych* [W/(m²·K)]

U_k – *współczynnik przenikania ciepła przegrody* (k) [W/(m²·K)]

ΔU_{Tb} – *współczynnik korekcyjny w zależności od typu elementu budynku; wartości określane na podstawie tablic* D.3a, D.3b, D.3c *normy* PN-EN 12831:2006

- **Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną – współczynnik straty ciepła $H_{T,iue}$** [W/K]

W przypadku przestrzeni nieogrzewanej (u) między przestrzenią ogrzewaną (i) a otoczeniem (e), współczynnik projektowych strat ciepła przez przenikanie $H_{T,iue}$ z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia, oblicza się wg wzoru (pkt 7., PN-EN 12831:2006, wzór 5):

$$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum \Psi_i \cdot l_i \cdot b_u \ [\mathrm{W/K}]$$

gdzie:

b_u – *współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między temperaturą przestrzeni nieogrzewanej a projektową temperaturą zewnętrzną*

Współczynnik redukcyjny temperatury, b_u, może być określony jedną z następujących trzech metod:
I – w przypadku gdy temperatura przestrzeni nieogrzewanej, θ_u, w warunkach projektowych jest określona lub obliczona, b_u, oblicza się wg zależności (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 6):

$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u)/(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

II – w przypadku gdy θ_u jest nieznana, b_u, oblicza się wg zależności (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 7):

$$b_u = H_{ue}/(H_{iu} - H_{ue})$$

gdzie:
$\mathbf{H_{iu}}$ – *współczynnik strat ciepła z przestrzeni ogrzewanej (i) do przestrzeni nieogrzewanej (u)* [W/K], *z uwzględnieniem:*
- strat ciepła przez przenikanie (z przestrzeni ogrzewanej do przestrzeni nieogrzewanej);
- wentylacyjnych strat ciepła (strumień powietrza między przestrzenią ogrzewaną i nieogrzewaną);
$\mathbf{H_{ue}}$ – *współczynnik strat ciepła z przestrzeni nieogrzewanej (u) do otoczenia (e)* [W/K], *z uwzględnieniem*:
- strat ciepła przez przenikanie (do otoczenia do gruntu);
- wentylacyjnych strat ciepła (między przestrzenią nieogrzewaną o otoczeniem).

III – powołanie się na załącznik krajowy do PN-EN 12831:2006, w którym podano wartości b_u dla każdego przypadku – jeśli brak jest wartości krajowych, wartości orientacyjne podano w **D.4.2.**

- **Straty ciepła przez grunt – współczynnik straty ciepła $H_{T,ig}$** [W/K]

Strumień strat ciepła przez podłogi i ściany podziemia, stykające się pośredni lub bezpośrednio z gruntem, zależy od kliku czynników: powierzchnia i obwód płyty podłogowej, zagłębienie podłogi lub podziemia poniżej poziomu terenu oraz właściwości cieplne gruntu.
Na potrzeby normy PN-EN 12831:2006 strumień strat ciepła do gruntu może być obliczony wg PN-EN ISO 13370:2008:
- w sposób szczegółowy;
- lub w sposób uproszczony (opisany poniżej) – straty ciepła spowodowane mostkami cieplnymi nie są uwzględniane.

Współczynnik projektowy strat ciepła przez przenikanie w stanie ustalonym, $H_{T,ig}$, z przestrzeni ogrzewanej (i) do gruntu (g) oblicza się wg wzoru (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 8):

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \text{ [W/K]}$$

gdzie:
f_{g1} – *współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ rocznych wahań temperatury zewnętrznej; współczynnik powinien być określany na podstawie danych krajowych; w przypadku braku wartości krajowych – wartości orientacyjne podano* **w D.4.3** PN-EN 12831:2006;
f_{g2} – *współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między średnią roczną temperaturą zewnętrzną i projektową temperaturą zewnętrzną, określony wg zależności:*

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e})/(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

A_k – *powierzchnia elementu budynku (k) stykająca się z gruntem* [m²];
$U_{equiv,k}$ – *równoważny współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k)* [W/(m²·K)], *określony wg schematu podłóg* (**rys. 3÷6**, **tab. 4÷7** PN-EN 12831:2006);
G_w – *współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ wody gruntowej; jeżeli odległość między zakładanym poziomem wody gruntowej a poziomem podłogi podziemia (płyty podłogowej) jest mniejsza od 1m, wpływ ten powinien być uwzględniony; współczynnik ten powinien być obliczany wg PN-EN ISO 13370:2008 lub określony na podstawie danych krajowych; w przypadku braku danych – wartości orientacyjne podano* **w D.4.3** PN-EN 12831:2006.

Wartości $U_{equiv,k}$ [W/(m²·K)] podano (**rys.3÷6**, **tab. 4÷7** PN-EN 12831:2006) w odniesieniu do różnych schematów podłóg wyszczególnionych w PN-EN ISO 13370:2008, w funkcji **U** [W/(m²·K)] elementu budynku i wymiaru charakterystycznego podłogi **B'** [m]; założono, że wartość współczynnika przewodzenia ciepła gruntu λ_g = 2,0 W/(m·K), nie uwzględniono wpływu izolacji bocznej.
Wymiar charakterystyczny podłogi **B'** [m] określa się wg wzoru (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 9):

$$B' = A_g/(0{,}5 \cdot P)$$

gdzie:
$\mathbf{A_g}$ – *powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej* [m²]; *w odniesieniu do całego budynku* $\mathbf{A_g}$ *jest całkowitą powierzchnią parteru; w odniesieniu do części budynku, tzn. pojedynczego budynku w zabudowie szeregowej (bliźniaczej)* $\mathbf{A_g}$ *jest powierzchnią rozpatrywanego parteru;*
P – *obwód rozpatrywanej płyty podłogi* [m]; *w odniesieniu do całego budynku* **P** *jest całkowitym obwodem budynku; w odniesieniu do części budynku, tzn. pojedynczego budynku w zabudowie szeregowej (bliźniaczej)* **P** *odpowiada jedynie długości ścian zewnętrznych oddzielających rozpatrywaną przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego.*
Wg PN-EN ISO 13370:2008 parametr **B'** [m] jest obliczany w odniesieniu do całego budynku; w przypadku stosowania metody pomieszczenie po pomieszczeniu, **B'** [m], powinien być określany w odniesieniu do każdego pomieszczenia w jeden z trzech sposobów:

I – w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń bez ścian zewnętrznych oddzielających rozpatrywaną przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego stosuje się wartość **B'** [m] obliczoną w odniesieniu do całego budynku;
II – w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń z dobrze izolowaną podłogą ($U_{podłogi}$ < 0,5 W/(m² ·K)), stosuje się wartość **B'** [m] obliczoną w odniesieniu do całego budynku;
III – w odniesieniu do innych pomieszczeń oblicza się oddzielnie wartość **B'** [m] metodą pomieszczenie po pomieszczeniu (obliczenie bezpieczne).

1. Płyta podłogowa na poziomie terenu (**rys. 3, tab. 4**)
2. Podziemie ogrzewane z płytą podłogową poniżej poziomu terenu (**rys. 4÷5, tab. 5÷6**)
3. Podziemie nieogrzewane
4. Podłoga podniesiona

- **Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanymi do różnych wartości temperatury – współczynnik straty ciepła** $H_{T,ij}$ [W/K]

Współczynnik straty ciepła $H_{T,ij}$ [W/K], wyraża ciepło przekazane przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do sąsiedniej przestrzeni (j) ogrzewanej do znacząco innej temperatury; może być to przyległe pomieszczenie w tej samej części budynku (np. łazienka, pokój do badań lekarskich, pomieszczenie magazynowe), pomieszczenie należące do przyległej części budynku (np. mieszkanie) lub pomieszczenie należące do przyległego budynku, które może być nieogrzewane; określa się wg zależności (pkt **7.**, PN-EN 12831:2006, wzór 10):

$$H_{T,ij} = \sum f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \ [\mathrm{W/K}]$$

gdzie:
f_{ij} – *współczynnik korekcyjny temperatury uwzględniający różnicę temperatury przyległej przestrzeni i projektowej temperatury zewnętrznej, określany wg wzoru*:

$$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_{przyległej\ przestrzeni}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

w przypadku braku krajowych wartości temperatury przyległych przestrzeni ogrzewanych, wartości orientacyjne podano w **D.4.4** PN-EN 12831:2006; w załączniku krajowym do PN-EN 12831:2006, w rozdziale odpowiadającym **D.4.4** mogą być uwzględnione informacje o wpływie pionowego gradientu temperatury;
A_k – *powierzchnia elementu budynku* (k) [m²];
U_k – *współczynnik przenikania ciepła elementu budynku* (k) [W/(m² ·K)].

- Całkowita ilość ciepła przenoszona ze strefy ogrzewanej przez wentylację w n-tym miesiącu roku $Q_{ve,s,n}$ wyznacza się wg wzoru (pkt **5.2.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 56):

$$Q_{ve,s,n} = H_{ve,s} \cdot (\theta_{int,s,H} - \theta_{e,n}) \cdot t_M \cdot 10^{-3} \ [\mathrm{kWh/m\text{-}c}]$$

gdzie:
$H_{ve,s}$ – *współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację ze strefy ogrzewanej* [W/K], określane wg wzoru (pkt **5.2.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 57):

$$H_{ve,s} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum b_{ve,k} \cdot V_{ve,k,n} \ [\mathrm{W/K}]$$

gdzie:
$\rho_a \cdot c_a$ – *pojemność cieplna powietrza* (równa jest 1200) [J/(m³ ·K)];
$b_{ve,k}$ – *czynnik korekty temperatury dla strumienia powietrza zewnętrznego* [-];
$V_{ve,k,n}$ – *uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego* k *w strefie ogrzewanej* [m³/s]; *wyznaczony zgodnie* z pkt. 5.5.1. *albo* wg PN-EN ISO 13790:2009; identyfikator strumienia powietrza zewnętrznego:
k = 1 – w przypadku podstawowego strumienia powietrza zewnętrznego w okresie użytkowania budynku
k = 2 – w przypadku dodatkowego strumienia powietrza zewnętrznego w okresie użytkowania budynku, zależnego od rodzaju wentylacji i szczelności budynku
k = 3 – w przypadku podstawowego strumienia powietrza zewnętrznego w okresie, kiedy budynek nie jest użytkowany
k = 4 – w przypadku dodatkowego strumienia powietrza zewnętrznego w okresie, kiedy budynek nie jest użytkowany, zależnego od rodzaju wentylacji i szczelności budynku
$\theta_{int,s,H}$ – *średnia temperatura wewnętrzna w strefie ogrzewanej wyznaczona* wg PN-EN ISO 13790:2009, *(wartości temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach strefy ogrzewanej przyjmuje się zgodnie z przepisami techniczno-użytkowymi* – W.T.) [°C]
$\theta_{e,n}$ – *średnia miesięczna temperatura powietrza zewnętrznego wg danych klimatycznych z najbliższej względem lokalizacji budynku stacji meteorologicznej podawanych w Biuletynie Informacji Publicznej urzędu obsługującego ministra właściwego do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa* [°C]
t_M – *liczba godzin w miesiącu* [h]

Uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego k w strefie ogrzewanej $V_{ve,k,n}$ [m³/s] w odniesieniu do wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej wywiewnej wyznacza się wg wzoru (pkt **5.5.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 68):

$$\mathbf{V_{ve,k,n} = V_{ve,1,s} \cdot A_{f,s}} \ [m^3/s]$$

gdzie:

$\mathbf{V_{ve,1,s}}$ – *podstawowy strumień powietrza zewnętrznego w okresie użytkowania budynku odniesiony do powierzchni strefy ogrzewanej* [$m^3/(s \cdot m^2)$] – (tabele **23-25** załącznik 1 do rozporządzenia)

$\mathbf{A_{f,s}}$ – *powierzchnia strefy ogrzewanej* [m^2]

Średni dodatkowy strumień powietrza zewnętrznego infiltrującego przez nieszczelności, spowodowany działaniem wiatru i wyporu termicznego w pomieszczeniach w przypadku wentylacji grawitacyjnej i w przypadku wyłączonej wentylacji mechanicznej $\mathbf{V_{inf}}$ wyznacza się w następujący sposób:

1) na podstawie wyników próby szczelności budynku (pkt **5.5.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 69):

$$\mathbf{V_{inf} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V/3600} \ [m^3/s]$$

2) przy braku próby szczelności budynku (pkt **5.5.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 70):

$$\mathbf{V_{inf} = n \cdot V/3600} \ [m^3/s]$$

gdzie:

$\mathbf{n_{50}}$ – *krotność wymiany powietrza w budynku zmierzona przy różnicy ciśnienia* 50 Pa [1/h];

V – *kubatura strefy ogrzewanej* [m^3];

n – *krotność wymiany powietrza w budynkach spowodowana infiltracją powietrza przez nieszczelności obudowy budynku w warunkach eksploatacyjnych*; **n=0,2** – *w budynkach wzniesionych po 1995 roku oraz w budynkach wzniesionych wcześniej, w których po 1995 roku wymienione zostały okna i drzwi balkonowe*; **n=0,3** – w budynkach innych niż przy n=0,2 [1/h]

Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego w okresie użytkowania budynku odniesiony do powierzchni strefy ogrzewanej $\mathbf{V_{ve,1,s}}$ [$m^3/(s \cdot m^2)$] w budynkach wyposażonych w wentylację nawiewno-wywiewną wyznacza się wg wzoru (pkt **5.5.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 70):

$$\mathbf{V_{ve,1,s} = r_n \cdot V_{ve,1,s,n}} \ [m^3/s]$$

gdzie:

$\mathbf{r_n}$ – *stopień zmniejszenia strumienia powietrza zewnętrznego w n-tym miesiącu roku* [-];

W przypadku wentylacji nawiewno-wywiewnej działającej ze stałym strumieniem powietrza zewnętrznego wartość $\mathbf{r_n = 1}$. Natomiast w przypadku wentylacji działającej z regulowanym ręcznie lub automatycznie strumieniem powietrza zewnętrznego wartość $\mathbf{r_n}$ ustala się z uwzględnieniem sposobu regulacji tego strumienia oraz sposobu użytkowania strefy budynku obsługiwanej przez wentylację nawiewno-wywiewną. W przypadku braku takich danych przyjmuje się wartość $\mathbf{r_n = 0,75}$. Jest to jednak wartość niezgodna z dotychczas obowiązującymi zasadami redukcji strumienia wentylacji dla pomieszczeń mieszkalnych, które umożliwiają zmniejszenie strumienia wentylacyjnego do 60% wymaganej wymiany od godz. 22.00 do 6.00. Oznacza to, że $\mathbf{r_n = 0,86}$, a nie, jak proponuje metodologia $\mathbf{r_n = 0,75}$.

$\mathbf{V_{ve,1,s,n}}$ – *strumień powietrza zewnętrznego odpowiadający przyjętemu w budowlanej dokumentacji technicznej sposobowi użytkowania strefy budynku obsługiwanej przez wentylację nawiewno-wywiewną* [m^3/s].

[komentarz do rozporządzenia „metodologia"]

Wartości podstawowego strumienia powietrza zewnętrznego w okresie użytkowania budynku odniesione do powierzchni strefy ogrzewanej $\mathbf{V_{ve,1,s}}$ np. w budynku mieszkalnym wielorodzinnym wyposażonym w wentylację grawitacyjną lub wentylację mechaniczną wywiewną lub w lokalu mieszkalnym w takim budynku określono w metodologii (tabela **23**) w odniesieniu do:

1. Lokali mieszkalnych w przypadku wentylacji:

a) ciągłej – $0,32 \cdot 10^{-3}$ $m^3/(s \cdot m^2)$

b) mechanicznej z osłabieniem nocy – $0,28 \cdot 10^{-3}$ $m^3/(s \cdot m^2)$

2. Klatki schodowe w budynkach wybudowanych przed 1990 r., w których nie przewidziano termomodernizacji:

a) bez wiatrołapu – $0,43 \cdot 10^{-3}$ $m^3/(s \cdot m^2)$

b) z wiatrołapem – $0,22 \cdot 10^{-3}$ $m^3/(s \cdot m^2)$

3. Klatki schodowe w budynkach innych niż wymienione w lp. 2:

a) bez wiatrołapu – $0,22 \cdot 10^{-3}$ $m^3/(s \cdot m^2)$

b) z wiatrołapem – $0,07 \cdot 10^{-3}$ $m^3/(s \cdot m^2)$

Tabela *Wartość wymiany powietrza w lokalach o różnej powierzchni obliczone zgodnie z metodologią*

Parametr	Wartości		
Powierzchnia lokalu mieszkalnego [m^2]	30	45	75
Kubatura pomieszczeń [m^3]	81	121,5	202,5
Wymagania higieniczne [m^3]	100		
Nocne obniżenie intensywności wentylacji w godz. 22 do 6 do 60% wymaganej wymiany	0,86		
Minimalna wymiana ze względów higienicznych [m^3/h]	86		
Minimalna wymiana ze względów higienicznych [$m^3/(s \cdot m^2)$] $\cdot 10^{-3}$	0,80	0,53	0,32
Krotność wymiany ze względu na wymagania higieniczne	1,06	0,71	0,42
Wartości $\mathbf{V_{ve,1,s}}$ [$m^3/(s \cdot m^2)$] $\cdot 10^{-3}$	0,28		

W związku z przedstawionymi wartościami w tabeli można sformułować następujące wnioski:
- projektowanie ze względu na wymagania higieniczne nie ma nic wspólnego z projektowaną charakterystyką energetyczną budynku,
- budynek spełniający nadrzędne wymagania higieniczne będzie zużywać więcej energii, niż to będzie wynikać ze sporządzonej na podstawie metodologii – charakterystyki energetycznej budynku.

- Całkowite zyski ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku $Q_{H,gn,s,n}$ [kwh/m-c] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.2.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 58):

$$Q_{H,gn,s,n} = Q_{sol,H} + Q_{int,H} \text{ [kwh/m-c]}$$

gdzie:
$Q_{sol,H}$ – *miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe lub powierzchnie oszklone* [kwh/m-c]
$Q_{int,H}$ – *miesięczne wewnętrzne zyski ciepła* [kwh/m-c]

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe lub powierzchnie oszklone $Q_{sol,H}$ [kwh/m-c] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.2.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 59):

$$Q_{sol,H} = \sum C_i \cdot A_i \cdot I_i \cdot F_{sh,gl} \cdot F_{sh} \cdot g_{gl} \text{ [kwh/m-c]}$$

gdzie:
C_i – *udział pola powierzchni oszklenia do całkowitego pola powierzchni okna (wartość średnia równa jest 0,7)* [-];
A_i – *pole powierzchni okna, drzwi balkonowych lub powierzchni oszklonej w świetle otworu w przegrodzie* [m²]
I_i – *energia promieniowania słonecznego padająca w danym miesiącu na płaszczyznę, w której usytuowane jest okno, drzwi balkonowe lub powierzchnia oszklona, według danych klimatycznych z najbliższej względem lokalizacji budynku stacji meteorologicznej podawanych w Biuletynie Informacji Publicznej urzędu obsługującego ministra właściwego do spraw budownictwa, lokalnego planowania i zagospodarowania przestrzennego oraz mieszkalnictwa* [kWh/(m² m-c)];
$F_{sh,gl}$ – *czynnik redukcyjny ze względu na zacienienie dla ruchomych urządzeń zacieniających wyznaczony wg normy* PN-EN ISO 13790:2009 (pkt. 11.4.3., zał. G) [-]
F_{sh} – *czynnik redukcyjny ze względu na zacienienie od przegród zewnętrznych wyznaczony wg normy* PN-EN ISO 13790:2009 (pkt. 11.4.4., zał. G) [-]
g_{gl} – *całkowita przepuszczalność energii promieniowania słonecznego dla przezroczystej części okna, drzwi balkonowych lub powierzchni oszklonych wyznaczony wg normy* PN-EN ISO 13790:2009 (tablica G.2.) [-]

Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez specjalne elementy obudowy budynku, takie jak elementy z izolacją transparentną, wentylowane ściany słoneczne, wentylowane elementy obudowy i przyległe przestrzenie słoneczne wyznacza się wg *normy* PN-EN ISO 13790:2009.

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int,H}$ [kwh/m-c] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.2.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 60):

$$Q_{int,H} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3} \text{ [kwh/m-c]}$$

gdzie:
q_{int} – *obciążenie cieplne pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła* – (tabela **26** załącznik 1 do rozporządzenia) [W/m²];
A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze (powierzchnia ogrzewana*) – użytkowa)* [m²];
t_M – *liczba godzin w miesiącu* [h].

[podsumowanie dotyczące *określenia zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji* $Q_{H,nd}$]

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w strefie ogrzewanej $Q_{H,nd,s}$ wyznacza się wg wzoru:

$$Q_{H,nd,s} = \sum Q_{H,nd,s,n} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$$Q_{H,nd,s,n} = Q_{H,ht,s,n} - \eta_{H,gn,s,n} \cdot Q_{H,gn,s,n} \text{ [kWh/m-c]}$$

$Q_{H,nd,s,n}$ – *zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku (uwzględnia się wartości większe od 0)* [kWh/m-c]
$Q_{H,ht,s,n}$ – *całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]
$\eta_{H,gn,s,n}$ – *współczynnik wykorzystania zysków ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku wyznaczony wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (PN-EN ISO 13790:2009)* [-]
$Q_{H,gn,s,n}$ – *całkowite zyski ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]

3.2. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej $Q_{W,nd}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 61):

$$Q_{W,nd} = V_{wi} \cdot A_f \cdot c_W \cdot \rho_W \cdot (\theta_W - \theta_0) \cdot k_R \cdot t_R \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

V_{wi} – *jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na c.w.u.* *) (tabela **27** załącznik 1 do rozporządzenia) [$dm^3/(m^2 \cdot dzień)$];
A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze (powierzchnia ogrzewana*** *– użytkowa)* [m^2];
c_W – *ciepło właściwe wody* (c_W = 4,19 kJ/kg·K);
ρ_W – *gęstość wody* (ρ_W = 1 kg/dm^3);
θ_W – *obliczeniowa temperatura c.w.u. w zaworze czerpalnym* (θ_W = 55°C);
θ_0 – *obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem* (θ_0 = 10°C);
k_R – *współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u.*** (tabela **27** załącznik 1 do rozporządzenia) [-];
t_R – liczba dni w roku [dzień].
*) należy przyjąć wartości określone w (tabela **27** załącznik 1 do rozporządzenia), a w przypadku ich braku – dane określone na podstawie dokumentacji budowlanej
) należy przyjąć wartości określone w (tabela **27 załącznik 1 do rozporządzenia), a w przypadku braku takich danych k_R wyznacza się jako stosunek liczby dni użytkowania c.w.u. do liczby dni w roku t_R.

3.3. Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia $Q_{C,nd}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 62):

$$Q_{C,nd} = \sum Q_{C,nd,z} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:
$Q_{C,nd,z}$ – *zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia w strefie chłodzonej (w przypadku chłodzenia z przerwami lub z osłabieniem należy wyznaczać wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (PN-EN ISO 13790:2009)* [kWh/rok]
z – *liczba stref chłodzonych*
Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia w strefie chłodzonej $Q_{C,nd,z}$ [kWh/rok] w przypadku chłodzenia ciągłego wyznacza się wg wzoru (pkt **5.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 63):

$$Q_{C,nd,z} = \sum Q_{C,nd,z,n} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie (pkt **5.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 64):

$$Q_{C,nd,z,n} = Q_{C,gn,z,n} - \eta_{C,ln,z,n} \cdot Q_{C,ht,z,n} \text{ [kWh/m-c]}$$

gdzie:
$Q_{C,nd,z,n}$ – *zapotrzebowanie na ciepło do chłodzenia w strefie chłodzonej w n-tym miesiącu roku (uwzględnia się wartości większe od 0)* [kWh/m-c]
$Q_{C,gn,z,n}$ – *całkowite zyski ciepła w strefie chłodzonej w n-tym miesiącu roku* [kWh/m-c]
$\eta_{C,ln,z,n}$ – *bezwymiarowy czynnik wykorzystania strat ciepła w strefie chłodzonej w n-tym miesiącu roku wyznaczony wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (PN-EN ISO 13790:2009) [-]*
$Q_{C,ht,z,n}$ – *całkowita ilość ciepła przenoszona przez przenikanie i wentylację w strefie chłodzonej w n-tym miesiącu roku (wyznacza się zgodnie z pkt **5.2.3.** załącznik **1** rozporządzenia)*

Całkowite miesięczne zyski ciepła $Q_{C,gn,z,n}$ [kWh/m-c] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 65):

$$Q_{C,gn,z,n} = Q_{sol,C} + Q_{int,C} \text{ [kwh/m-c]}$$

gdzie:
$Q_{sol,C}$ – *miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego przez okna, drzwi balkonowe i powierzchnie oszklone (wyznacza się zgodnie z pkt **5.2.4.1.** załącznik **1** rozporządzenia)* [kwh/m-c]
$Q_{int,C}$ – *miesięczne wewnętrzne zyski ciepła w strefie chłodzonej* [kwh/m-c]

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła w strefie chłodzonej $Q_{int,C}$ [kwh/m-c] wyznacza się wg wzoru (pkt **5.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 66):

$$Q_{int,H} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3} \text{ [kwh/m-c]}$$

gdzie:
q_{int} – *obciążenie cieplne pomieszczeń strefy chłodzonej wewnętrznymi zyskami ciepła* – (tabela **26** załącznik 1 do rozporządzenia) [W/m^2]; *w przypadku braku tych danych wyznaczone wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (PN-EN ISO 13790:2009)*
A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze (powierzchnia chłodzona – użytkowa)* [m^2];
t_M – *liczba godzin w miesiącu* [h].

4. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych Q_k [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 14):

$$Q_k = Q_{k,H} + Q_{k,W} + Q_{k,C} + Q_{k,L} + E_{el,pom} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:
$Q_{k,H}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego* [kWh/rok]
$Q_{k,W}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej* [kWh/rok]
$Q_{k,C}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]
$Q_{k,L}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia (nie wyznacza się dla budynków mieszkalnych i lokali mieszkalnych)* [kWh/rok]
$E_{el,pom}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla systemów technicznych* [kWh/rok]

4.1. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu grzewczego $Q_{k,H}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.2.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 14):

$$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / \eta_{H,tot} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:
$Q_{H,nd}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji* [kWh/rok]
$\eta_{H,tot}$ – *średnia sezonowa sprawność całkowita systemu grzewczego* [-] (wzór **16**, tabela **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7**, **8** – załącznik 1 do rozporządzenia)

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s} \text{ [-]}$$

$\eta_{H,g}$ – *średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła* [-] (tabela **2** załącznik 1 do rozporządzenia), w zależności od źródła ciepła; przyjmuje się w oparciu o dane udostępnione przez producenta lub dostawcę źródła ciepła; w budynkach, w których zostały przeprowadzone kontrole okresowe, polegające na sprawdzeniu stanu technicznego kotłów, wartość $\eta_{H,g}$ powinna zostać określona na podstawie wyników tych kontroli; natomiast w przypadku braku takich danych przyjmuje się wartości $\eta_{H,g}$ określone w tabeli 2
$\eta_{H,e}$ – *średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej* [-] (wzór **17**, tabela **3** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{H,d}$ – *średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej* [-] (wzór **18**, **19**, **20**, **21** oraz tabela **4**, **5**, **6** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{H,s}$ – *średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu grzewczego*[-] (wzór **22**, **23** oraz tabela **7**, **8** załącznik 1 do rozporządzenia)

4.2. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania c.w.u. $Q_{k,W}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 24):

$$Q_{k,W} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:
$Q_{W,nd}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej* [kWh/rok]
$\eta_{W,tot}$ – *średnia sezonowa sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej* [-] (wzór **25**, tabela **9**, **10**, **11**, **12**, **13**, **14** załącznik 1 do rozporządzenia)

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,e} \text{ [-]}$$

$\eta_{W,g}$ – *średnia roczna sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczonych do źródła ciepła* [-] (tabela **9** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{W,d}$ – *średnia roczna sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do zaworów czerpalnych* [-] (wzór **26**, **27**, **28** oraz tabela **10**, **11**, **12** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{W,s}$ – *średnia roczna sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu przygotowania c.w.u.* [-] (wzór **29**, **30** oraz tabela **13**, **14** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{W,e}$ – *średnia roczna sprawność wykorzystania ciepła* [-] ***(przyjmuje się 1,0)***

4.3. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia $Q_{k,C}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 31):

$$Q_{k,C} = Q_{C,nd} / \eta_{C,tot} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:
$Q_{C,nd}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia* [kWh/rok]
$\eta_{C,tot}$ – *średnia sezonowa sprawność całkowita systemu chłodzenia* [-] (wzór **32**, **33**, **34** oraz tabela **15**, **16**, **17**, **18**, **19** załącznik 1 do rozporządzenia)

$$\eta_{C,tot} = SEER \cdot \eta_{C,s} \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,e} \text{ [-]}$$

gdzie:
SEER – *średni sezonowy współczynnik efektywności energetycznej wytwarzania chłodu z nosnika energii lub energii dostarczonych do źródła chłodu SEER* [-] (wzór **33**, **34** oraz tabela **15**, **16** załącznik 1 do rozporządzenia),

$\eta_{C,s}$ – *średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia* [-] (tabela **17** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{C,d}$ – *średnia sezonowa sprawność przesyłu chłodu ze źródła chłodu do przestrzeni chłodzonej* [-] (tabela **18** załącznik 1 do rozporządzenia),
$\eta_{C,e}$ – *średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej* [-] (tabela **19** załącznik 1 do rozporządzenia),

4.4. Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{k,L}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.5.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 35):

$$Q_{k,L} = LENI \cdot A_L \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:
LENI – *liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony wg PN dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia (PN-EN ISO 13790:2009)* [kWh/(m² rok)]
A_L – *powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia równa powierzchni przyjętej do obliczeń wskaźnika* LENI [m²]
Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznacza się wg wzoru (*pkt **4.2.**, PN-EN 15193:2010 , wzór 10*):

$$LENI = W / A_L \text{ [kWh/(m² rok)]}$$

gdzie:
W – *całkowita roczna energia zużyta do oświetlenia* [kWh/rok]
A_L – *całkowite użytkowe pole powierzchni podłogi budynku* [m²]

Całkowitą energię zużytą do oświetlenia przez okres t wyznacza się wg wzoru (*pkt **4.1.2.**, PN-EN 15193:2010 , wzór 9*):

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \text{ [kWh]}$$

gdzie:
$W_{L,t}$ – *oszacowana energia oświetlenia wymagana do spełnienia funkcji i celów oświetlenia w budynku przez okres t* [kWh]
$W_{P,t}$ – *oszacowana energia pasożytnicza wymagana do dostarczenia energii ładowania dla oświetlenia awaryjnego i energii czuwania dla sterowania oświetleniem budynku przez okres t* [kWh]

Oszacowaną energię oświetlenia wymaganą do spełnienia funkcji i celów oświetlenia w budynku wyznacza się wg wzoru (*pkt **4.1.1.**, PN-EN 15193:2010 , wzór 7*):

$$W_{L,t} = \Sigma\{(P_n \cdot F_c) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)]\} / 1000 \quad \text{[kWh]}$$

gdzie:
P_n – *moc wszystkich opraw oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie* [W];
F_c – *współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego; (załącznik E, PN-EN 15193:2010)*
t_D - *czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h];*
F_o - *współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy; (załącznik D, PN-EN 15193:2010)*
F_D - *współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, (załącznik C, PN-EN 15193:2010)*
t_N - *czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h].*

Oszacowaną energię pasożytniczą wymaganą do dostarczenia energii ładowania dla oświetlenia awaryjnego i energii czuwania dla sterowania oświetleniem budynku przez okres t wyznacza się wg wzoru (*pkt **4.1.1.**, PN-EN 15193:2010 , wzór 8*):

$$W_{P,t} = \Sigma\{\{P_{pc} \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} + (P_{em} \cdot t_{em})\} / 1000 \quad \text{[kWh]}$$

gdzie:
P_{pc} – *moc wejściowa wszystkich systemów sterujących w oprawach oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie, gdy lampy nie działają* [W];
t_y - *czas przyjęty do określenia jednego roku standardowego wynosi 8760 h;*
t_D - *czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h];*
t_N - *czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h].*
P_{em} – *moc wejściowa ładowania wszystkich opraw do oświetlenia awaryjnego w pomieszczeniu lub strefie* [W];
t_{em} - *czas funkcjonowania podczas ładowania akumulatorów do oświetlenia awaryjnego [h].*
We wzorze $W_{P,t}$ nie uwzględnia się mocy zużywanej przez centralny system akumulatorów oświetlenia awaryjnego.

Tabela *Maksymalne wartości wskaźników zużycia energii elektrycznej na oświetlenie (wg zał. F normy PN-EN 15193:2010)*

Wartości porównawcze i kryteria projektowania oświetlenia w budynkach[1)]								
Rodzaj budynku	**Klasa jakości[2)]**	**P_{em}**	**P_{pc}**	**P_N**	**Bez cte natężenia oświetlenia**		**Z cte natężenia oświetlenia**	
					LENI	**LENI**	**LENI**	**LENI**
					Wartość graniczna		**Wartość graniczna**	
					Ręczne	**Auto**	**Ręczne**	**Auto**
		[kWh/m² rok]	**[kWh/m² rok]**	**[W/m²]**	**[kWh/m² rok]**		**[kWh/m² rok]**	
Biuro	*	1	5	15	42,1	35,3	38,3	32,2
	**	1	5	20	54,6	45,5	49,6	41,4
	***	1	5	25	67,1	55,8	60,8	50,6
Szkoła	*	1	5	15	34,9	27,0	31,9	24,8
	**	1	5	20	44,9	34,4	40,9	31,4
	***	1	5	25	54,9	41,8	49,9	38,1
Szpital	*	1	5	15	70,6	55,9	63,9	50,7
	**	1	5	25	115,6	91,1	104,4	82,3
	***	1	5	35	160,6	126,3	144,9	114,0
Restauracja	*	1	5	10	29,8	–	27,1	–
	**	1	5	25	67,1	–	60,8	–
	***	1	5	35	92,1	–	83,3	–
Sportowo-rekreacyjny	*	1	5	10	43,7	41,7	39,7	37,9
	**	1	5	20	83,7	79,7	75,7	72,1
	***	1	5	30	123,7	117,7	111,7	106,3
Handlowo-usługowy	*	1	5	15	78,1	–	70,6	–
	**	1	5	25	128,1	–	115,6	–
	***	1	5	35	178,1	–	160,6	–

gdzie:
cte – system stałej kontroli wartości natężenia oświetlenia
Ręczne – ręczny system sterowania oświetleniem
Auto – automatyczny system sterowania oświetleniem
[2)] Klasy jakości:
** – podstawowe spełnienie wymagań,*
*** – dobre spełnienie wymagań,*
**** – pełne spełnienie wymagań.*

Tabela *Roczne uśrednione czasy użytkowania oświetlenia w budynku*

Lp.	**Typ budynku**	**Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a**		
		t_D	**t_N**	**t_O**
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitale	3000	2000	5000
4	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000

Tabela *Wpływ światła dziennego w budynkach ze sterowaniem*

Lp.	**Typ budynku**	**Rodzaj regulacji**	**F_D**
1	Biura, budynki sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
4		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Uwaga – Założono, że co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

Tabela *Wpływ obecności dla budynków ze sterowaniem*

Lp.	**Typ budynku**	**Rodzaj regulacji[1)]**	**F_O**
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Budynki sportowo-rekreacyjne,	Ręczna	1.0
4	Szpitale	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

4.5. Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych $E_{el,pom}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.6.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 36):

$$E_{el,pom} = E_{el,pom,H} + E_{el,pom,W} + E_{el,pom,C} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$E_{el,pom,H}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania* [kWh/rok]

$E_{el,pom,W}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]

$E_{el,pom,C}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania $E_{el,pom,H}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.6.2.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 37):

$$E_{el,pom,H} = \sum q_{el,H,i} \cdot t_{el,i} \cdot A_f \cdot 10^{-3} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$q_{el,H,i}$ – *zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania* [W/m^2] (tabela **20** załącznik 1 do rozporządzenia)

$t_{el,i}$ – *czas działania i-tego urządzenia pomocniczego w systemie ogrzewania w ciągu roku* [h/rok] (tabela **20** załącznik 1 do rozporządzenia)

A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)* [m^2]

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $E_{el,pom,W}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.6.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 38):

$$E_{el,pom,W} = \sum q_{el,W,j} \cdot t_{el,j} \cdot A_f \cdot 10^{-3} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$q_{el,W,j}$ – *zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej* [W/m^2] (tabela **20** załącznik 1 do rozporządzenia)

$t_{el,j}$ – *czas działania i-tego urządzenia pomocniczego w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej w ciągu roku* [h/rok] (tabela **20** załącznik 1 do rozporządzenia)

A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)* [m^2]

Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia $E_{el,pom,C}$ [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **4.1.6.4.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 39):

$$E_{el,pom,C} = \sum q_{el,C,k} \cdot t_{el,k} \cdot A_f \cdot 10^{-3} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$q_{el,C,k}$ – *zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu i-tego urządzenia pomocniczego w systemie chłodzenia* [W/m^2] (tabela **20** załącznik 1 do rozporządzenia)

$t_{el,k}$ – *czas działania i-tego urządzenia pomocniczego w systemie chłodzenia w ciągu roku* [h/rok] (tabela **20** załącznik 1 do rozporządzenia)

A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana)* [m^2]

Zasady przyjmowania wartości q_{el}, t_{el} podano w **4.1.6.5.** załącznik **1** do rozporządzenia.

5. ROCZNE ZAPOTRZEBOWANIE NA NIEODNAWIALNĄ ENERGIĘ PIERWOTNĄ dla systemów technicznych Q_P [kWh/rok] wyznacza się wg wzoru (pkt **3.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 4):

$$Q_p = Q_{p,H} + Q_{p,W} + Q_{p,C} + Q_{p,L} \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

$Q_{p,H}$ – *roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu grzewczego* [kWh/rok]

$$Q_{p,H} = Q_{k,H} \cdot w_H + E_{el,pom,H} \cdot w_{el} \text{ [kWh/rok]}$$

$Q_{p,W}$ – *roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]

$$Q_{p,W} = Q_{k,W} \cdot w_W + E_{el,pom,W} \cdot w_{el} \text{ [kWh/rok]}$$

$Q_{p,C}$ – *roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]

$$Q_{p,C} = Q_{k,C} \cdot w_C + E_{el,pom,C} \cdot w_{el} \text{ [kWh/rok]}$$

$Q_{p,L}$ – roczne *zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia (nie wyznacza się dla budynków mieszkalnych i lokali mieszkalnych)* [kWh/rok]

$$Q_{p,L} = Q_{k,L} \cdot w_{el} \text{ [kWh/rok]}$$

$Q_{k,H}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego* [kWh/rok]
$Q_{k,W}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]
$Q_{k,C}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]
$Q_{k,L}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia (nie wyznacza się dla budynków mieszkalnych i lokali mieszkalnych)* [kWh/rok]
w_i – *współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie*:
- *nośnika energii lub energii dla systemu ogrzewczego* (w_H),
- *nośnika energii lub energii dla systemu przygotowania c.w.u.* (w_W),
- *nośnika energii lub energii dla systemu chłodzenia* (w_C),
- *energii elektrycznej* (w_{el}).

Wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych w_i przyjmuje się w oparciu o dane udostępnione przez dostawcę tego nośnika energii lub energii; w przypadku braku takich danych przyjmuje się wartości współczynnika w_i określone wg (tabela 1 załącznik 1 do rozporządzenia)

Tabela *Wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii dla systemów technicznych* w_i

l.p.	Sposób zasilania budynku w energię	Rodzaj nośnika energii lub energii	w_i [-]
1	Miejscowe wytwarzanie energii w budynku	Olej opałowy	1,10
2		Gaz ziemny	
3		Gaz płynny	
4		Węgiel kamienny	
5		Węgiel brunatny	
6	Ciepło sieciowe z kogeneracji	Węgiel kamienny lub gaz*)	0,80
7		Biomasa, biogaz	0,15
8	Ciepło sieciowe z ciepłowni lokalnej	Węgiel kamienny	1,30
9		Gaz lub olej opałowy	1,20
10	Sieć elektroenergetyczna systemowe	Energia elektryczna	3,00
11	Lokalne odnawialne źródła energii	Energia słoneczna	0,00
12		Energia wiatrowa	
13		Energia geotermalna	
14		Biomasa	0,20
15		Biogaz	0,50
Kogeneracja – proces technologiczny jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i użytkowego ciepła w elektrociepłowni *) w przypadku braku danych o wytwarzaniu ciepła w Kogeneracji przyjmuje się $w_i = 1,2$			

$E_{el,pom,H}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego* [kWh/rok]
$E_{el,pom,W}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]
$E_{el,pom,C}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]
W przypadku wyposażenia w złożone systemy techniczne – obliczenia przeprowadza się wg pkt. 3.2. – załącznik 1 do rozporządzenia

6. Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię EP, EK, EU [kWh/(m² rok)]
Charakterystykę energetyczną określa się wyznaczając odpowiednio:

- roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną **EP** [kWh/(m² rok)] (pkt **2.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 1):

$$\mathbf{EP} = \mathbf{Q_p/A_f}\ [\mathrm{kWh/(m^2\ rok)}]$$

- roczne zapotrzebowanie na energię końcową **EK** [kWh/(m² rok)] (pkt **2.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 2):

$$\mathbf{EK} = \mathbf{Q_k/A_f}\ [\mathrm{kWh/(m^2\ rok)}]$$

- roczne zapotrzebowanie na energię użytkową **EU** [kWh/(m² rok)] (pkt **2.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 3):

$$\mathbf{EU} = \mathbf{Q_u/A_f}\ [\mathrm{kWh/(m^2\ rok)}]$$

gdzie:
$\mathbf{Q_p}$ – *roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemów technicznych* [kWh/rok]
$\mathbf{Q_k}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku* [kWh/rok]
$\mathbf{Q_u}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię użytkową* [kWh/rok]
$\mathbf{A_f}$ – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m²]

7. Wyznaczenie jednostkowej wielkości emisji CO_2 E_{CO2} w budynku wyposażonym w proste systemy techniczne [t_{CO2}/(m² rok)] (pkt **6.1.1.**, zał. **1** do rozporządzenia, wzór 72)

$$\mathbf{E_{CO2} = (E_{CO2,H} + E_{CO2,W} + E_{CO2,C} + E_{CO2,L} + E_{CO2,pom}) / A_f}$$

gdzie:
$\mathbf{E_{CO2,H}}$ – *wielkość emisji CO_2 pochodząca z procesu spalania paliw przez system ogrzewania* (pkt **6.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 73)

$$\mathbf{E_{CO2,H} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{K,H} \cdot W_{e,H}}\ [\mathrm{t\ CO_2/rok}]$$

$\mathbf{E_{CO2,W}}$ – *wielkość emisji CO_2 pochodząca z procesu spalania paliw przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej* (pkt **6.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 74)

$$\mathbf{E_{CO2,W} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{K,W} \cdot W_{e,W}}\ [\mathrm{t\ CO_2/rok}]$$

$\mathbf{E_{CO2,C}}$ – *wielkość emisji CO_2 pochodząca z procesu spalania paliw przez system chłodzenia* (pkt **6.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 75)

$$\mathbf{E_{CO2,C} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{K,C} \cdot W_{e,C}}\ [\mathrm{t\ CO_2/rok}]$$

$\mathbf{E_{CO2,L}}$ – *wielkość emisji CO_2 pochodząca z procesu spalania paliw przez system wbudowanej instalacji oświetlenia* (pkt **6.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 76)

$$\mathbf{E_{CO2,L} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot Q_{K,L} \cdot W_{e,L}}\ [\mathrm{t\ CO_2/rok}]$$

$\mathbf{E_{CO2,pom}}$ – *wielkość emisji CO_2 pochodząca z procesu spalania paliw przez urządzenia pomocnicze w systemach technicznych*(pkt **6.1.1.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 77)

$$\mathbf{E_{CO2,pom} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot (E_{el,pom,H} \cdot W_{e,pom,H} + E_{el,pom,W} \cdot W_{e,pom,W} + E_{el,pom,C} \cdot W_{e,pom,C})}\ [\mathrm{t\ CO_2/rok}]$$

$\mathbf{A_f}$ – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m²]
$\mathbf{Q_{k,H}}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego* [kWh/rok]
$\mathbf{Q_{k,W}}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]
$\mathbf{Q_{k,C}}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]
$\mathbf{Q_{k,L}}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia* [kWh/rok]

$\mathbf{W_{e,H}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez system ogrzewania* [t CO_2/TJ]
$\mathbf{W_{e,W}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez system przygotowania ciepłej wody użytkowej* [t CO_2/TJ]
$\mathbf{W_{e,C}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez system chłodzenia* [t CO_2/TJ]
$\mathbf{W_{e,L}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez system wbudowanej instalacji oświetlenia* [t CO_2/TJ]
$\mathbf{W_{e,pom,H}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez urządzenia pomocnicze w systemie ogrzewania* [t CO_2/TJ]
$\mathbf{W_{e,pom,H}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez urządzenia pomocnicze w systemie przygotowania c.w.u.*
$\mathbf{W_{e,pom,H}}$ – *wskaźnik emisji CO_2 w zależności od rodzaju spalanego paliwa przez urządzenia pomocnicze w systemie chłodzenia* [t CO_2/TJ] (pkt **6.1.2.**, załącznik **1** do rozporządzenia)
Wartość wskaźnika emisji CO_2 dla odnawialnych źródeł energii (w przypadku miejscowego wytwarzania energii w budynku): energii słonecznej, energii wiatrowej, energii geotermalnej, biomasy i biogazu, jest równa 0.
Wartość wskaźnika emisji CO_2, w zależności od rodzaju spalanego paliwa We dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej systemowej oraz dla ciepła sieciowego, przyjmuje się na podstawie danych udostępnionych przez wytwórcę lub dostawcę tego nośnika energii lub energii.

W przypadku braku tych danych oraz w pozostałych przypadkach przyjmuje się wartości wskaźnika emisji CO_2 opracowywane na rok sporządzenia świadectwa przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).

Wyznaczanie jednostkowej wielkości emisji CO_2 w budynku lub części budynku wyposażonych w złożone systemy techniczne (pkt **6.1.2.**, zał. **1** do rozporządzenia, wzory 78 - 83)

8. Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową w budynku U_{OZE} [%]

(pkt **8.**, załącznik **1** do rozporządzenia, wzór 100)

$$U_{OZE} = (Q_{k,H,OZE} + Q_{k,W,OZE} + Q_{k,C,OZE} + Q_{k,L,OZE} + E_{el,pom,OZE}) / Q_k \cdot 100\%$$

gdzie:

$Q_{k,H,OZE}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania zapewniane przez odnawialne źródła energii. W przypadku pomp ciepła o wartości $\eta_{H,g}$ większej od 1 wyznacza się według wzoru:*

$$Q_{k,H,OZE} = Q_{k,H} \cdot (1-(1/\eta_{H,g})) \quad [kWh/rok]$$

$Q_{k,W,OZE}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej zapewniane przez odnawialne źródła energii. W przypadku pomp ciepła o wartości $\eta_{W,g}$ większej od 1 wyznacza się według wzoru:*

$$Q_{k,W,OZE} = Q_{k,W} \cdot (1-(1/\eta_{W,g})) \quad [kWh/rok]$$

$Q_{k,W,OZE}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia zapewniane przez odnawialne źródła energii. W przypadku pomp ciepła o wartości SEER większej od 1 wyznacza się według wzoru:*

$$Q_{k,C,OZE} = Q_{k,C} \cdot (1-(1/SEER)) \quad [kWh/rok]$$

$Q_{k,L,OZE}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia zapewniane przez odnawialne źródła energii* [kWh/rok]

$E_{el,pom,OZE}$ - *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych zapewniane przez odnawialne źródła energii* [kWh/rok]

Q_k - *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych* [kWh/rok]

9. Wyznaczanie obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii lub energii (pkt **7.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

9.1 Wyznaczanie obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii lub energii w budynku lub części budynku wyposażonych w proste systemy techniczne (system techniczny wykorzystujący jeden rodzaj źródła energii, zasilany jednym rodzajem nośnika energii lub energii) (pkt **7.1.** , załącznik **1** do rozporządzenia)

- Obliczeniową roczną ilość zużywanego nośnika energii lub energii na cele ogrzewania (energia elektryczna, ciepło sieciowe, energia słoneczna, energia geotermalna i energia wiatrowa, gaz) wyznacza się według wzoru:

$$C_H = Q_{k,H} / A_f \quad [kWh/m^2rok]$$

- Obliczeniową roczną ilość zużywanego nośnika energii lub energii innych niż wymienione powyżej na cele ogrzewania, wyznacza się według wzoru

$$C_H = (Q_{k,H} \cdot 3,6) / (A_f \cdot W_o) \quad [kg/m^2rok] \text{ lub } [m^3/m^2rok]$$

gdzie:

$Q_{k,H}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego* [kWh/rok]

A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m^2]

W_o – *wartość opałowa paliwa* [MJ/m^3] lub [MJ/kg] (pkt **7.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

Wartość opałową paliwa W_o określa się na podstawie danych udostępnionych przez dostawcę tego paliwa.

W przypadku braku tych danych przyjmuje się wartości opracowywane na rok sporządzenia świadectwa przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE).

- Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej (energia elektryczna, ciepło sieciowe, energia słoneczna, energia geotermalna i energia wiatrowa, gaz):

$$C_W = Q_{k,W} / A_f \quad [kWh/m^2rok]$$

- Obliczeniową roczną ilość zużywanego nośnika energii lub energii innych niż wymienione powyżej na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej, wyznacza się według wzoru:

$$C_W = (Q_{k,W} \cdot 3,6) / (A_f \cdot W_o) \quad [kg/m^2rok] \text{ lub } [m^3/m^2rok]$$

gdzie:

$Q_{k,W}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu przygotowania c.w.u.* [kWh/rok]

A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m^2]

W_o – *wartość opałowa paliwa* [MJ/m^3] lub [MJ/kg] (pkt **7.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

- Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii na cele chłodzenia (energia elektryczna, ciepło sieciowe, energia słoneczna, energia geotermalna i energia wiatrowa, gaz):

$$C_C = Q_{k,C} / A_f \quad [kWh/m^2rok]$$

- Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii innych niż wymienione powyżej na cele chłodzenia:

$$C_C = (Q_{k,C} \cdot 3{,}6) / (A_f \cdot W_o) \quad [kg/m^2rok] \text{ lub } [m^3/m^2rok]$$

gdzie:
$Q_{k,C}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu chłodzenia* [kWh/rok]
A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m²]
W_o – *wartość opałowa paliwa* [MJ/m³] lub [MJ/kg] (pkt **7.3.**, załącznik **1** do rozporządzenia)

- Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii na cele systemu wbudowanej instalacji oświetlenia (energia elektryczna, ciepło sieciowe, energia słoneczna, energia geotermalna i energia wiatrowa, gaz):

$$C_L = Q_{k,L} / A_f \quad [kWh/m^2rok]$$

gdzie:
$Q_{k,L}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia [kWh/rok]*
A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m²]

- Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii na cele urządzeń pomocniczych systemów technicznych (energia elektryczna, ciepło sieciowe, energia słoneczna, energia geotermalna i energia wiatrowa, gaz):

$$C_{el,pom} = E_{,el,pom} / A_f \quad [kWh/m^2rok]$$

gdzie:
$E_{,el,pom}$ – *roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku dla systemów technicznych [kWh/rok]*
A_f – *powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona)* [m²]

Wyznaczanie obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii lub energii w budynku lub części budynku wyposażonych w złożone systemy techniczne (system techniczny wykorzystujący więcej niż jeden rodzaj źródła energii) (pkt **7.2.** , załącznik **1** do rozporządzenia)

CZĘŚĆ III PRZYKŁADY OBLICZENIOWE

Przykład 1. *Opracowanie danych meteorologicznych na podstawie danych Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju*

Zakres niezbędnych meteorologicznych danych wyjściowych do przeprowadzenia obliczeń w budynku – dane dotyczą stacji meteorologicznej: Bydgoszcz [8]

miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
θ_e [°C]	- 0,7	0,0	0,0	6,6	14,2	14,5	17,3	16,4	11,0	8,1	5,2	1,9
L_d [dni]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
t_M [h]	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
I_{N_90} [kW/(m² ·m-c)]	24,4	32,2	55,6	94,8	120,1	133,4	123,3	105,4	74,9	45,7	28,6	20,7
I_{NE_90} [kW/(m² ·m-c)]	24,4	32,2	58,2	99,9	136,8	143,9	134,0	114,3	77,2	45,7	28,6	20,7
I_{E_90} [kW/(m² ·m-c)]	26,1	38,8	74,5	111,5	156,9	155,3	144,6	126,6	89,3	48,5	29,3	20,8
I_{SE_90}[kW/(m² ·m-c)]	37,4	55,8	95,6	121,3	162,3	156,2	145,2	132,2	103,7	55,9	34,9	21,4
I_{S_90}[kW/(m² ·m-c)]	42,2	63,1	104,7	124,2	151,8	147,5	137,3	129,8	110,7	61,7	38,6	21,6
I_{SW_90}[kW/(m² ·m-c)]	36,6	52,3	89,4	119,8	147,5	145,8	136,2	127,8	101,4	58,4	36,5	21,4
I_{W_90}[kW/(m² ·m-c)]	25,5	36,3	69,6	110,2	140,4	143,8	133,8	121,2	87,7	50,4	30,4	20,8
I_{NW_90}[kW/(m² ·m-c)]	24,4	32,2	57,4	99,5	128,2	138,2	127,7	111,1	77,3	45,9	28,6	20,7

I – wartość energii promieniowania słonecznego w rozpatrywanym miesiącu na płaszczyzną pionową, w której usytuowane jest okno o powierzchni A, według danych dotyczących najbliższego punktu pomiarów promieniowania słonecznego

Przykład 2. *Określenie start ciepła przez przenikanie dla wybranej ściany zewnętrznej budynku* (wg PN-EN 12831:2006)

W myśl obowiązujących przepisów prawnych [3] całkowite straty ciepła przez przenikanie dla strefy ogrzewanej określa się uwzględniając:

- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) bezpośrednio do środowiska zewnętrznego (e) - $\mathbf{H_{tr,ie}}$ [W/K],
- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) przez przyległe przestrzenie nieogrzewane w budynku lub przyległym budynku (u) do otoczenia (e) **-** $\mathbf{H_{tr,iue}}$ [W/K],
- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) do przyległej strefy ogrzewanej w budynku lub przyległego budynku (j) - $\mathbf{H_{tr,ij}}$ [W/K],
- współczynnik przenoszenia ciepła ze strefy ogrzewanej (i) do gruntu (g) - $\mathbf{H_{tr,ig}}$ [W/K].

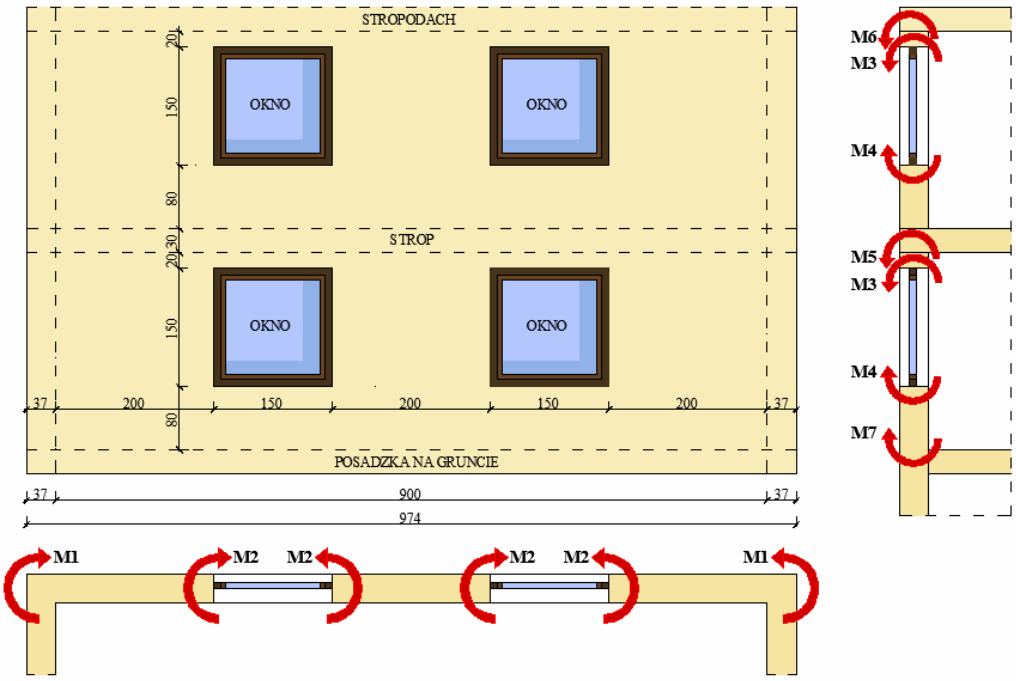
Wartości ww. współczynników**,** zgodnie z rozporządzeniem [3], należy określać w oparciu o normę PN-EN 12831:2006. Budzi to jednak wiele wątpliwości i niejasności na poziomie przyjmowania pewnych współczynników korekcyjnych oraz uproszczeń w normowych procedurach obliczeniowych.

Do obliczeń własnych wytypowano jedną z elewacji budynku jednorodzinnego (rysunek 2.1.), przyjmując następujące założenia:

- obliczenia przeprowadzono zgodnie z procedurą prezentowaną w rozdziale 7.1.1 normy PN-EN 12831:2006, zgodnie z wytycznymi rozporządzenia [3],
- ściana zewnętrzna dwuwarstwowa: bloczek z betonu komórkowego gr. 24 cm o λ=0,21 W/(m·K), styropian gr. 10 cm o λ =0,04 W/(m·K), obustronnie otynkowana, o współczynniku przenikania ciepła $\mathbf{U_c}$ = 0,26 [W/(m² ·K)],
- wartości linowych współczynników przenikania ciepła Ψ_i przyjęto (tabela 1) na podstawie:
  - normy PN-EN ISO 14683:2008 – wariant I,
  - katalogu mostków cieplnych (załącznik do [5]**)** (wariant II),
- wartości liniowego współczynnika **Ψ** [W/(m·K)] (tabela 1), długości liniowych mostków termicznych **l** [m] oraz pole powierzchni ścian zewnętrznych uczestniczących w przenikaniu **A** [m²] przyjęto przy zastosowaniu wymiarów wewnętrznych,
- wartości współczynników korekcyjnych przyjęto $\mathbf{e_k}$ = 1 i $\mathbf{e_1}$ = 1, zgodnie z D.4.1 PN-EN 12831:2006.

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 2.1. i 2.2.

Wg normy PN-EN 12831:2006 wpływ liniowych mostków cieplnych można uwzględnić metodą uproszczoną, obliczając współczynnik przenikania ciepła z uwzględnieniem mostków cieplnych U_{kc} [W/m²K] wg wzoru $\mathbf{U_{kc}} = \mathbf{U_k} + \mathbf{\Delta U_{Tb}}$. Wartości dodatku $\mathbf{\Delta U_{Tb}}$ przyjmuje się wg D.4.1 normy PN-EN 12831:2006 w zależności od typu elementu budynku (poziomy czy pionowy) oraz występujących otworów okiennych i drzwiowych. Jednak taki sposób budzi wiele niejasności i wątpliwości, ponieważ przyjmowanie stałych (zryczałtowanych) współczynników $\mathbf{\Delta U_{Tb}}$ nie prowadzi do uzyskania miarodajnych wyników obliczeń w zakresie strat ciepła. Na podstawie przeprowadzonych badań własnych opracowano w formie metod inżynierskich własne algorytmy obliczeniowe dotyczące uwzględniania wpływu mostków cieplnych, prezentowane w pracach [4, 5, 6].



Rysunek 2.1. *Geometria ściany zewnętrznej i identyfikacja liniowych mostków cieplnych* – opracowanie własne [6], [7]

Tabela 2.1. *Parametry mostków cieplnych – opracowanie własne* [7]

l.p.	Liniowy mostek cieplny	**Ψ** [W/(m·K)]		**l** [m]		**Ψ·l** [W/K]	
		wariant		wariant		wariant	
		I	II	I	II	I	II
M 1	Połączenie ścian zewnętrznych w narożniku (C1)/(NR-BK)	0,15	0,088	5,00		0,75	0,44
M 2	Połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez ościeżnicę (W1)/(OO-BK)	0,00	0,052	12,00		0,00	0,62
M 3	Połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez nadproże (W1)/(ON-BK)	0,00	0,075	6,00		0,00	0,45
M 4	Połączenie ściany zewnętrznej z oknem w przekroju przez podokiennik (W1)/(OP-BK)	0,00	0,034	6,00		0,00	0,20
M 5	Połączenie ściany zewnętrznej ze stropem przekroju przez wieniec (IF1)/(ST-BK)	0,10	0,130	9,00		0,90	1,17
M 6	Połączenie ściany zewnętrznej ze stropodachem (R9)/(SD-BK)*	0,15	0,026	9,00		1,35	0,23
M 7	Połączenie ściany zewnętrznej z podłogą na gruncie (GF5)/(PG-BK)**	0,75	0,066	9,00		6,75	0,59
					$\sum \Psi_e \cdot l_e$, [W/K]	**9,75**	**3,70**

Ψ – liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego (po wymiarach wewnętrznych), [W/(m·K)]
l – długość mostka cieplnego (po wymiarach wewnętrznych), [m]
$\sum \Psi \cdot l$ – starty ciepła wynikające z występowania mostków cieplnych, [W/K]
* dla M6 przyjęto wartość gałęziowego współczynnika przenikania ciepła Ψ dla części dotyczącej ściany – wariant II
** dla M7 przyjęto wartość gałęziowego współczynnika przenikania ciepła Ψ dla ściany stykającej się z gruntem – wariant II

Tabela 2.2. *Procedura obliczania współczynnika strat ciepła przez przenikanie* $\mathbf{H}_{T,ie}$ [W/K] - opracowanie własne

Kolejność postępowania przy określaniu strat ciepła wg PN-EN 12831:2006 $\mathbf{H_{T,ie}} = \sum \mathbf{A_k} \cdot \mathbf{U_k} \cdot \mathbf{e_k} + \sum \mathbf{\Psi_i} \cdot \mathbf{l_i} \cdot \mathbf{e_i}$		Parametry obliczeniowe	
		wariant I	wariant II
Obliczenie współczynnika przenikania ciepła przegród zewnętrznych $\mathbf{U_k}$ [W/m²K]	ściana	0,26	
	okno	1,30	
Obliczenie pola powierzchni przegrody otaczającej przestrzeń ogrzewaną, obliczane wg wymiarów zewnętrznych; wymiary okien i drzwi przyjmuje się jako wymiary otworów w ścianie; $\mathbf{A_k}$ [m²]	ściana	9,00 ·5,0 – (4 ·1,5 ·1,50) = 40,50	
	okno	4 ·1,5 ·1,5 = 9,00	
Określenie wartości współczynników korekcyjnych	e_k	1,00	
	e_1	1,00	
Obliczenie strat ciepła przez pełne przegrody zewnętrzne: $\mathbf{A_k} \cdot \mathbf{U_k}$ [W/K]	ściana	10,53	
	okno	11,70	
Obliczenie strat ciepła wynikających z występowania mostków cieplnych: $\mathbf{\Sigma \Psi_l \, l_l}$ [W/K] – tabela 1		9,75	3,70
Obliczenie współczynnika strat ciepła przez przenikanie $\mathbf{H}_{T,ie}$ [W/K]		**31,98**	**25,93**

Metodyka obliczeń start ciepła wg rozporządzenia [3] i normy PN-EN 12831:2006 jest dyskusyjna. Jej stosowanie może spowodować otrzymywanie wyników obliczeń dla danego budynku o znacznej rozbieżności – w zależności od podejścia projektanta (certyfikatora).

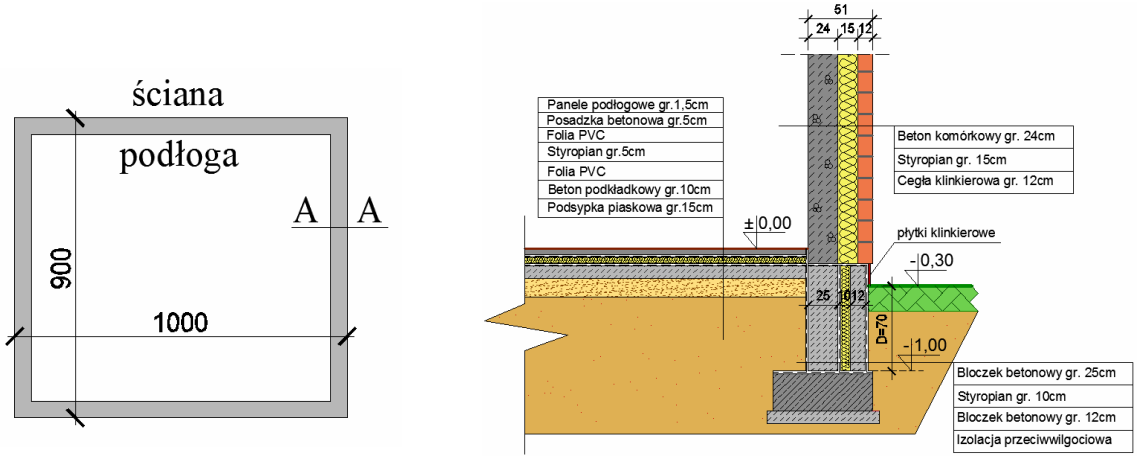
Istnieje potrzeba opracowywania katalogów mostków cieplnych wielu często stosowanych rozwiązań zewnętrznych przegród zewnętrznych i ich złączy, ponieważ są niezbędne do poprawnego projektowania w zakresie zagadnień cieplno-wilgotnościowych.

Przykład 3. *Określenie start ciepła przez grunt* wg norm PN-EN ISO 13370:2008 i PN-EN 12831:2006

Obliczyć współczynnik przenikania ciepła oraz współczynnik sprzężenia cieplnego dla płyty podłogowej z pionową izolacją krawędziową.

Dane do przykładu obliczeniowego:

- budynek jednorodzinny – rzut ścian parteru budynku (rysunek 3.1.),
- płyta podłogowa izolowana – styropianem gr. 5 cm o λ = 0,04 [W/(m·K)],
- ściana zewnętrzna parteru trójwarstwowa: beton komórkowy 24 cm, styropian 15 cm, cegła klinkierowa 12 cm
- izolacja krawędziowa pionowa grubości d_n = 10 cm, z polistyrenu ekstrudowanego o λ_n = 0,035 [W/(m·K)],
- budynek posadowiony na piasku zwykłym.



Rysunek 3.1. *Geometria przegrody stykającej się z gruntem* – opracowanie własne [5]

Wariant I Obliczenia wg PN-EN ISO 13370:2008

1° Określenie wymiaru charakterystycznego podłogi na gruncie

Wymiar charakterystyczny podłogi wprowadza się w celu uwzględnienia trójwymiarowej natury strumienia ciepła w obrębie gruntu.

Wymiar charakterystyczny podłogi określa się wg wzoru:

$$B' = \frac{A}{0{,}5 \cdot P}$$

gdzie:

A – *pole powierzchni podłogi*, [m²]

P – *obwód podłogi*, [m].

- **A** = 9 ·10= 90 m², P = 2 ·10 + 2 ·9 = 38 m → $B' = \frac{A}{0{,}5 \cdot P} = \frac{90}{0{,}5 \cdot 38} = 4{,}74$ m

2° Określenie grubości ekwiwalentnej

Koncepcja grubości ekwiwalentnej została wprowadzona w celu uproszczenia wyrażenia współczynnika przenikania ciepła. Opór cieplny jest reprezentowany przez jego grubość ekwiwalentną, będącą grubością gruntu, która ma ten sam opór cieplny. Grubość ekwiwalentna podłogi na gruncie:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se})$$

gdzie:
w – *całkowita grubość ścian, łącznie ze wszystkimi warstwami,* [m],
λ – *współczynnik przewodzenia ciepła gruntu* – tablica 1 PN-EN ISO 13370:2008, [W/(m ·K)],
R_f – *opór cieplny płyty podłogi, łącznie z każdą warstwą izolacyjną na całej powierzchni powyżej lub poniżej płyty podłogi i każdym pokryciem podłogi* [(m² ·K)/W]; opór cieplny płyt z ciężkiego betonu i cienkich pokryć podłogi można pominąć; zakłada się, że chudy beton poniżej płyty ma taki sam współczynnik przewodzenia ciepła jak grunt i zaleca się jego pominięcie
R_{si} – *opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody* wg tabeli 1 PN-EN ISO 6946:2008; R_{si} = 0,17 (m² ·K)/W – kierunek przepływu ciepła w dół
R_{se} – *opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody* wg tabeli 1 PN-EN ISO 6946:2008; R_{si} = 0 (m² ·K)/W
Układ warstw podłogi na gruncie (rysunek 3.1.):
- **panele podłogowe 1,5cm, λ = 0,18 W/(m ·K)**
- posadzka betonowa 5 cm, λ = 1,0 W/(m ·K)
- folia budowlana
- **styropian 5 cm, λ = 0,04 W/(m ·K)**
- folia budowlana
- beton podkładowy 10 cm, λ = 1,7 W/(m ·K)
- ubity grunt (podsypka piaskowa) 15 cm
- grubość ściany w = 0,51 m
- grunt piasek zwykły **λ** = 2,0 W/(m ·K) – tablica 1 PN-EN ISO 13370:2008 [N-12]
- do obliczeń opór cieplnego **R_f** – uwzględniono deski drewniane, styropian) $R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \rightarrow R_f = \frac{0{,}015}{0{,}18} + \frac{0{,}05}{0{,}04} = 1{,}33$ (m² ·K)/W
- grubość ekwiwalentna podłogi $d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se})$ = 0,51 + 2,0 (0,17 + 1,33 +0) = **3,51 m**

3° Określenie współczynnika przenikania ciepła U
Obliczenie współczynnika przenikania ciepła U zależy od izolacji cieplnej podłogi:

- jeżeli $d_t < B'$ (podłogi nieizolowane lub podłogi średnio izolowane) → $U = \frac{2\lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1\right)$ [W/(m² ·K)]
- jeżeli $d_t \geq B'$ (podłogi dobrze izolowane) → $U = \frac{\lambda}{0{,}457 \cdot B' + d_t}$ [W/(m² ·K)]

Współczynnik przenikania ciepła powinien być zaokrąglony do dwóch miejsc znaczących, jeżeli jest prezentowany jako wynik końcowy. Obliczenia pośrednie powinny być przeprowadzone z co najmniej trzema cyframi znaczącymi.
Współczynnik przenoszenia ciepła przez grunt w stanie ustalonym między środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym $H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g$, gdzie Ψ_g – liniowy współczynnik przenikania ciepła [W/(m ·K)] przyjmuję się na podstawie obliczeń własnych lub na podstawie katalogu mostków cieplnych lub na podstawie PN-EN ISO 14683:2008

- **d_t** = 3,51 m; **B′** = 4,74 m → **d_t < B′** podłoga średnio izolowana
- współczynnik przenikania ciepła **U** → $U = \frac{2\lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1\right)$ =0,360 [W/(m² ·K)]

4° Uwzględnienie wpływu izolacji krawędziowej (zał. B PN-EN ISO 13370)
Izolacja krawędziowa może być (rysunek 15):
- pozioma
- pionowa
- pionowa – fundament o małej gęstości

W przykładzie obliczeniowym – **pionowa izolacja krawędziowa grubości 10 cm – styropian** λ = 0,035 W/(m ·K)

- dodatkowa grubość ekwiwalentna wynikająca z izolacji krawędziowej: $d' = R' \cdot \lambda$

R′ – *dodatkowy opór cieplny wprowadzony przez izolację krawędziową (lub fundament) tzn. zastępuje ją różnica między oporem cieplnym izolacji krawędziowej i oporem cieplnym podłoża (lub płyty)*

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda}$$

gdzie:
R_n – *opór cieplny poziomej lub pionowej izolacji krawędziowej (lub fundamentu)*, (m² ·K)/W
d_n – *grubość izolacji krawędziowej (lub fundamentu)*, m

- $R_n = \frac{d_n}{\lambda_n}$ = (opór cieplny styropianu gr. 10 cm)= $\frac{0{,}10}{0{,}035}$ = 2,86 (m² ·K)/W

- $R^{'} = R_n - \frac{d_n}{\lambda} = 2{,}86 - \frac{0{,}10}{2{,}00}$ = 2,81 (m² ·K)/W

- $d^{'} = R^{'} \cdot \lambda$ = 2,81 ·2,00 = 5,62 m

- uwzględnienie izolacji krawędziowej (poniżej gruntu wzdłuż obwodu podłogi)

$$\Psi_{g,e} = -\frac{\lambda}{\pi}\left[\ln\left(\frac{2D}{d_t}+1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d^{'}}+1\right)\right] [W/(m \cdot K)]$$

D – *szerokość pionowej izolacji krawędziowej (lub fundamentu) poniżej poziomu gruntu*, m
d′ – *dodatkowa grubość ekwiwalentna*, m
- **D** = 0,7 m; **d′** = 5,62 m; $\mathbf{d_t}$ = 3,51 m; **λ** = 2,0 W/(m ·K)

$$\Psi_{g,e} = -\frac{\lambda}{\pi}\left[\ln\left(\frac{2D}{d_t}+1\right) - \ln\left(\frac{2D}{d_t + d^{'}}+1\right)\right] = -\frac{2{,}00}{3{,}14}\left[\ln\left(\frac{2\cdot 0{,}7}{3{,}51}+1\right) - \ln\left(\frac{2\cdot 0{,}7}{3{,}51+5{,}62}+1\right)\right] = -0{,}13 \ W/(m \cdot K)$$

- uwzględnienie izolacji krawędziowej do obliczeń współczynnika przenikania ciepła U

$$U = U + \frac{2 \cdot \Psi_{g,e}}{B^{'}} [W/(m^2 \cdot K)]$$

$$U = 0{,}360 + \frac{2 \cdot (-0{,}13)}{4{,}74} = 0{,}305 \ [W/(m^2 \cdot K)]$$

5° Współczynnik przenoszenia ciepła przez grunt w stanie ustalonym między środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym H_g [W/K]

$H_g = (A \cdot U) + P \cdot (\Psi_g + \Psi_{g,e})$ = (90 ·0,360) + 38(0,60 +(-0,13)) = 32,40 + 17,86 = **50,26** W/K

H_g (wg PN-EN ISO 13370:2008)= **$H_{T,ig}$** (wg PN-EN 12831:2006)
Ψ_g – *liniowy współczynnik przenikania ciepła na styku ściana zewnętrzna – ściana fundamentowa*, przyjęto na podstawie PN-EN ISO 14683:2008 **Ψ_g** = 0,60 W/(m ·K)

Analizowana przegroda spełnia wymagania wg [1] w zakresie współczynnika przenikania ciepła U < $U_{c(max)}$ = 0,45÷0,3 W/(m² ·K) oraz oporu cieplnego izolacji cieplnej R = 2,86 (m² ·K)/W > $R_{min.}$ = 2,0 (m² ·K)/W.
Wariant II Obliczenia wg PN-EN 12831:2006
1° Określenie całkowitego oporu cieplnego warstw podłogi na gruncie R_T (m² ·K)/W **i współczynnika przenikania ciepła U** W/(m² ·K) **podłogi na gruncie**
- Do obliczeń uwzględniono: $R_T = R_{si} + \sum R_i$ = 0,17 + 0,015/0,18 + 0,05/1,0 + 0,05/0.04 + 0,10/1,70 = 1,61 (m² ·K)/W

Układ warstw podłogi na gruncie (rysunek 3.1.):
- **panele podłogowe 1,5cm, λ = 0,18 W/(m ·K)**
- **posadzka betonowa 5 cm, λ = 1,0 W/(m ·K)**
- folia budowlana
- **styropian 5 cm, λ = 0,04 W/(m ·K)**
- folia budowlana
- **beton podkładowy 10 cm, λ = 1,7 W/(m ·K)**
- ubity grunt (podsypka piaskowa) 15 cm

- Współczynnik przenikania ciepła U=1/R_T = 1/1,61 = 0,62 W/(m² ·K)

2° Określenie równoważnego współczynnika przenikania ciepła $U_{equiv,k}$ W/(m² ·K) na podstawie schematu podłogi, wymiaru charakterystycznego podłogi B′ oraz współczynnika przenikania ciepła U podłogi
Znając: B′ = 4,74 m, U = 0,62 W/(m² ·K), schemat podłogi – podłoga jako płyta podłogowa na poziomie terenu, na podstawie tablicy 4 PN-EN 12831:2006 określono wartość **$U_{equiv,k}$ = 0,32** W/(m² ·K)
3° Określenie współczynnika projektowego strat ciepła przez przenikanie w stanie ustalonym, $H_{T,ig}$, z przestrzeni ogrzewanej (i) do gruntu (g) (pkt 7., PN-EN 12831:2006, wzór 8):

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \ [W/K]$$

gdzie:
f_{g1} – *współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ rocznych wahań temperatury zewnętrznej; współczynnik powinien być określany na podstawie danych krajowych; w przypadku braku wartości krajowych – wartości orientacyjne podano* **w D.4.3** PN-EN 12831:2006;
f_{g2} – *współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między średnią roczną temperaturą zewnętrzną i projektową temperaturą zewnętrzną, określony wg zależności:*

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e})/(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

A_k – *powierzchnia elementu budynku (k) stykająca się z gruntem* [m²];

$U_{equiv,k}$ – *równoważny współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k)* [W/(m²·K)], *określony wg schematu podłóg* (**rys. 3÷6**, **tab. 4÷7** PN-EN 12831:2006);
G_w – *współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ wody gruntowej; jeżeli odległość między zakładanym poziomem wody gruntowej a poziomem podłogi podziemia (płyty podłogowej) jest mniejsza od 1m, wpływ ten powinien być uwzględniony; współczynnik ten powinien być obliczany wg PN-EN ISO 13370:2008 lub określony na podstawie danych krajowych; w przypadku braku danych – wartości orientacyjne podano* **w D.4.3** PN-EN 12831:2006.
Do obliczeń przyjęto:
- współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ rocznych wahań temperatury zewnętrznej f_{g1} **= 1,45** (na podstawie D.4.3 PN-EN 12831:2006)
- współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między średnią roczną temperaturą zewnętrzną i projektową temperaturą zewnętrzną, określony wg zależności:

$$f_{g2} = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e})/(\theta_{int,i} - \theta_e)$$

przyjęto: $\theta_{int,i}$ = 20°C; $\theta_{m,e}$ = 6,6 °C (dla miesiąca kwiecień); θ_e = -18 °C; f_{g2} **= 0,35**

– powierzchnia elementu budynku (k) stykająca się z gruntem **A = 90** m²;
- równoważny współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k) $U_{equiv,k}$ **= 0,32** W/(m²·K);
- współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ wody gruntowej G_w = 1,0 (odległość między założonym poziomem wody gruntowej i płytą podłogi jest większa niż 1m)

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w = 1,45 \cdot 0,35 \cdot 90 \cdot 0,32 \cdot 1,0 = 14,62 \text{ W/K}$$

Współczynnik strat ciepła przez grunt (określony wg PN EN 12831:2006) nie uwzględnia wpływu pionowej izolacji krawędziowej oraz dodatkowych strat ciepła wynikających z występowania liniowego mostka cieplnego na styku podłoga na gruncie – ściana fundamentowa – ściana parteru budynku.

Przykład 4. *Określenie współczynnika wykorzystania zysków ciepła w strefie ogrzewanej w n-tym miesiącu roku*
Wyznaczyć współczynnik wykorzystania strat ciepła w maju pojedynczej strefy cieplnej budynku, mając dane:
- stała czasowa **τ** = 150 h,
- zyski ciepła $Q_{H,gn}$ = 115000 kWh,
- straty ciepła $Q_{H,ht}$ = 76000 kWh,

1°Funkcja stosunku zysków ciepła do bilansu strat:

$\gamma_H = Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$ **=** 115000/76000 **= 1,51 > 1,00** oraz $\gamma_H \neq 1$: $\eta_{H,gn} = (1- \gamma_H^{aH})/(1- \gamma_H^{aH+1})$

2° Bezwymiarowy parametr liczbowy a_H

Wartość bezwymiarowego parametr liczbowy a_H zależy od stałej czasowej **τ,** stałej czasowej odniesienia $\tau_{H,0}$ oraz bezwymiarowego referencyjnego parametru $a_{H,0}$**:** $a_H = a_{H,0} + (\tau/\tau_{H,0})$

Do obliczeń przyjęto:
- bezwymiarowy referencyjny parametr $a_{H,0}$ (tablica 9 *PN-EN ISO 13790:2009*) → $a_{H,0}$ **= 1,0** (dla miesięcznej metody obliczeń)
- stała czasowa **τ** = 150 h
- stałej czasowej odniesienia $\tau_{H,0}$ (tablica 9 *PN-EN ISO 13790:2009*) → $\tau_{H,0}$ **=15** (dla miesięcznej metody obliczeń)

$a_H = a_{H,0} + (\tau/\tau_{H,0})$ **=** 1,0 + (150/15) **= 11**

3° Współczynnik wykorzystania zysków ciepła s trefie ogrzewanej w n-tym miesiącu

$\eta_{H,gn} = (1- \gamma_H^{aH})/(1- \gamma_H^{aH+1}) =$ (1-1,51¹¹)/(1-1,51¹¹⁺¹) **= 0,66**

Przykład 5. *Obliczenie stałej czasowej strefy budynku o regulowanej temperaturze* τ, wg *PN-EN ISO 13790:2009*
Wyznaczyć stałą czasową strefy budynku ograniczonej dwoma stropami i czterema ścianami, mając dane:
- wymiary strefy: 3m x 6m , wysokość 2,5 m,
- współczynnik strat ciepła przez przenikanie $H_{tr,adj}$ = 60 W/K,
- współczynnik strat ciepła przez wentylację $H_{ve,adj}$ = 40 W/K,
- budowa ściany (od strony pomieszczenia): tynk gipsowy 1 cm, cegła pełna 12 cm, styropian 15 cm
- układ warstw na stropie: tynk gipsowy 1 cm, płyta żelbetowa 20 cm, styropian 5 cm, gładź cem. 5 cm, płytki ceramiczne 1 cm

1° Obliczenie pojemności cieplnej strefy budynku

$$C_{mj,k} = \Sigma_j \Sigma_i (A_j \cdot d_{ij} \cdot \rho_{ij} \cdot c_{ij})$$

gdzie:
A – *pole powierzchni j-tego elementu wyrażone* [m²];
d_{ij} – *grubość warstwy i-tej w j-tym elemencie* [m] ;
ρ_{ij} - *gęstość materiału warstwy i-tej w elemencie j-tym* [kg/m³];
c_{ij} - *ciepło właściwe materiału warstwy i-tej w elemencie j-tym* [J/(kgK)] wg tab. 11 normy PN-EN ISO 13790:2009 do obliczeń pojemności cieplnej wliczamy 10 cm elementu

1	**Ściana**	**A**	**d**	**ρ**	**c_p**	**$C_{mj,k}$**
1.1.	tynk gipsowy	45,00	0,010	1700,00	0,84	642600
1.2.	cegła pełna	45,00	0,090	1800,00	0,88	6415200
2	**Strop (podłoga)**	**A**	**d**	**ρ**	**c_p**	**$C_{mj,k}$**
2.1.	płytki	18,00	0,010	2000,00	0,92	331200
2.2.	gładź cem.	18,00	0,050	2000,00	0,84	1512000
2.3.	styropian	18,00	0,030	40,00	1,46	31536
3	**Strop (sufit)**	**A**	**d**	**ρ**	**c_p**	**$C_{mj,k}$**
3.1.	tynk gipsowy	18,00	0,010	1700,00	0,84	257040
3.2.	płyta żelbetowa	18,00	0,090	2500,00	0,84	3402000
					C_m	**12591576**

2° Obliczenie stałej czasowej strefy budynku

$$\tau = (C_m/3600)/(H_{tr,adj}+H_{ve,adj})$$

gdzie:
C_m *– pojemność cieplna strefy budynku* [J/K];
$H_{tr,adj}$ *- współczynnik strat ciepła przez przenikanie* [W/K] ;
$H_{ve,adj}$ *- współczynnik strat ciepła przez wentylację* [W/K] ;

τ = (12591576/3600)/(60+40) = **34,98 h**

Przykład 6. *Obliczenie strumień powietrza, który musi być dostarczony do budynku wielorodzinnego*
Obliczyć strumień powietrza, który musi być dostarczony do budynku wielorodzinnego, mając następujące dane:
- budynek wielorodzinny wybudowany w 1960r., nie przeprowadzono termomodernizacji, bez wiatrołapu;
- wentylacja naturalna;
- liczba lokali 40szt., w każdym lokalu znajduje się kuchnia, łazienka i pokoje;
- powierzchnia o regulowane temperaturze jednego lokalu 50 m², wysokość pomieszczeń w świetle 2,5m;
- powierzchnia klatek schodowych 500 m³, kubatura wentylowana klatek schodowych 1250 m³;

1° Określenie strumienia powietrza wentylacyjnego [m³/s]
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego $V_{ve,1\ lokali}$ (tablica 23 załącznik 1 do rozporządzenia)
wentylacja ciągła 0,32 $\cdot 10^{-3}$ m³/s ·m²
Podstawowy strumień powietrza zewnętrznego $V_{ve,1\ klatki\ schod.}$ (tablica 23 załącznik 1 do rozporządzenia) 0,43 $\cdot 10^{-3}$ m³/s ·m²
Krotność wymian powietrza w budynkach spowodowana infiltracją powietrza przez nieszczelności n = 0,2 h^{-1}

Lp.	Wentylacja	k	$b_{ve,k}$	$V_{ve,k,n}$ [m³/s]	Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego [m³/s]
1	Wentylacja grawitacyjna	1	β = 1	V_o	Lokale: 0,32 $\cdot 10^{-3} \cdot$ 2000 = 0,64 Klatki: 0,43 $\cdot 10^{-3} \cdot$ 500 = 0,215
		2	β = 1	V_{inf}	Lokale: 0, 2 · 5000 / 3600= 0,278 Klatki: 0, 2 · 1250 /3600 = 0,069
		3	(1-β) = 0	0,2 · V_o	0
		4	(1-β) = 0	V_{inf}	0
	SUMA				Lokale: 0,918 Klatki: 0,284

Przykład 7. *Obliczenie obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła*
Obliczyć wewnętrzne zyski cielne dla budynku biurowego, mając następujące dane:
- udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu, równy wykorzystaniu budynku w miesiącu β = 0,4;
- udział powierzchni pomieszczeń biurowych w powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza P_1 = 0,8;

1° Obliczenie obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła q_{int} [W/m²]
(tabela 26 załącznik 1 do rozporządzenia)
$$q_{int} = (20{,}0 \cdot P_1 + 8{,}0 \cdot (1 - P_1)) \cdot \beta + (2{,}0 \cdot P_1 + 1{,}0 \cdot (1 - P_1)) \cdot (1-\beta)$$
q_{int} = (20,0 ·0,8+8,0 · (1- 0,8)) ·0,4 + (2,0 ·0,8+1,0 · (1- 0,8)) · (1-0,4) = **8,12 W/m²**
Przy standardowym sposobie użytkowania budynków biurowych (P_1 = 0,6 i β = 0,3) q_{int} = 5,7 W/m²
(tabela 26 załącznik 1 do rozporządzenia)

Przykład 8. *Obliczenie rocznego zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia*
Obliczyć $Q_{k,L}$ na oświetlenie w budynku szkolnym o powierzchni 800 m² i następujących parametrach użytkowych:
(wg zał. F normy PN-EN 15193:2010)
F_C = 0,9 – z systemem kontroli natężenia oświetlenia
P_n = 15 W/m² – średnia moc opraw oświetleniowych na 1 m²
t_D = 1800 h – czas działania oświetlenia w ciągu dnia
t_N = 200 h – czas działania oświetlenia w nocy dnia
F_D = 0,8 – wykorzystanie światła dziennego
F_O = 0,9 – udział liczby pracowników 0,9
P_{pc} = 5 W/m² – moc pasożytnicza urządzeń sterujących
P_{em} = 1 W/m² – moc oświetlenia awaryjnego
t_{em} = 210 h – liczba godzin działania oświetlenia awaryjnego
t_y = 8760 h – liczba godzin w roku
Zakładamy, że działa oświetlenie awaryjne oraz A = A_L = A_f = 800 m².
1° Obliczenie średnia mocy opraw oświetleniowych, mocy pasożytniczej urządzeń sterujących, moc oświetlenia awaryjnego [W]
a) $P_n = P_n \cdot A_L = 15 \cdot 800 = 12\,000$ W
b) $P_{pc} = P_{pc} \cdot A_L = 5 \cdot 800 = 4\,000$ W
c) $P_{em} = P_{em} \cdot A_L = 1 \cdot 800 = 800$ W
2° Obliczenia energii zużytej do oświetlenia dla okresu jednego roku:
W_L = {($P_n \cdot F_c$) · [($t_D \cdot Fo \cdot F_D$) + ($t_N \cdot Fo$)] } /1000 = {(12 000 · 0,9) · [(1800 ·0,9 ·0,8) + (200 · 0,9)] } /1000 = 15 941 kWh/rok
W_P = {{P_{pc} · [t_y - (t_D + t_N)]} + (P_{em} · t_{em})} / 1000 = {{4000 · [8760 - (1800 + 200)]} + (800 · 210)} /1000 = 27 208 kWh/rok
LENI = (W_L + W_P)/ A_L = (15 941 + 27 208) /800 = 53,94 kWh/(m² · rok)

3º Obliczenia rocznego zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia:

$Q_{k,L}$ = LENI · A_L = 53,94 · 800 = 43 152 kWh/rok

LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (dz.U. z 2013 r., poz. 926)
2. Ustawa o charakterystyce energetycznej budynków. (Dz.U. z 2014 r., poz. 1200)
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw charakterystyki energetycznej. (Dz.U. z 2015 r., poz. 376)
4. Dylla A., Fizyka cieplna budowli w praktyce. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2015.
5. Pawłowski K., Projektowanie przegród zewnętrznych w świetle nowych warunków technicznych dotyczących budynków WT2013. Wydanie Specjalne IZOLACJE 2/2013. Warszawa 2013.
6. Dylla A., Praktyczna fizyka cieplna budowli- Szkoła projektowania złączy budowlanych. Wydawnictwo Uczelniane UTP w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2009.
7. Pawłowski K., Analiza start ciepła przez wybrane przegrody budowlane w świetle nowych przepisów prawnych. Materiały budowlane 5/2015, s. 91-92.
8. www.mir.gov.pl

Normy przedmiotowe

[N-1] PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczenie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji.

[N-2] PN-EN ISO 12831:2006 Instalacje grzewcze w budynkach – Metoda obliczania obciążenia cieplnego.

[N-3] PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

[N-4] PN-EN ISO 10077-1:2008 Cieplne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła. Część 1: Postanowienia ogólne.

[N-5] PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.

[N-6] PN-EN ISO 10211:2008 Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe.

[N-7] PN-EN ISO 13370:2008 Cieplne właściwości użytkowe budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metoda obliczania.

[N-8] PN- EN 15193: 2010 Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia

[N-9] PN-EN 15603:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Całkowite zużycie energii, energia pierwotna i emisja CO_2

[N-10] PN-EN 15217:2008 Energetyczne właściwości budynków - Metody oceny do stosowania w certyfikacji energetycznej budynków zawierające wskazówki do opracowywania schematów certyfikacyjnych

[N-11] PN-EN 15255:2011 Cieplne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie racjonalnej mocy chłodzenia pomieszczenia - Kryteria podstawowe i procedury walidacji

[N-12] PN-EN 15265:2011 Cieplne właściwości użytkowe budynków - Obliczanie zużycia energii do chłodzenia - Kryteria podstawowe i procedury walidacji

[N-13] PN-EN ISO 13786:2008 Cieplne właściwości użytkowe komponentów budowlanych - Dynamiczne charakterystyki cieplne - Metody obliczania

[N-14] PN-EN ISO 13947:2008 Cieplne właściwości użytkowe ścian osłonowych - Obliczanie współczynnika przenikania ciepła

[N-15] PN-EN ISO 10456:2009 Materiały i wyroby budowlane - Właściwości cieplno-wilgotnościowe - Tabelaryczne wartości obliczeniowe i procedury określania deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych

Inne normy związane z obliczaniem dostarczonej energii

PN-EN 15316-1:2009 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 15316-2-1 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 2-1: Instalacje emisji ciepła

PN-EN 15316-4-1 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-1: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, kotły

PN-EN 15316-4-2 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-2: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, instalacje z pompami ciepła
PN-EN 15316-4-3 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-3: Źródła ciepła, cieplne instalacje solarne
PN-EN 15316-4-4 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-4: Źródła ciepła do ogrzewania, instalacje skojarzone wytwarzania energii
PN-EN 15316-4-5 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-5: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, wydajność i sprawność systemów ciepłowniczych i dużych instalacji ogrzewania
PN-EN 15316-4-6 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-6: Źródła ciepła do ogrzewania, systemy fotowoltaiczne
PN-EN 15316-4-7 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 4-7: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, kotły opalane biomasą
PN-EN 15316-2-3 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 2-3: Instalacje rozprowadzania ciepła
PN-EN 15316-3 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 3: Instalacje centralnej ciepłej wody
PN-EN 15316-3-1 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 3-1: Instalacje centralnej ciepłej wody, charakterystyka zapotrzebowania (wymagania dotyczące rozbioru wody)
PN-EN 15316-3-2 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 3-2: Instalacje centralnej ciepłej wody, rozprowadzenie wody
PN-EN 15316-3-3 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji - Część 3-3: Instalacje centralnej ciepłej wody, przygotowanie wody
PN-EN 15243 Dynamiczne obliczenia temperatury wewnętrznej, obciążenia i energii w budynkach wyposażonych w systemy klimatyzacji pomieszczeń
PN-EN 15377-1 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Wodne płaszczyznowe wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 1: Obliczanie wydajności cieplnej i chłodniczej
PN-EN 15377-2 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Wodne płaszczyznowe wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 2: Projektowanie, wymiarowanie i wykonywanie
PN-EN 15377-3 Instalacje ogrzewcze w budynkach - Wodne płaszczyznowe wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia - Część 3: Optymalizacja odnawialnych źródeł
PN-EN 15241Wentylacja budynków - Metody obliczania wymagań energetycznych spowodowanych systemami wentylacji w budynkach
PN-EN 15232 Metody obliczania poprawiania efektywności energetycznej za pomocą stosowania zintegrowanych wyrobów i systemów automatyzacji budynków
PN-EN 15193 Energetyczne właściwości użytkowe budynków - Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia

Normy wspierające - Wentylacja i infiltracja powietrza
PN-EN 13465 Wentylacja budynków - Metody obliczeniowe do wyznaczania wartości strumienia objętości powietrza w mieszkaniach
PN-EN 15242 Wentylacja budynków - Metody obliczeniowe do określania wartości strumieni objętości powietrza w budynkach z uwzględnieniem infiltracji
PN-EN 13779 Wentylacja budynków niemieszkalnych - Wymagania dotyczące właściwości instalacji i klimatyzacji