

Umowa nr 318/UM/2020/0011

EKSPERTYZA

W ZAKRESIE METODOLOGII WYZNACZANIA
CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU
LUB CZĘŚCI BUDYNKU

Raport końcowy



NARODOWA
AGENCJA
POSZANOWANIA
ENERGII S.A.

Raport końcowy

<i>Numer dokumentu</i>	D1.1
<i>Tytuł dokumentu</i>	Raport końcowy
<i>Wersja</i>	1.3
<i>Status dokumentu</i>	(roboczy/ końcowy)
<i>Data utworzenia</i>	27/04/2020
<i>Data aktualizacji dokumentu</i>	24/08/2020
<i>Numer zadania</i>	01
<i>Autorzy dokumentu</i>	Szymon Firląg, Paweł Kędziński, Anna Komerska, Jerzy Kwiatkowski, Janusz Łaszczych, Maciej Mijakowski, Piotr Narowski, Joanna Rucińska, Wiesław Sarosiek, Jerzy Sowa, Barbara Stempniak, Adrian Trząski, Arkadiusz Węglarz, Andrzej Wiszniewski
<i>Firma</i>	Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A. Ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa

Streszczenie

W ramach opracowanej ekspertyzy przeprowadzono przegląd i weryfikację obowiązujących przepisów dotyczących wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu wyrażania charakterystyki energetycznej w postaci świadectw charakterystyki energetycznej w oparciu o takie kryteria jak:

- ▶ zgodność z Dyrektywą 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, z uwzględnieniem zmian wprowadzonych Dyrektywą 2018/844/UE;
- ▶ prawidłowość procedur obliczeniowych oraz przyjmowanych założeń do obliczeń zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376);
- ▶ adekwatności wartości współczynników, jednostkowych strat ciepła i wskaźników zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376);
- ▶ czytelność i przystępność świadectw charakterystyki energetycznej, których wzór określa Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1829).

Na podstawie przeprowadzonych prac zaproponowano także zmiany zarówno w metodyce, jak i systemie świadectw charakterystyki energetycznej.

Zakres prac zawierał takie elementy jak:

- ▶ metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania;
- ▶ metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na prostej metodzie godzinowej;
- ▶ metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii;
- ▶ ocena wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej;
- ▶ sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej;
- ▶ wyrażanie charakterystyki energetycznej w postaci klas energetycznych;
- ▶ nowe rozwiązania w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej.

Oceniając aktualny stan prawny w zakresie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania, stwierdzono, że w okresie ostatnich ponad 10 lat zaszły daleko idące zmiany. Zmianom uległy zarówno przepisy krajowe, jak i wymagania Dyrektyw UE. Również rozwój techniki oraz modelowania fizyki budynków spowodował, że wiele przepisów i założeń przestało być aktualne. Najwięcej problemów wynika ze zmiany następujących aktów prawnych:

- ▶ zmienionej Dyrektywą UE 2018/844 Dyrektywy EU 2010/31 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków,
- ▶ aktualizacji Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania;

oraz aktualizacji norm, a w szczególności wprowadzenia rodziny norm:

- ▶ PN-EN ISO 52016-1:2017 dotyczących Energetycznych właściwości użytkowych budynków -- Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne.

Wśród problemów związanych z aspektami technicznymi i obliczeniowymi, najbardziej znaczące to:

- ▶ zastosowanie nieadekwatnych metod obliczenia zapotrzebowania na energię dla różnych typów budynków, różnie użytkowanych i wyposażonych,
- ▶ przyjmowanie uproszczonych założeń wskaźnikowych, szczególnie w aspekcie obliczania zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wyznaczania średniego strumienia powietrza wentylacyjnego,
- ▶ ograniczenia w określaniu energii związanej z chłodzeniem, zapotrzebowania wynikającego z ciepłem utajonym oraz uwzględnieniem przegrzewania pomieszczeń,
- ▶ korzystanie z nieaktualnych oraz zawierających błędy, w zakresie natężenia rozproszonego promieniowania słonecznego, danych klimatycznych.

Aktualna metodyka obliczeń charakterystyki energetycznej budynków bazuje na quasi-dynamicznej metodzie miesięcznej obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia opisanej w wycofanej w 2017 r. normie PN-EN ISO 13790. Metodyka ta, w stosunku do oryginalnej metody miesięcznej przedstawionej w tej normie, została dodatkowo uproszczona, co jeszcze bardziej wpływa na niedokładność obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię metodyki świadectw charakterystyki energetycznej w przypadku współcześnie wznoszonych budynków niskoenergetycznych lub w przypadku budynków innych niż mieszkalne w zasadzie nie powinna być używana, ponieważ prowadzi do znacznych błędów. Dla potrzeb wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków zaproponowano rozwiązanie polegające na implementacji metod obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania według normy PN-EN ISO 52016-1 dla różnych typów budynków. Metody obliczania podzielono w zależności od stopnia złożoności budynków. Wyróżniono metodę miesięczną obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową oraz metodę miesięczną obliczenia właściwego dla systemu zapotrzebowania na energię użytkową. Pierwsza z tych metod może być stosowana jedynie w przypadku obliczeń charakterystyki energetycznej budynków mieszkalnych – jednorodzinnych i wielorodzinnych. W przypadku wszystkich pozostałych typów budynków rekomenduje się obliczenia metodą godzinową lub z warunkowym dopuszczeniem obliczenia metodą miesięczną właściwego dla systemu zapotrzebowania na energię użytkową. Należy zaznaczyć, że wraz z wycofaniem normy PN-EN ISO 13790 została wycofana z użycia prosta metoda godzinowa, która była zbytnim uproszczeniem procesów fizycznych wymian ciepła w złożonych technologicznie budynkach wyposażonych w nowoczesne systemy dostarczające energię do budynków.

Metoda godzinowa obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową budynku wyznaczana dla potrzeb charakterystyki energetycznej ze względu na swą złożoność obliczeniową musi być implementowana w postaci oprogramowania. Implementacja metody może polegać na opracowaniu parametrów domyślnych metody godzinowej dla różnych typów budynków lub przyjęcie wartości domyślnych według normy oraz upowszechnieniu oprogramowania, które może powstać na wolnym rynku lub może być rozwijane i rozpowszechniane przez organ państwa wprowadzający system świadectw charakterystyki energetycznej jako oprogramowanie instalowane indywidualnie na komputerach użytkowników lub jako oprogramowanie pracujące w chmurze obliczeniowej uruchamiane poprzez przeglądarki internetowe na komputerach użytkowników.

Zaproponowano także szereg zmian w zakresie określania obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła, określania sprawności systemów w budynku, określania wartości jednostkowej mocy do napędu urządzeń pomocniczych i czasu ich działania czy określania strumienia powietrza wentylacyjnego. Wszelkie zaproponowane zmiany mają na

celu poprawę jakości przeprowadzanych obliczeń oraz możliwość wykorzystania ich ocenie budynków nisko energetycznych ze złożonymi systemami technicznymi. Dodatkowo pozwolą na zastosowanie metodyki obliczeń świadectw charakterystyki energetycznej do oceny przedsięwzięć modernizacyjnych z zastosowaniem takich systemów.

Rozwój techniki instalacyjnej oraz metod obliczeniowych (w tym aktualizacja wielu norm) powoduje konieczność aktualizacji dotychczas stosowanej metodologii określania zapotrzebowania budynków na energię, w szczególności w zakresie przygotowania ciepłej wody użytkowej. W zaprezentowanych w niniejszym opracowaniu modyfikacjach uwzględniono uszczegółowienie jednostkowego zużycia c.w.u. dla różnych typów budynków, zmianę jednostek odniesienia przy jednostkowym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę użytkową, a także uwzględniono wpływ rodzaju zastosowanej armatury czerpalnej oraz urządzeń do odzysku ciepła na wielkość zużycia ciepłej wody użytkowej i energii niezbędnej do jej przygotowania.

W ramach ekspertyzy poddano także ocenie metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii. Niestety implementację tej metody w Polsce należy uznać za nieudaną. Kierując się chęcią zapewnienia spójności systemu certyfikacji energetycznej budynków, mając jednocześnie na względzie przedstawione niedoskonałości istniejącej metody, a także jej niewielką popularność, rekomenduje się całkowite zrezygnowanie z metody zużyciowej.

W ramach oceny współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przeprowadzono badania literaturowe oraz analizy obliczeniowe stosowanych/lub możliwych do zastosowania wartości. Z uwagi na brak dostępnych i wiarygodnych źródeł dokumentujących wykonanie obliczeń dotyczących wskaźników nakładów energii pierwotnej uwzględniających pełny łańcuch dostaw dla paliw kopalnych oraz innych nośników energii wykorzystywanych na miejscu, rekomenduje się przyjęcie wartości na dotychczasowym poziomie. Proponowana wartość w_i dla miksu elektrycznego w wysokości 2,5 jest rozwiązaniem, które usuwa istniejącą rozbieżność pomiędzy dwoma regulacjami dotyczącymi wyliczania zużycia energii pierwotnej, co jest sytuacją nienormalną. Należy jednak sobie zdawać sprawę, że jest to rozwiązanie czasowe. Przyjęta w 2018 roku przez Parlament Europejski zalecana wartość współczynnika nakładu dla energii elektrycznej w UE wynosi 2,3 i w niedługim czasie trzeba będzie zmienić odpowiednie regulacje krajowe. Można to zrobić od razu, ale wymaga to jednoczesnej zmiany obu rozporządzeń. Obniżanie współczynnika w_i dla energii elektrycznej wpływa korzystnie na charakterystykę energetyczną budynku w przypadku, gdy zasilany jest w ciepło np. pompą ciepła, jednak z drugiej strony powoduje wzrost w_i dla ciepła systemowego produkowanego w elektrociepłowniach. Ponieważ obniżenie wartości wskaźnika oczekiwane jest jak najszybciej, pragmatycznym rozwiązaniem jest przyjęcie wartości 2,5. Wartość w_i dla konkretnego systemu ciepłowniczego należy przyjmować według indywidualnej kalkulacji przeprowadzanej przez przedsiębiorstwo ciepłownicze, udostępnionej na stronie internetowej firmy lub przekazywanej na wniosek osoby sporządzającej charakterystykę energetyczną budynku. W przypadku braku możliwości uzyskania tej wartości odpowiednie wartości zostały określone w niniejszym opracowaniu.

W ramach analizy sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej omówiono aktualny stan prawny w tym zakresie w Polsce i Unii Europejskiej. Następnie poddano ocenie krajowy sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej budynku, w zakresie formy i zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej. Przygotowano projekt graficzny świadectwa charakterystyki energetycznej, który zawiera wartości klas energetycznych na pierwszej stronie oraz ocenę nowych funkcjonalności systemu świadectw charakterystyki

energetycznej. Zaproponowane świadectwo jest bardziej przyjazne odbiorcy końcowemu w porównaniu do obecnie stosowanego wzoru. Pozwala na łatwą ocenę parametrów budynku oraz daje jasne wskazówki dotyczące możliwych modernizacji.

W celu łatwiejszego odbioru świadectwa charakterystyki energetycznej przez odbiorcę końcowego, a szczególnie właściciela bądź użytkowników budynku, sformułowano propozycję zastosowania klas energetycznych w odniesieniu do wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP i wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED. Zaproponowane klasy energetyczne pozwalają nie tylko na ocenę budynków efektywnych energetycznie, lecz także takich o dodatnim bilansie energetycznym.

Zaproponowano metodologię oceny efektywności energetycznej przegród, oceny efektywności energetycznej systemów technicznych, oceny ryzyka przegrzewania, oceny systemu wentylacji oraz oceny szczelności powietrznej obudowy dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych. Ocena odbywałaby się w oparciu o system klas dla każdego ocenianego elementu. Metodologia jest podstawą do sformułowania zaleceń dotyczących poprawy charakterystyki energetycznej budynku. Ocena oraz zalecenia zostały przedstawione na 2 i 3 stronie zaproponowanego wzoru świadectwa charakterystyki energetycznej budynku.


Przeanalizowano także możliwość wprowadzenia nowych rozwiązań w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej. W pierwszej kolejności opisano koncepcję metodyki określania wskaźnika wpływu budynku na powstawanie lokalnego smogu. Wskaźnik ten oparty byłby na kilku rodzajach emitowanych zanieczyszczeń, w tym ważnej w przypadku powstawania lokalnego smogu emisji pyłów PM_{2,5} oraz PM₁₀. Zaproponowany wskaźnik ujmuje nie tylko rodzaj źródła energii w budynku (paliwa), lecz także jego charakterystykę energetyczną. W ten sposób może być wskaźnikiem stosowanym w programach wsparcia przedsięwzięć modernizacyjnych, jak np. Czyste Powietrze. Następnym analizowanym elementem była ocena możliwości wprowadzenia ograniczenia udziału kominka na biomasę jako drugiego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u. W analizie pokazano konieczność wprowadzenia takiego ograniczenia a następnie zdefiniowano jego treść. Ostatnim analizowanym rozwiązaniem jest koncepcja narzędzia do wyszukiwania źródeł finansowania przedsięwzięć modernizacyjnych. Rozwiązanie to wspomagałoby opisywany wcześniej system oceny elementów budynku, wspierając właściciela bądź użytkownika w podejmowaniu decyzji o przeprowadzeniu działań modernizacyjnych.

Przeprowadzona analiza wykazała, że w okresie ostatnich ponad 10 lat zaszły daleko idące zmiany. Zmianom uległy zarówno przepisy krajowe, jak i wymagania Dyrektyw UE. Również rozwój techniki oraz modelowania fizyki budynków spowodował, że wiele z obowiązujących przepisów i założeń stało się nieaktualnych. W związku z tym nie można w sposób prosty, zmieniając kilka formuł i wartości domyślnych, dostosować aktualnej metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynków oraz świadectw charakterystyki energetycznej do metodyki zgodnie z aktualnymi wymaganiami prawnymi i stanem szeroko pojętego postępu technicznego. Zmiany muszą być gruntowne i obejmować nie tylko metody obliczenia, lecz także cały system świadectw charakterystyki energetycznej. Jedynie w ten sposób będzie można wykorzystać w przyszłości metodykę (i system świadectw) nie tylko do wyznaczania charakterystyki energetycznej, lecz także do opracowania audytów energetycznych budynków i ich systemów technicznych. Podejście takie pozwoli na ujednoczenie metod obliczania stosowanych obecnie w różnych celach, a co bardziej istotne uwzględni postęp technologiczny i stopień wyposażenia budynków w nowoczesne technologie oraz integrację budynku z sieciami zewnętrznymi.

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

SCHE/3743/174/2016

OCENIANY BUDYNEK

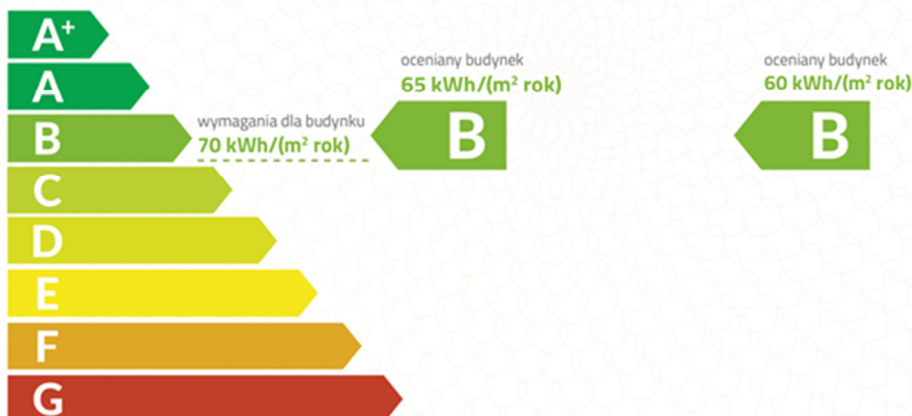
Rodzaj budynku	budynek mieszkalny	
Przeznaczenie budynku	jednorodzinny	
Adres budynku	-	
Rok oddania do użytkowania budynku	2021	
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza	120 m ²	
Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU	50 kWh/(m ² rok)	
Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK	70 kWh/(m ² rok)	

Ogrzewanie i wentylacja Chłodzenie Ciepła woda użytkowa Oświetlenie

KLASA ENERGETYCZNA

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP*

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED**



*Uzyskanie niskiej wartości wskaźnika EP oznacza wysoką efektywność energetyczną budynku, co przyczynia się do ochrony zasobów naturalnych i środowiska

**Uzyskanie niskiej wartości wskaźnika ED wskazuje na wysokosprawnie oceniane systemy techniczne w budynku, wysoką efektywność energetyczną oraz niskie koszty eksploatacji budynku. Ujemne wartości wskaźnika ED oznaczają, że wyeksportowano więcej energii niż dostarczono do zaspokojenia jego potrzeb

WSKAŹNIKI ŚRODOWISKOWE

Łączna, roczna emisja CO₂ wynikająca z zapotrzebowania energii **6 t/rok**

Odszetek energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zapotrzebowaniu energii **25%**

Ocena względnej emisji zanieczyszczeń



Imię i nazwisko: Robert Gawrysiak
 Nr wpisu do wykazu: 3743
 Data wystawienia: 2016-09-08

Robert Gawrysiak
PODPIS

Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona pierwsza

Spis treści

1.	Wprowadzenie.....	31
1.1	Przedmiot i cel ekspertyzy	33
1.2	Opis metodologii, przebiegu oraz sposobu realizacji ekspertyzy	33
1.2.1	Zadanie 1. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania.....	34
1.2.2	Zadanie 2. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na prostej metodzie godzinowej.....	35
1.2.3	Zadanie 3. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii.....	36
1.2.4	Zadanie 4. Ocena wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	36
1.2.5	Zadanie 5. Sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej.....	38
1.2.6	Zadanie 6. Wyrażanie charakterystyki energetycznej w postaci klas energetycznych.....	38
1.2.7	Zadanie 7. Nowe rozwiązania w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej.....	39
2.	Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania.....	40
2.1	Ogólna ocena aktualnego stanu prawnego.....	40
2.2	Metodyka obliczania wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię EP, ED, EK, EU oraz udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową U_{oze}	44
2.2.1	Metodyka obliczania wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię EP, ED, EK, EU	44
2.2.2	Metodyka obliczania udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową U_{oze}	52
2.2.2.1	Ocena stanu istniejącego.....	52
2.2.2.2	Propozycja zmian.....	57
2.3	Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia	58
2.3.1	Ocena aktualnej metodyki obliczeń.....	58
2.3.2	Propozycje zmian w metodyce obliczeń	69
2.3.3	Wybór metody obliczania zapotrzebowania na energię użytkową w zależności od rodzaju budynku.....	72
2.3.4	Procedury obliczeń miesięcznych podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia	75
2.3.4.1	Zasada.....	75
2.3.4.2	Stosowany przedział czasu i okres obliczeń.....	75

2.3.4.3	Procedury podziału na strefy cieplne.....	75
2.3.4.4	Postanowienia ogólne podziału na strefy cieplne.....	75
2.3.4.5	Przyległe strefy niekondycjonowane cieplnie	79
2.3.4.6	Procedury obliczania temperatury oraz współczynnika dostosowania i rozkładu przyległej strefy niekondycjonowanej cieplnie.....	80
2.3.4.7	Temperatura obliczona w przyległej strefie niekondycjonowanej cieplnie jako zmienna wyjściowa.....	81
2.3.4.8	Współczynnik dostosowania i rozkładu.....	82
2.3.4.9	Obliczanie zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia.....	83
2.3.4.10	Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania.....	83
2.3.4.11	Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia.....	84
2.3.4.12	Całkowita ilość przenieszonego ciepła i zyski ciepła	85
2.3.4.13	Wymiana ciepła przez przenikanie	86
2.3.4.14	Przenoszenie ciepła przez wentylację.....	88
2.3.4.15	Wewnętrzne zyski ciepła	89
2.3.4.16	Zyski ciepła od słońca.....	90
2.3.4.17	Wewnętrzna efektywna pojemność cieplna strefy	93
2.3.4.18	Współczynniki wykorzystania.....	95
2.3.4.19	Stała czasowa strefy cieplnej.....	97
2.3.4.20	Temperatury obliczeniowe strefy dla ogrzewania i chłodzenia.....	98
2.3.4.20.1.	Temperatury nastawy i tryby pracy.....	98
2.3.4.20.2.	Ogrzewanie i chłodzenie przy stałej temperaturze nastawy.....	98
2.3.4.20.3.	Ogrzewanie przy zmiennej temperaturze nastawy	98
2.3.4.20.4.	Poprawki dla okresowego chłodzenia.....	101
2.3.4.21	Wskaźnik przegrzania	101
2.4	Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię do przygotowania c.w.u.	102
2.4.1	Roczne średnie zużycie ciepłej wody.....	103
2.4.2	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.	106
2.5	Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby systemu wbudowanej instalacji oświetlenia.....	107
2.5.1	Ocena aktualnej metodyki obliczeń.....	107
2.5.2	Propozycje zmian w metodyce obliczeń	108
2.6	Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby systemów technicznych	111
2.6.1	Ocena aktualnej metodyki obliczeń.....	111

2.6.2	Propozycje zmian w metodyce obliczeń	115
2.6.2.1	Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową do napędu pomp obiegowych	115
2.6.2.2	Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą do napędu pomp cyrkulacyjnych na potrzeby ciepłej wody użytkowej	122
2.6.2.3	Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową do napędu pompy ładującej zasobnik ciepła w systemie ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz pompy w instalacji solarnej	127
2.6.2.4	Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową do napędu wentylatorów	128
2.7	Wartości współczynników domyślnych określonych w metodyce obliczeń	133
2.7.1	Ocena i propozycje zmian w zakresie sprawności całkowitej systemów	133
2.7.1.1	System ogrzewania	133
2.7.1.1.1.	Sprawność źródeł ciepła	134
2.7.1.1.2.	Straty ciepła związane z działaniem systemu regulacji, wykorzystaniem emisji ciepła w pomieszczeniach	140
2.7.1.1.3.	Straty ciepła związane z przesyłem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej.	146
2.7.1.2	Instalacja przygotowania ciepłej wody użytkowej	151
2.7.1.2.1.	Straty ciepła związane z przesyłem ciepłej wody użytkowej do zaworów czerpalnych	151
2.7.1.2.2.	Średnia roczna sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu (CO i CWU)	154
2.7.1.3	System chłodzenia	158
2.7.1.3.1.	Średni sezonowy współczynnik efektywności energetycznej wytwarzania chłodu	158
2.7.1.3.2.	Średnia sezonowa sprawność przesyłu chłodu ze źródła chłodu do przestrzeni chłodzonej	159
2.7.1.3.3.	Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej	159
2.7.1.3.4.	Średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia	159
2.7.2	Ocena i propozycje zmian w zakresie mocy elektrycznej i czasu działania urządzeń pomocniczych	160
2.7.3	Ocena i propozycje zmian w zakresie określania strumienia powietrza wentylacyjnego i wentylacji hybrydowej	164
2.7.3.1	Ocena obecnego sposobu wyznaczania strumienia powietrza	164
2.7.3.2	Propozycje zmian sposobu wyznaczania strumienia powietrza	170
2.7.3.2.1.	Wyznaczanie średniego strumienia powietrza zewnętrznego	170

2.7.3.2.2.	Współczynnik dostosowania temperatury	171
2.7.3.2.3.	Podstawowy strumień powietrza wentylacyjnego.....	176
2.7.3.2.4.	Dodatkowy strumień powietrza wentylacyjnego	177
2.7.4	Ocena i propozycje zmian w zakresie określania jednostkowych wewnętrznych zysków ciepła.....	179
3.	Metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na prostej metodzie godzinowej.....	199
3.1	Ocena aktualnego stanu prawnego.....	205
3.2	Propozycje nowej metodyki obliczeń	206
3.3	Implementacja na poziomie krajowym metody godzinowej obliczania zapotrzebowania na energię użytkową w budynkach	213
4.	Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii.....	222
4.1	Metoda zużyciowa w świetle Dyrektyw Europejskich.....	222
4.2	Metoda zużyciowa w świetle norm europejskich.....	225
4.3	Przykład kraju, który z sukcesem wdrożył metodę zużyciową.....	226
4.4	Metoda zużyciowa w świetle prawa polskiego	229
4.5	Ocena implementacji przez Polskę możliwości wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii.....	232
4.6	Posumowanie i rekomendacje.....	235
5.	Ocena wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej	236
5.1	Przegląd aktów prawnych i normatywnych określających współczynniki nakładu energii pierwotnej w Europie i Polsce.....	236
5.1.1	Definicje i zakres stosowania	236
5.1.2	Współczynniki nakładu energii pierwotnej w Europie.....	238
5.2	Przegląd metod wyznaczania współczynników nakładów dla energii elektrycznej	243
5.3	Wartości wskaźników nakładu energii pierwotnej dla źródeł energii zużywanej na miejscu	246
5.3.1	Wyznaczanie wskaźników nakładu energii pierwotnej dla paliw z uwzględnieniem całego łańcucha dostaw (podejście oparte na cyklu życia)	246
5.3.2	Uproszczenie PEF dla paliw, przykłady w obecnych przepisach krajowych.....	247
5.4	Propozycja rekomendowanej wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miksu energii elektrycznej w Polsce.	248
5.5	Propozycja rekomendowanych wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych typów systemów ciepłowniczych.....	253
5.6	Propozycje wartości wskaźników nakładu w_i dla potrzeb sporządzania charakterystyki energetycznej budynków	258

6.	Porównanie wyników obliczeń wykonanych metodą miesięczną, godzinową oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	260
6.1	Obliczenia dla budynku jednorodzinnego	260
6.2	Obliczenia dla budynku wielorodzinnego	265
6.3	Obliczenia dla budynku biurowego	270
6.4	Obliczenia dla budynku zamieszkania zbiorowego	276
6.5	Obliczenia dla budynku opieki zdrowotnej	280
6.6	Obliczenia dla budynku magazynowego	285
6.7	Podsumowanie analizy porównawczej wyników obliczeń metody miesięcznej i godzinowej	289
7.	Sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej	291
7.1	Ocena aktualnego stanu prawnego w Polsce	291
7.2	Ocena krajowego sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej - formy i zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej budynków	299
7.3	Sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej w krajach EU	305
7.4	Propozycje zmian stanu istniejącego	312
8.	Wyrażanie charakterystyki energetycznej w postaci klas energetycznych	321
8.1	Ogólna ocena stanu istniejącego w krajach EU	321
8.2	Propozycja zastosowania klasy charakterystyki energetycznej	323
8.3	Opis procedury określania klasy charakterystyki energetycznej	329
9.	Nowe rozwiązania w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej	349
9.1	Ocena emisji zanieczyszczeń z budynku	349
9.1.1	Propozycja metody określania oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku	350
9.1.1.1	Przegląd wybranych źródeł wskaźników emisji	352
9.1.1.2	Określenie referencyjnych wielkości emisji	357
9.1.1.3	Skala oceny względnej emisji zanieczyszczeń	358
9.1.1.4	Procedura obliczeniowa oceny względnej emisji zanieczyszczeń	359
9.1.1.5	Uwagi końcowe dotyczące oceny względnej emisji zanieczyszczeń	360
9.2	Ograniczenie udziału kominka na biomasę jako drugiego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u.	361
9.3	Ocena elementów budynku w celu poprawy charakterystyki energetycznej	366
9.3.1	Ocena efektywności energetycznej przegród	366
9.3.2	Ocena efektywności energetycznej systemów technicznych	368
9.3.3	Ocena ryzyka przegrzewania	371

9.3.4	Ocena systemu wentylacji	371
9.3.5	Ocena szczelności powietrznej obudowy budynku	372
9.3.6	Zalecenia dotyczące poprawy charakterystyki energetycznej.....	373
9.4	Narzędzie do wyszukiwania źródeł finansowania przedsięwzięć modernizacyjnych..	375
10.	Podsumowanie	378
11.	Wnioski końcowe.....	383
12.	Wykaz źródeł.....	390
	Załączniki.....	399

Spis rysunków

Rys. 1 Ilustracja trendu zmian stopniodni ogrzewania (a) i stopniodni chłodzenia (b) dla Polski policzona na wg metody Eurostatu i na podstawie danych Eurostatu z lat 1975–2018	43
Rys. 2 Granice bilansowe zapotrzebowania na energię, lokalnej energii odnawialnej, energii użytkowej, energii dostarczonej do systemu oraz energii dostarczonej netto systemu.....	45
Rys. 3 Zewnętrzna a) i wewnętrzna b) strefa niekondycjonowana cieplnie	80
Rys. 4 Schemat blokowy ilustrujący metody określania zapotrzebowania na energię lub zużycia energii w systemie oświetlenia	109
Rys. 5 Klasyfikacja efektywności zasobników wody w zależności od pojemności [Instal Reporter 10/2018].....	156
Rys. 6 Ilustracja wielkości średniego strumienia powietrza w sezonie ogrzewczym dla przykładowego budynku mieszkalnego wielorodzinnego wyznaczonego różnymi metodami	168
Rys. 7 Schemat modelu 5R1C sieci przepływu ciepła prostej metody godzinowej wycofanej normy PN-EN ISO 13790.....	203
Rys. 8 Ogólny schemat metod obliczania normy PN-EN ISO 52016-1 oraz norm przez nią powołanych	207
Rys. 9 Związek pomiędzy metodami obliczeń opisanymi w normie PN-EN ISO 52016-1	209
Rys. 10 Porównanie modeli matematycznych prostej metody godzinowej według normy PN-EN ISO 13790 oraz metody godzinowej według normy PN-EN ISO 52016-1	211
Rys. 11 Podział krajów UE ze względu na rodzaj metody obliczeniowej wdrożony w ramach systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków ′′ (projekt mapy: Showeet).	220
Rys. 12 Przepływ informacji w metodzie zużyciowej oraz w metodzie obliczeniowej (opracowano na podstawie).....	223
Rys. 13 Zestawienie wskaźników energetycznych budynku w zależności od przyjętej metody obliczeń oraz okresu analizy danych (źródło: Kurtz-Orecka, 2015).....	234
Rys. 14 Roczne zużycie gazu ziemnego [m ³] w analizowanym budynku w poszczególnych latach (źródło: Kurtz-Orecka, 2015).....	234
Rys. 15 Wskaźniki energii pierwotnej. Źródło: PN-EN ISO 52000.....	238
Rys. 16 Przykładowe wartości współczynników nakładu dla paliw w wybranych krajach UE	247
Rys. 17 Zależność PEF dla ogrzewania pompą ciepła od PRF dla energii elektrycznej (obliczenia własne).....	251
Rys. 18 Zależność wskaźników emisji CO ₂ dla ogrzewania pompą ciepła od wskaźników emisji CO ₂ dla energii elektrycznej (obliczenia własne).....	252
Rys. 19 Zależność w _i dla ciepła sieciowego od wskaźnika nakładu energii pierwotnej oraz udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu dla przykładowego systemu ciepłowniczego (założenia: straty przesyłu 0,12, sprawność całkowita CHP 0,85, sprawność kotłów 0,85, współczynnik skojarzenia 0,4, udział biomasy 0,5) – obliczenia własne	253

Rys. 20 Przepływ energii dla rzeczywistego systemu scentralizowanego ogrzewania	255
Rys. 21 Współczynnik w_i dla ciepła sieciowego w zależności od udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu oraz sprawności elektrycznej układu kogeneracyjnego zasilanego paliwem kopalnym (założenia: straty przesyłu 0,05, sprawność całkowita CHP 0,85, sprawność kotłów 0,9, w_i dla energii elektrycznej 2,5) – obliczenia własne.....	257
Rys. 22 Współczynnik w_i ciepła sieciowego w zależności od udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu oraz udziału biomasy w paliwie (założenia: straty przesyłu 0,05, sprawność całkowita CHP 0,8, sprawność kotłów 0,9, współczynnik skojarzenia 0,4, w_i dla energii elektrycznej 2,5) – obliczenia własne	257
Rys. 23 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku jednorodzinnego.....	260
Rys. 24 Rzut parteru analizowanego budynku jednorodzinnego (model).....	261
Rys. 25 Rzut pierwszego piętra analizowanego budynku jednorodzinnego (model).....	261
Rys. 26 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek jednorodzinny....	263
Rys. 27 Rzut parteru analizowanego budynku wielorodzinnego	265
Rys. 28 Rzut piętra powtarzalnego analizowanego budynku wielorodzinnego	266
Rys. 29 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku wielorodzinnego	267
Rys. 30 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek wielorodzinny....	268
Rys. 31 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku biurowego	270
Rys. 32 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku biurowego (model)	271
Rys. 33 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek biurowy	273
Rys. 34 Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia – budynek biurowy.....	273
Rys. 35 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku zamieszkania zbiorowego	276
Rys. 36 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku zamieszkania zbiorowego (model).....	277
Rys. 37 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek zamieszkania zbiorowego	278
Rys. 38 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku opieki zdrowotnej	281
Rys. 39 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku opieki zdrowotnej (model)	281
Rys. 40 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek opieki zdrowotnej	283
Rys. 41 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku magazynowego.....	285
Rys. 42 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku magazynowego (model)...	286
Rys. 43 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek magazynowy	287
Rys. 44 Wzór świadectwa budynku strona pierwsza	295
Rys. 45 Wzór świadectwa budynku strona druga.....	296

Rys. 46 Wzór świadectwa budynku strona trzecia.....	297
Rys. 47 Wzór świadectwa budynku strona czwarta.....	298
Rys. 48 Wiarygodność danych dostarczonych przez świadectwa charakterystyki energetycznej w opinii respondentów, źródło: ZEBRA 2020.....	301
Rys. 49 Wiarygodność i użyteczność świadectw charakterystyki energetycznej, źródło: ZEBRA 2020	302
Rys. 50 Ocena punktowa formy świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce (oś pionowa liczba odpowiedzi), źródło: warsztaty BPIE.....	304
Rys. 51 Poziom przyjazności i przydatności dla użytkowników świadectw charakterystyki energetycznej budynków, źródło: raport D2.1, QualDeEPC.....	306
Rys. 52 Poprawa sposobu formułowania i prezentowania zaleceń dotyczących głębokiej termomodernizacji budynków (kraje z podkreślonymi granicami to partnerzy projektu QualDeEPC), źródło: raport D2.1, QualDeEPC.....	307
Rys. 53 Państwa członkowskie, w których we wrześniu 2017 r. zidentyfikowano badania analizujące wpływ świadectw na wartość nieruchomości, źródło: Impact of the EPC on the property value, Concerted Action EPBD	308
Rys. 54 Zmiany układu graficznego – brak (kolor niebieski), pewne zmiany (kolor pomarańczowy), istotne zmiany (kolor zielony), Concerted Action EPBD.....	309
Rys. 55 Wprowadzony w 2019 roku nowy wzór świadectwa charakterystyki energetycznej w regionie Walonii, Belgia a) pierwsza strona z podaną klasą energetyczną, b) druga strona z oceną elementów budynku	310
Rys. 56 Kolejne strony świadectwa charakterystyki energetycznej w regionie Walonii, Belgia a) zakres i koszty proponowanych usprawnień, b) możliwa do osiągnięcia poprawa efektywności energetycznej oraz dodatkowe informacje.....	311
Rys. 57 Wprowadzony w 2013 roku nowy wzór świadectwa charakterystyki energetycznej w Portugalii a) pierwsza strona z podaną klasą energetyczną i oceną innych elementów budynku b) trzecia strona prezentująca zalecenia modernizacyjne, ich efekty oraz możliwości wsparcia.....	312
Rys. 58 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona pierwsza	314
Rys. 59 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona druga.....	316
Rys. 60 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona trzecia	317
Rys. 61 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona czwarta.....	318
Rys. 62 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona piąta.....	319
Rys. 63 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona szósta	320

Rys. 64 Zmiany w zakresie skali klas energetycznych dokonywane w krajach EU, źródło: Changes in EPCs scales and layouts, Concerted Action EPBD	321
Rys. 65 Domyślny wzór pierwszej strony świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, zawierającej klasy energetyczne, źródło: ISO 52003-1.....	325
Rys. 66 Schemat procedury oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku.	351
Rys. 67 Wyniki ankiety przeprowadzonej wśród użytkowników kominków na drewno.....	364
Rys. 68 Deklarowane udziały wykorzystania paliw na świadectwach energetycznych.....	365
Rys. 69 Schemat koncepcji narzędzia do wyszukiwania finansowania.....	376

Spis tabel

Tab. 1 Zestawienie dyrektyw europejskich i wprowadzających je wybranych przepisów krajowych.....	31
Tab. 2 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 1 – metoda z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	54
Tab. 3 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 1 – metoda oparta o ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompę ciepła.....	54
Tab. 4 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 2 – metoda z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	55
Tab. 5 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 2 – metoda oparta o ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompę ciepła.....	56
Tab. 6 Wybór między godzinową a miesięczną metodą obliczania w zależności od rodzaju obiektu.....	73
Tab. 7 Domyślne wartości wewnętrznej jednostkowej pojemności cieplnej.....	94
Tab. 8 Jednostkowe wartości zapotrzebowania na ciepłą wodę w zależności od rodzaju obiektu (opracowana na podstawie „...”)	104
Tab. 9 Wyznaczanie liczby mieszkańców i osób korzystających z c.w.u. dla budynków mieszkalnych	105
Tab. 10 Współczynniki korekcyjne karm z uwagi na zastosowanie urządzeń i armatury powodującej redukcję zużycia wody.....	106
Tab. 11 Zakresy temperatur przyjmowanych do obliczeń c.w.u.	107
Tab. 12 Czas użytkowania oświetlenia zgodnie z załącznikiem normy PN-EN 15193-1.....	110
Tab. 13. Współczynniki korekcyjne uwzględniające sprawność instalacji	116
Tab. 14. Zalecane wartości spadku ciśnienia na danych elementach instalacji wodnych	118
Tab. 15. Stałe do wyznaczenia współczynnika korekcyjnego dla sterowania pracą pompy obiegowej.....	119
Tab. 16. Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych	120
Tab. 17. Zapotrzebowanie na energię elektryczną pompy obiegowej instalacji c.o. dla domu jednorodzinnego $E_{d,el}$ [kWh/(m ² rok)].....	121
Tab. 18. Zapotrzebowanie na energię elektryczną pompy obiegowej instalacji c.o. dla budynku wielorodzinnego $E_{d,el}$ [kWh/(m ² rok)]	121
Tab. 19. Zalecane wartości spadku ciśnienia w danych elementach instalacji cyrkulacyjnej c.w.u.....	124
Tab. 20. Stałe do wyznaczenia współczynnika korekcyjnego dla sterowania pracą pompy...	125
Tab. 21. Czas pracy pompy cyrkulacyjnej na potrzeby c.w.u.	126
Tab. 22. Dane przyjęte do obliczeń porównawczych dla budynku wielorodzinnego	126

Tab. 23. Zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu pompy cyrkulacyjnej instalacji c.w.u. dla budynku wielorodzinnego.....	127
Tab. 24 Wartości wskaźnika P_{SFP} w zależności od kategorii zgodnie z normą PN-EN 16798-3	129
Tab. 25 Zalecana kategoria wartości wskaźnika SFP w zależności od typu instalacji przywołana w normie PN-EN 16798-3	129
Tab. 26. Zalecane wartości wskaźnika SFP w zależności od typu instalacji.....	131
Tab. 27. Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych	132
Tab. 28. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu wentylatorów dla budynku jednorodzinnego $E_{v,el}$ [kWh/(m ² rok)].....	132
Tab. 29. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu wentylatorów dla budynku biurowego $E_{v,el}$ [kWh/(m ² rok)]	132
Tab. 30 Porównanie wartości sprawności określonej na podstawie normy PN-EN 15316 4-1, oraz wartości sprawności przedstawionych w metodologii Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	135
Tab. 31 Wartości sprawności kotłów na paliwa stałym przedstawione w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	136
Tab. 32 Wymagane wartości sprawności kotłów na paliwa stałe zgodnie z PN-EN 303:5 2012	137
Tab. 33 Proponowana tabela wartości sprawności kotłów na paliwa stałe	137
Tab. 34 Sprawności węzłów cieplnych dla dwóch wariantów budynków referencyjnych NAPE	138
Tab. 35 Proponowane wartości sprawności węzłów cieplnych.....	138
Tab. 36 Średnia sezonowa efektywność grzewcza pomp ciepła w zależności od wymaganej temperatury podgrzewanego czynnika oraz wykorzystywanego dolnego źródła ciepła	139
Tab. 37 Sprawności instalacji grzejnikowych (wysokość pomieszczenia <4m)	141
Tab. 38 Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania wodnego z grzejnikami członowymi lub płytowymi	142
Tab. 39 Sprawności ogrzewania zintegrowanego z powierzchnią przegród (wysokość pomieszczenia <4m)	142
Tab. 40 Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania zintegrowanego z powierzchnią przegród.....	143
Tab. 41 Sprawności ogrzewania z grzejnikami elektrycznymi (wysokość pomieszczenia <4m)	144
Tab. 42 Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania z grzejnikami elektrycznymi	145
Tab. 43 Sprawności ogrzewania powietrznego (wysokość pomieszczenia <4m).....	145

Tab. 44 Porównanie wartości sprawności regulacji i wykorzystania określonej na podstawie normy PN-EN 15316 2-1, oraz na podstawie metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	146
Tab. 45 Przybliżone długości przewodów dla instalacji dwu- i jednorurowych	148
Tab. 46 Wartości dodatku do długości ze względu na straty ciepła zainstalowanej armatury	148
Tab. 47 Wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła przewodów z zależności od średnicy nominalnej oraz grubości zastosowanej izolacji	149
Tab. 48 Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych	150
Tab. 49 Wyniki obliczeń porównawczych metod określania sprawności przesyłu ciepła w instalacji grzewczej	150
Tab. 50 Przybliżone długości przewodów dla instalacji ciepłej wody	152
Tab. 51 Przyjmowane w obliczeniach wartości współczynnika $b_{w,d}$	153
Tab. 52 Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych	153
Tab. 53 Wyniki obliczeń porównawczych metod określania sprawności przesyłu ciepłej wody	154
Tab. 54 Przyjęte w obliczeniach podstawowe parametry budynków	156
Tab. 55 Porównanie sprawności określonych na podstawie tabeli oraz metodyki wskaźnikowej przedstawionej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	156
Tab. 56 Zakresy wartości straty postojowej dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE	157
Tab. 57 Obliczone wartości sprawności magazynowania dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE	157
Tab. 58. Wyniki analizy jednostkowej mocy do napędu pomocniczego i regulacji kotła (na podstawie danych technicznych urządzeń)	161
Tab. 59. Podsumowanie propozycji zmian w zakresie mocy elektrycznej i czasu działania urządzeń	162
Tab. 60 Porównanie strumieni powietrza wyznaczonych wg Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) i według PN-B-03430	165
Tab. 61 Wartości współczynnika uwzględniającego rodzaj sterowania strumienia podstawowego w okresie użytkowania obiektu, w przypadku braku informacji w budowlanej dokumentacji technicznej	173
Tab. 62 Wartości współczynnika uwzględniającego rodzaj sterowania strumienia podstawowego w okresie nieużytkowania obiektu, w przypadku braku informacji w budowlanej dokumentacji technicznej	175
Tab. 63 Jednostkowy strumień powietrza wentylacyjnego w odniesieniu do pola powierzchni użytkowej podłogi strefy ciepłej	177
Tab. 64 Wartości współczynników osłonięcia e i f	179

Tab. 65 Wartości obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła q_{int} [W/m ²] zgodnie z Rozporządzeniem (Dz.U. z 2015 poz. 376)	180
Tab. 66 Struktura powierzchni przykładowego budynku jednorodzinnego.....	182
Tab. 67 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku jednorodzinnego	182
Tab. 68 Harmonogram użytkowania – użytkownicy budynek jednorodzinny	182
Tab. 69 Harmonogram użytkowania – urządzenia budynek jednorodzinny	183
Tab. 70 Harmonogram użytkowania – oświetlenie budynek jednorodzinny	184
Tab. 71 Struktura powierzchni przykładowego mieszkania w budynku wielorodzinnym....	184
Tab. 72 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego mieszkania w budynku wielorodzinnym.....	185
Tab. 73 Harmonogram użytkowania – użytkownicy mieszkanie w budynku wielorodzinnym	185
Tab. 74 Harmonogram użytkowania – urządzenia mieszkanie w budynku wielorodzinnym	186
Tab. 75 Harmonogram użytkowania – oświetlenie mieszkanie w budynku wielorodzinnym	186
Tab. 76 Struktura powierzchni przykładowego budynku biurowego	187
Tab. 77 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku biurowego.....	187
Tab. 78 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek biurowy	188
Tab. 79 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki.....	188
Tab. 80 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki	189
Tab. 81 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki	189
Tab. 82 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby opieki zdrowotnej.....	190
Tab. 83 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby opieki zdrowotnej.....	190
Tab. 84 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby opieki zdrowotnej	190
Tab. 85 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby gastronomii	191
Tab. 86 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby gastronomii	191
Tab. 87 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby gastronomii	191

Tab. 88 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby sportu	192
Tab. 89 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby sportu	192
Tab. 90 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby sportu	193
Tab. 91 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby handlu i usług.....	193
Tab. 92 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby handlu i usług.....	194
Tab. 93 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby handlu i usług.....	194
Tab. 94 Struktura powierzchni przykładowego budynku zamieszkania zbiorowego.....	195
Tab. 95 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku zamieszkania zbiorowego.....	195
Tab. 96 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek zamieszkania zbiorowego.....	195
Tab. 97 Udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu.....	196
Tab. 98 Zestawienie wyników obliczeń obciążenia zyskami ciepła.....	196
Tab. 99 Porównanie obciążania zyskami ciepła – budynek biurowy	197
Tab. 100 Porównanie harmonogramów użytkowania metodyki NCM i metodologii w Estonii	198
Tab. 101 Zestawienie najważniejszych systemów symulacji energetycznej budynków	212
Tab. 102 Sposoby implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków	216
Tab. 103 Zalety i wady sposobów implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków	217
Tab. 104 Narzędzia obliczeniowe stosowane do wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków w wybranych krajach UE.....	221
Tab. 105 Syntetyczne porównanie metody życiowej oraz metody obliczeniowej (tłumaczenie z Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports 2010).....	223
Tab. 106 Wymagania wg szwedzkich przepisów budowanych z 2006 r. dla budynków mieszkalnych w III strefie klimatycznej.....	227
Tab. 107 Wymagania wg szwedzkich przepisów budowanych z 2006 r. dla budynków niemieszkalnych w III strefie klimatycznej.....	228
Tab. 108 Wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w krajach UE, cz. 1.....	240
Tab. 109 Wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w krajach UE, cz. 2.....	241
Tab. 110 Wartości najczęściej raportowanych wskaźników nakładu energii pierwotnej.....	243

Tab. 111 Wyniki obliczeń PEF dla energii elektrycznej (średnie dla UE).....	245
Tab. 112 Założenia i uproszczenia do obliczeń wskaźnika nieodnawialnej energii w_i dla miksu energetycznego Polski.....	249
Tab. 113 Wyniki kalkulacji wskaźnika nieodnawialnej energii dla miksu energetycznego Polski (obliczenia własne).....	250
Tab. 114 Wskaźniki nakładu w_i dla ciepła systemowego dla różnych kategorii scentralizowanych systemów ciepłowniczych (obliczenia własne dla w_i energii elektrycznej równego 2,5).....	256
Tab. 115 Zestawienie proponowanych wartości wskaźnika w_i oraz wartości z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz.376).....	258
Tab. 116 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek jednorodzinny.	262
Tab. 117 Sprawności systemów – budynek jednorodzinny	264
Tab. 118 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek jednorodzinny	264
Tab. 119 Współczynniki nakładu – budynek jednorodzinny	264
Tab. 120 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek jednorodzinny	265
Tab. 121 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek wielorodzinny.	267
Tab. 122 Sprawności systemów – budynek wielorodzinny	269
Tab. 123 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek wielorodzinny.....	269
Tab. 124 Współczynniki nakładu – budynek wielorodzinny.....	269
Tab. 125 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek wielorodzinny	270
Tab. 126 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek biurowy	272
Tab. 127 Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia – budynek biurowy.....	272
Tab. 128 Sprawności systemów – budynek biurowy.....	274
Tab. 129 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek biurowy	275
Tab. 130 Współczynniki nakładu – budynek biurowy	275
Tab. 131 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek biurowy.....	275
Tab. 132 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek zamieszkania zbiorowego	277
Tab. 133 Sprawności systemów – budynek zamieszkania zbiorowego	279
Tab. 134 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek zamieszkania zbiorowego....	279
Tab. 135 Współczynniki nakładu – budynek zamieszkania zbiorowego.....	280
Tab. 136 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek zamieszkania zbiorowego	280
Tab. 137 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek opieki zdrowotnej	282
Tab. 138 Sprawności systemów – budynek opieki zdrowotnej.....	284

Tab. 139 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek opieki zdrowotnej	284
Tab. 140 Współczynniki nakładu – budynek opieki zdrowotnej	284
Tab. 141 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek opieki zdrowotnej	285
Tab. 142 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek magazynowy ..	287
Tab. 143 Sprawności systemów – budynek magazynowy	288
Tab. 144 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek magazynowy	288
Tab. 145 Współczynniki nakładu – budynek magazynowy	289
Tab. 146 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek magazynowy ..	289
Tab. 147 Wymagania dotyczące zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej i ocena stanu ich wdrożenia (kolor zielony – wdrożenie pełne, żółty – częściowe, czerwony – brak wdrożenia).....	299
Tab. 148 Proponowana zawartość pierwszej strony świadectwa charakterystyki energetycznej budynku w Polsce.....	313
Tab. 149 Proponowana zawartość kolejnych stron świadectwa charakterystyki energetycznej budynku w Polsce	315
Tab. 150 Sposoby wyrażania charakterystyki energetycznej w wybranych krajach UE, źródło Building Performance Institute Europe (BPIE).....	322
Tab. 151 Metodologia wyznaczania wartości granicznych EP i ED dla klas energetycznych.	326
Tab. 152 Wartości referencyjne R_r wskaźnika zapotrzebowania budynku na nieodnawialną energię pierwotną EP	327
Tab. 153 Wartości referencyjne R_r dla zapotrzebowania budynku na energię dostarczoną netto ED	328
Tab. 154 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek mieszkalny jednorodzinny, bez chłodzenia.....	329
Tab. 155 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek mieszkalny jednorodzinny, bez chłodzenia.....	329
Tab. 156 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek mieszkalny jednorodzinny, z chłodzeniem.....	330
Tab. 157 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek mieszkalny jednorodzinny, z chłodzeniem.....	330
Tab. 158 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek mieszkalny wielorodzinny, bez chłodzenia	331
Tab. 159 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek mieszkalny wielorodzinny, bez chłodzenia	331
Tab. 160 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek mieszkalny wielorodzinny, z chłodzeniem	332
Tab. 161 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek mieszkalny wielorodzinny, z chłodzeniem	332

Tab. 162 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia	333
Tab. 163 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia	333
Tab. 164 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem	334
Tab. 165 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem	334
Tab. 166 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia	335
Tab. 167 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia	335
Tab. 168 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem	336
Tab. 169 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem	336
Tab. 170 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia	337
Tab. 171 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia	337
Tab. 172 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem	338
Tab. 173 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem	338
Tab. 174 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia	339
Tab. 175 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia	339
Tab. 176 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem	340
Tab. 177 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem	340
Tab. 178 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia.....	341
Tab. 179 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia.....	341
Tab. 180 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem.....	342
Tab. 181 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem.....	342

Tab. 182 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia.....	343
Tab. 183 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia.....	343
Tab. 184 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem.....	344
Tab. 185 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem.....	344
Tab. 186 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia	345
Tab. 187 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia	345
Tab. 188 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem	346
Tab. 189 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem	346
Tab. 190 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia	347
Tab. 191 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia	347
Tab. 192 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h z chłodzeniem	348
Tab. 193 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h z chłodzeniem	348
Tab. 194 Wartości wskaźników emisji zanieczyszczeń przy zasilaniu budynku mieszkalnego w ciepło z kotła na węgiel kamienny lub brunatny (na podstawie)	354
Tab. 195 Zestawienie kombinacji paliw i rodzajów źródeł emisji, dla których w raporcie IChPW podano wskaźniki emisji (na podstawie).....	355
Tab. 196 Wskaźniki emisji dla kotła gazowego (na podstawie).....	356
Tab. 197 Fragment bazy danych o wskaźnikach emisji z projektu ZONE	357
Tab. 198 Skala oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku	358
Tab. 199 Struktura urządzeń grzewczych w budynkach jednorodzinnych w Polsce w 2015 r.	361
Tab. 200 Rodzaje kotłów grzewczych w budynkach jednorodzinnych na terenach wiejskich w 2015 r.....	362
Tab. 201 Liczba budynków jednorodzinnych w miastach i na wsi w zależności od rodzajów źródeł przygotowania ciepłej wody użytkowej	363
Tab. 202 Zestawienie wybranych technologii energooszczędnych [%] stosowanych w budynkach jednorodzinnych na podstawie świadectw energetycznych.....	363

Tab. 203 Zestawienie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ dla okien i drzwi zewnętrznych, na przestrzeni lat (źródło: Finansowanie poprawy efektywności energetycznej budynków w Polsce; BPIE 2016)	367
Tab. 204 Zestawienie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ dla wybranych przegród zewnętrznych, nieprzeźroczystych na przestrzeni lat (źródło: Finansowanie poprawy efektywności energetycznej budynków w Polsce; BPIE 2016)	367
Tab. 205 Wartości graniczne współczynników U dla poszczególnych kategorii.....	368
Tab. 206 Sprawności cząstkowe, referencyjne systemu ogrzewania.....	369
Tab. 207 Sprawności całkowite referencyjne systemu ogrzewania	369
Tab. 208 Sprawności cząstkowe, referencyjne systemu ciepłej wody użytkowej	369
Tab. 209 Sprawności całkowite referencyjne systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (centralne przygotowanie c.w.u.)	370
Tab. 210 Wartości graniczne całkowitej, rocznej sprawności systemu ogrzewania dla poszczególnych kategorii.....	370
Tab. 211 Wartości graniczne całkowitej, rocznej sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej dla poszczególnych kategorii	371
Tab. 212 Wartości graniczne średniej intensywności wentylacji i średniej sprawności odzysku ciepła.....	372
Tab. 213 Wartości graniczne współczynników n_{50} dla poszczególnych kategorii.....	373
Tab. 214 Przykładowa tabela zawierająca proponowane usprawnienia w kolejności uporządkowanej.....	373

Wykaz oznaczeń

BFS	(szw. Boverket Författningssamling)
BPS	(ang.- Building Performance Simulation)
CEN	Europejski Komitet Normalizacyjny (Comité européen de normalisation)
COP	Współczynnik efektywności energetycznej, odnoszący się do urządzeń klimatyzacyjnych pracujących w trybie grzania
c.o./CO	instalacja centralnego ogrzewania
c.t.	instalacja ciepła technologicznego
CTF	(ang. Conduction Transfer Function)
c.w.u./CWU	instalacja ciepłej wody użytkowej
ED	Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną netto
EEI	Wskaźnik efektywności energetycznej
EER	Współczynnik wydajności energetycznej, odnoszący się do urządzeń klimatyzacyjnych pracujących w trybie chłodzenia
EK	Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię końcową
EP	Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPBD CA	Projekt serwisowy „Dyrektywa o Charakterystyce Energetycznej Budynków Concerted Action”
EPC	Świadectwo Charakterystyki Energetycznej (ang. Energy Performance Certificate)
ESCO	(ang. Energy Saving Company)
ESEER	Średni europejski współczynnik efektywności odnoszący się do urządzeń klimatyzacyjnych pracujących w trybie chłodzenia
EU	Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię użytkową
FTiR	Fundusz Termomodernizacji i Remontów
HVAC	Instalacje ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (ang. Heating, Ventilation, Air-Conditioning)
IJP	Indeks Jakości Powietrza
ISO	Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (International Organization for Standardization)
JST	Jednostki Samorządu Terytorialnego
MS	Kraj członkowski UE (ang. Member State)
NCBiR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

NCM	(ang. National Calculation Method)
NIK	Najwyższa Izba Kontroli
NFOŚiGW	Narodowy Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
OZE	Odnawialne Źródła Energii
P	Regulator o działaniu proporcjonalnym
PEF	wskaźnik nakładu energii pierwotnej (ang. Primary Energy Factor)
PI	regulator o działaniu proporcjonalno całkowitym
PM	Pył zawieszony
PKN	Polski Komitet Normalizacyjny
P_{SFP}	Moc właściwa wentylatora
Rr	Wartość referencyjna reprezentująca wymagania stawiane nowym lub modernizowanym budynkom
Rs	Wartość referencyjna reprezentująca średni stan zasobów budowlanych, jako punkt odniesienia
sCOP	Sezonowy współczynnik efektywności energetycznej, odnoszący się do urządzeń klimatyzacyjnych pracujących w trybie grzania
SEER	Sezonowy współczynnik efektywności energetycznej, odnoszący się do urządzeń klimatyzacyjnych pracujących w trybie chłodzenia
SME	Małe i średnie przedsiębiorstwa (ang. Small and Medium Enterprises)
UE	Unia Europejska
WFOŚiGW	Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
WHO	Światowa Organizacja Zdrowia
w_i	Wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w wersji angielskiej PRF lub f_{Pnren})
w.l.	Instalacja wody lodowej

1. Wprowadzenie

Przepisy odnoszące się do wymagań dotyczących budynków oraz ich właścicieli i zarządców cały czas ulegają zmianom. Krajowe akty prawne mają za zadanie wdrożyć przepisy europejskie. Te wydawane są w postaci dyrektyw, gdzie umieszczane są ramy wprowadzające nowe wymagania w przepisach krajowych. W tabeli 1 przedstawiono dyrektywy europejskie oraz wprowadzające je wybrane przepisy krajowe odnoszące się do budynków i wprowadzenia w krajach członkowskich UE systemu świadectw charakterystyki energetycznej.

Tab. 1 Zestawienie dyrektyw europejskich i wprowadzających je wybranych przepisów krajowych

Przepisy europejskie	Przepisy krajowe
<ul style="list-style-type: none">• Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków¹• Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków⁵	<ul style="list-style-type: none">• Ustawa z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy – Prawo Budowlane²• Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie³• Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz ustawy o gospodarce nieruchomościami⁴• Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie⁶

¹Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (OJ L 1, 4.1.2003, p. 65–71), zwana dalej Dyrektywa 2002/91/WE.

²Ustawa z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy – Prawo Budowlane (Dz.U. z 2007 poz. 1373), zwana dalej Ustawa (Dz.U. z 2007 poz. 1373).

³Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Dz.U. z 2008 poz. 1238), zwane dalej Rozporządzenie (Dz.U. z 2008 poz. 1238).

⁴Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. „o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz ustawy o gospodarce nieruchomościami, (Dz. U. z 2009 poz. 1279), zwana dalej Ustawa (Dz. U. z 2009 poz. 1279).

⁵Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (OJ L 153, 18.6.2010, p. 13–35), zwana dalej Dyrektywa 2010/31/UE.

⁶Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 poz. 926), zwane dalej Rozporządzenie (Dz.U. z 2013 poz. 926).

- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków⁷
- Uchwała nr 91 Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie przyjęcia "Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii"⁸
- Zalecenie komisji (UE) 2016/1318 z dnia 29 lipca 2016 r. w sprawie wytycznych dotyczących promowania budynków o niemal zerowym zużyciu energii oraz najlepszych praktyk służących zapewnieniu, aby w terminie do 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii⁹
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej¹¹
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie¹⁰

Wraz z wprowadzanymi przepisami w zakresie ochrony cieplnej budynków oraz systemu świadectw charakterystyki energetycznej wydano także odpowiednie rozporządzenia dotyczące metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków i lokali mieszkalnych: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich

⁷Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2020 poz. 213), zwana dalej Ustawa (Dz. U. z 2020 poz. 213).

⁸Uchwała nr 91 Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie przyjęcia "Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii" (M.P. z 2015 poz. 614), zwana dalej Uchwała (M.P. z 2015 poz. 614).

⁹Zalecenie komisji (UE) 2016/1318 z dnia 29 lipca 2016 r. w sprawie wytycznych dotyczących promowania budynków o niemal zerowym zużyciu energii oraz najlepszych praktyk służących zapewnieniu, aby w terminie do 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii (OJ L 208, 2.8.2016, p. 46–57), zwane dalej Zalecenie 2016/1318/UE.

¹⁰Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2017 poz. 2285), zwane dalej Rozporządzenie (Dz. U. z 2017 poz. 2285).

¹¹Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (OJ L 156, 19.6.2018, p. 75–91), zwana dalej Dyrektywa 2018/844/UE.

charakterystyki energetycznej¹², oraz aktualnie obowiązujące Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej¹³ wraz ze zmianą zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej¹⁴.

Ciągłe zmiany w przepisach europejskich, a w następstwie krajowych powodują zamieszanie oraz niepewność w kwestiach związanych z budynkami: jakie wymagania stosować, kiedy wykonywać świadectwo charakterystyki energetycznej, w jakich przypadkach wykonywać kontrole systemów grzewczych i klimatyzacyjnych. Należy zatem weryfikować poprawność istniejących przepisów i aktualizować tak, aby zachowywać zgodność z przepisami europejskimi. Niniejsza ekspertyza jest odpowiedzią na taką potrzebę.

1.1 Przedmiot i cel ekspertyzy

Podstawowym celem ekspertyzy jest przegląd i weryfikacja obowiązujących przepisów dotyczących wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu wyrażania charakterystyki energetycznej w postaci świadectw charakterystyki energetycznej wraz z propozycją zmian w oparciu o następujące kryteria:

- 1) zgodność z Dyrektywą 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, z uwzględnieniem zmian wprowadzonych Dyrektywą 2018/844/UE;
- 2) prawidłowość procedur obliczeniowych oraz przyjmowanych założeń do obliczeń zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376);
- 3) adekwatności wartości współczynników, jednostkowych strat ciepła i wskaźników zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376);
- 4) czytelność i przystępność świadectw charakterystyki energetycznej, których wzór określa Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1829).

1.2 Opis metodologii, przebiegu oraz sposobu realizacji ekspertyzy

Prace nad ekspertyzą podzielono na 7 zadań merytorycznych. Poniżej przedstawiono cele i metody ich realizacji.

¹²Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2008 poz. 1240), zwana dalej Rozporządzenie (Dz. U. z 2008 poz. 1240).

¹³Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2015 poz. 376), zwana dalej Rozporządzenie (Dz. U. z 2015 poz. 376).

¹⁴Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 2019 poz. 1829), zwana dalej Rozporządzenie (Dz. U. z 2019 poz. 1829).

1.2.1 Zadanie 1. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania

W ramach analizy metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania, planuje się analizę obecnej metodologii wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową i końcową na potrzeby:

- ▶ ogrzewania i chłodzenia,
- ▶ przygotowania c.w.u.,
- ▶ wbudowanej instalacji oświetlenia,
- ▶ pomocniczych systemów technicznych.

Powyższe składowe zostaną zweryfikowane i ocenione pod kątem:

- ▶ zgodności z Dyrektywą 2010/31/UE i Dyrektywą 2018/844/UE,
- ▶ zgodności z Rozporządzeniem UE nr 1253/2014¹⁵,
- ▶ zgodności z obowiązującym Rozporządzeniem (Dz.U. z 2008 poz. 1238),
- ▶ zgodności z obowiązującymi normami, w szczególności z normami dotyczącymi:
 - ▶ energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia,
 - ▶ charakterystyki energetycznej budynków – wentylacja budynków,
 - ▶ charakterystyki energetycznej budynków – wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia,
 - ▶ instalacji ogrzewczych w budynkach – metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego,
 - ▶ cieplnych właściwości użytkowych budynków – współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację – metoda obliczania;
- ▶ prawidłowości procedur obliczeniowych,
- ▶ prawidłowości przyjmowanych założeń,
- ▶ adekwatności współczynników i wskaźników,
- ▶ zgodności współczynników z obowiązującą wiedzą techniczną i stanem techniki instalacyjnej.

Po przeprowadzeniu weryfikacji sformułowane zostaną wnioski dotyczące zmian, uzupełnień i rekomendacji w zakresie:

- ▶ sprawności całkowitej systemów,
- ▶ mocy elektrycznej i czasu działania urządzeń pomocniczych,
- ▶ strumienia powietrza wentylacyjnego i wprowadzenia do metodologii wentylacji hybrydowej,
- ▶ jednostkowych wewnętrznych zysków ciepła,

¹⁵Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1253/2014 z dnia 7 lipca 2014 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla systemów wentylacyjnych Tekst mający znaczenie dla EOG (OJ L 337, 25.11.2014, p. 8–26), zwane dalej Rozporządzenie 1253/2014/UE.

- ▶ wskaźników zapotrzebowania na c.w.u.

W wyniku dokonanej oceny przedstawione zostaną ewentualne propozycje zmiany stanu istniejącego.

Planuje się, żeby obliczając charakterystykę energetyczną budynku, w pierwszej kolejności posługiwać się danymi najbardziej odpowiadającymi rzeczywistości, w tym pochodzącymi z dokumentacji technicznej budynku, dokumentacji technicznej dostawców systemów i urządzeń lub danych eksploatacyjnych, opracowanych zgodnie z aktualnymi normami. W przypadku braku tego typu informacji, zostaną zaproponowane wartości „domyślne”, jednak nieodzwierciedlające najlepszych dostępnych na rynku technologii.

Zadanie ma na celu stworzenie metodologii obliczeń zgodnej z obowiązującymi przepisami prawnymi, aktualnymi normami oraz przyjaznej użytkownikowi.

1.2.2 Zadanie 2. Metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na prostej metodzie godzinowej

W zakresie tego zadania jest określenie możliwości zastosowania prostej metody godzinowej do wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku. Celem zadania jest analiza dostępnych metod obliczania charakterystyki energetycznej budynków z krokiem obliczania równym jednej godzinie i uwzględniającym właściwości dynamiki cieplnej budynków. W wyniku analiz metod obliczania zapotrzebowania na energię budynków wykorzystujących zależności zmiennych w czasie procesów fizycznych, w budynkach zostaną wykonane następujące zadania:

- ▶ definicja uproszczonej metody godzinowej – czym jest uproszczona metoda godzinowa, jakie są jej możliwości w zakresie przeprowadzenia analizy energetycznej budynków i stosowania w celu wyznaczenia charakterystyki energetycznej budynku;
- ▶ określenie zakresu stosowalności uproszczonej metody godzinowej – analiza, jakie budynki mogłyby podlegać obliczeniom z wykorzystaniem tej prostej metody godzinowej;
- ▶ prosta metoda godzinowa – porównanie możliwości obliczeniowych prostej metody godzinowej z metodami obliczeniowymi stosowanymi w złożonych metodach numerycznych z krokiem godzinowym;
- ▶ dyskusja na temat metod obliczania charakterystyki energetycznej budynku w pakiecie norm EPBDw ujęciu historycznym i stanie aktualnym;
- ▶ opis prostej metody godzinowej wg wycofanej normy PN-EN ISO13790¹⁶ w kontekście metod obliczania zapotrzebowania na energię budynków w poszczególnych krajach UE;
- ▶ opis godzinowej metody obliczania zawartej w przywołanej przez Dyrektywę 2018/844/UE normie PN-EN ISO 52016-1¹⁷ – analiza możliwości opracowania prostej

¹⁶PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia, zwana dalej PN-EN ISO 13790.

¹⁷PN-EN ISO 52016-1:2017-09 – wersja angielska, Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne -- Część 1: Procedury obliczania, zwana dalej PN-EN ISO 52016-1.

metody obliczania zapotrzebowania na energię w oparciu o zapisy normy PN EN ISO 52016-1;

- ▶ określenie niezbędnych danych do obliczania charakterystyki energetycznej budynku w oparciu o metodę godzinową;
- ▶ opis niezbędnych standaryzowanych parametrów użytkowania budynku, w podziale na typy budynków, wykorzystywanych w obliczeniach godzinowych,
- ▶ zalecenia dotyczące przyjmowanych założeń niezbędnych do oprogramowania metody godzinowej i konsekwencje ich stosowania, w tym wykazanie niezbędnych działań prowadzących do powstania systemu wyznaczania świadectw charakterystyki energetycznej budynków wykorzystujących prostą lub złożoną metodę godzinową.

Zakres prac przewidzianych w tym zadaniu obejmuje analizę możliwości opracowania prostej metody godzinowej i jej algorytmów dla potrzeb systemu świadectw energetycznych, oraz wskazanie działań jakie należy podjąć w celu ewentualnego opracowania takiej metody lub zbudowania systemu wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków w oparciu o złożone metody obliczania godzinowego.

1.2.3 Zadanie 3. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii

Celem zadania jest ocena poprawności metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii opisanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). Planuje się realizację tego celu w następujących krokach:

- ▶ analiza istniejącego stanu prawnego (Dyrektywy 2010/31/UE i Dyrektywy 2018/844/UE, polskie akty wprowadzające w życie ww. dyrektywy, metodologia opisana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376)),
- ▶ analiza rozwiązań stosowanych w krajach, które, wdrażając dyrektywy, zdecydowały się na wprowadzenie metody opartej na rzeczywistym zużyciu energii,
- ▶ analiza europejskich norm okołodyrektywowych odnoszących się do tej metody,
- ▶ analiza publikacji naukowych i naukowo-technicznych poruszających kwestię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii,
- ▶ opracowanie zestawu rekomendowanych zmian w obecnej metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii.

Zespół wykonujący zadanie będzie stosował następujące metody pracy:

- ▶ studia literaturowe,
- ▶ dyskusje wewnątrz zespołu realizującego zadanie,
- ▶ koordynację spójności ocen i rekomendacji z innymi zadaniami ekspertyzy,
- ▶ okresowe konsultacje ze zleceniodawcą,
- ▶ opracowanie końcowego raportu zawierającego analizę, wnioski i stosowne rekomendacje.

1.2.4 Zadanie 4. Ocena wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej

Celem tego zadania jest weryfikacja poprawności wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (w_i), stosowanych do obliczania charakterystyki

energetycznej budynków zgodnie z metodologią określoną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). Weryfikacja ta prowadzić będzie do sformułowania rekomendacji dotyczących skorygowania wartości współczynników, w tym wyeliminowania różnic występujących pomiędzy metodologiami wyznaczania zużycia energii pierwotnej dla potrzeb wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków oraz jej oszczędności w audycie efektywności energetycznej projektów inwestycyjnych, zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii¹⁸.

Zakres prac obejmuje:

- ▶ przegląd aktów prawnych i normatywnych określających współczynniki nakładu energii pierwotnej w Europie i Polsce;
- ▶ przegląd metod wyznaczania współczynników nakładów dla energii elektrycznej i ciepła sieciowego;
- ▶ propozycję rekomendowanej wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miksu energii elektrycznej;
- ▶ propozycję rekomendowanych wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych typów systemów ciepłowniczych (ciepłownie zasilane całkowicie oraz częściowo energią odnawialną, ciepłownie na paliwa odnawialne, CHP na paliwa kopalne oraz częściowo lub całkowicie odnawialne, efektywne energetycznie systemy ciepłownicze);
- ▶ propozycje wartości pozostałych wskaźników wraz z uzasadnieniem.

Metodyka pracy nad ekspertyzą obejmuje:

- ▶ badania literaturowe ukierunkowane na zagadnienia regulacji prawnych oraz stosowanych metod wyznaczania wskaźników nakładu energii pierwotnej w krajach członkowskich UE. Badania te obejmują dokumenty publikowane w ramach projektu serwisowego EPBD Concerted Action, w szczególności okresowe raporty dotyczące statusu wdrożenia Dyrektywy EPBD w poszczególnych krajach członkowskich, raporty techniczne dotyczące stosowanych metod obliczeniowych, raporty poszczególnych zespołów tematycznych (Core Teams) oraz grup między-tematycznych (Cross Cutting Teams), dokumenty normatywne ISO – CEN – PKN, publikacje naukowo-techniczne oraz stanowiska organizacji branżowych;
- ▶ określenie wartości wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miksu energetycznego Polski oraz badania parametryczne (obliczenia) wpływu wartości współczynników nakładu dla paliw oraz energii elektrycznej na wartości współczynnika nakładu dla ciepła systemowego oraz wybranych technologii zaopatrzenia w energię budynków;
- ▶ okresowe prezentacje wyników częściowych analiz i obliczeń w celu konsultacji ze zlecającą;
- ▶ Sformułowanie wniosków i rekomendacji.

¹⁸Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z 2017 poz. 1912), zwane dalej Rozporządzenie (Dz.U. z 2017 poz. 1912).

1.2.5 Zadanie 5. Sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej

W pierwszej kolejności zostanie wykonany przegląd krajowego sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej. Określona zostanie zawartość świadectwa, przedstawiony jego przykład i forma graficzna. Następnie zaprezentowane zostaną raporty, literatura i projekty, które poddawały ocenie funkcjonujące w Polsce świadectwa energetyczne. Określone zostaną mocne i słabe strony świadectwa. Dokonana zostanie ocena zgodności istniejących rozwiązań z dyrektywami EPBD.

Następnie przeprowadzone zostaną badania mające na celu znalezienie dobrych przykładów świadectw w innych krajach EU. Jako kryterium wyboru będzie brana pod uwagę zgodność z dyrektywami EPBD, akceptacja i zrozumienie przez odbiorców końcowych oraz wpływ na poprawę efektywności energetycznej nowych i istniejących budynków.

Dobre przykłady zagraniczne oraz wymagania prawne posłużą do sformułowania propozycji zmian dotyczących formy oraz zawartości świadectw charakterystyki energetycznej. Duży nacisk położony będzie na zaproponowanie rozwiązań zgodnych z dyrektywami EPBD i przywołanymi przez nią normami. Jednocześnie prowadzone prace będą miały na celu opracowanie rozwiązań zrozumiałych i atrakcyjnych dla odbiorców końcowych, czyli właścicieli i najemców budynków oraz osób zainteresowanych ich kupnem lub budową.

1.2.6 Zadanie 6. Wyrażanie charakterystyki energetycznej w postaci klas energetycznych

Cześć pierwsza to przegląd istniejących świadectw charakterystyki energetycznej w krajach UE, ze szczególnym uwzględnieniem rodzaju stosowanych klas energetycznych. Wybrane zostaną przykłady, które będą mogły służyć jako wzorzec dla rozwiązań krajowych. Szczegółowej analizie poddane zostaną zapisy normy PN-EN ISO 52003-1¹⁹, która opisuje sposoby wyrażania charakterystyki energetycznej budynku lub jego elementów za pomocą klas energetycznych.

Przeprowadzone badania będą podstawą do zaproponowania krajowego sposobu wyrażania charakterystyki energetycznej budynku w postaci klas. W toku prac zostanie wypracowana propozycja dotycząca obowiązkowych i dodatkowych wskaźników, które będą prezentowane w postaci klas. Analizowana będzie możliwość przedstawienia wskaźników zapotrzebowania na energię pierwotną, końcową, użytkową oraz emisji CO₂. W dalszej części podobne studium będzie wykonane dla elementów budynku takich jak przegrody oraz systemy techniczne.

Po wybraniu ostatecznego zakresu prezentowanych współczynników opracowana zostanie metodologia wyznaczania klas energetycznych. Będzie ona określała źródło i rodzaj wartości referencyjnych. Podana będzie procedura wyznaczania wartości granicznych dla poszczególnych klas w oparciu o wartość referencyjną. Procedura będzie bazowała na normie

¹⁹PN-EN ISO 52003-1:2017-09 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Wskaźniki, wymagania, ocena i certyfikacja -- Część 1: Ogólne aspekty i zastosowanie do całkowitych energetycznych właściwości użytkowych, zwana dalej PN-EN ISO 52003-1.

PN-EN ISO 52003-1. Obliczenia wykonane zostaną dla różnych rodzajów budynków z zastosowaniem i bez stosowania chłodzenia.

1.2.7 Zadanie 7. Nowe rozwiązania w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej

Celem zadania 7 jest propozycja nowych funkcjonalności systemu świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce lub propozycja zmian aktualnie już istniejących. Prace te mają doprowadzić do lepszej implementacji wymagań dyrektyw EPBD oraz możliwości wykorzystania systemu świadectw energetycznych do oceny modernizacji budynków w ramach różnych programów wsparcia. Do podstawowych elementów tego zadania należy:

- ▶ określanie emisji pyłów PM_{2,5} oraz PM₁₀ z budynku,
- ▶ ograniczenie udziału kominka na biomasę jako drugiego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u.,
- ▶ opracowanie dodatkowych funkcjonalności w systemie świadectw charakterystyki energetycznej.

W pierwszej kolejności przeanalizowana zostanie możliwość wprowadzenia i prezentacji na świadectwach charakterystyki energetycznej wpływu budynków na środowisko wyrażonych emisją pyłów PM_{2,5} oraz PM₁₀. W ramach prac opisane zostaną metody oceny emisji zanieczyszczeń z budynku oraz sposoby agregacji emisji różnych zanieczyszczeń w jeden wskaźnik. W ramach tego podzadania opracowana zostanie metodyka określająca wpływ budynku na powstawanie zjawiska lokalnego smogu. Opracowana metodyka będzie określała względny wpływ w odniesieniu do referencji.

Następnie przeanalizowane zostaną materiały źródłowe pokazujące wyniki świadectw charakterystyki energetycznej budynków z zastosowaniem kominka na biomasę jako drugiego źródła ciepła pokrywającego zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u. Analiza ma na celu pokazanie, że obecnie funkcjonująca metodologia obliczeń pozwala na takie przyjmowanie założeń dotyczących kominków na biomasę (jako drugich źródeł ciepła) powodujących zaniżanie obliczeniowego wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP. Zaproponowane zostaną metody pozwalające na ograniczenie takich działań, a tym samym na ograniczenie omijania wymagań prawa budowlanego.

Ostatecznie przeanalizowane zostaną wymagania dyrektyw EPBD w zakresie funkcjonalności systemu świadectw charakterystyki energetycznej. Na tej podstawie dokonana zostanie ocena implementacji przepisów w polskim ustawodawstwie. Zdefiniowane zostaną nowe funkcjonalności, takie jak np.: automatyczne rekomendacje modernizacji, wyszukiwanie programów wsparcia finansowego oraz opracowane zostaną ich wstępne koncepcje.

2. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania

2.1 Ogólna ocena aktualnego stanu prawnego

Obecna metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej została wprowadzona przez Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) w 2015 r. W ogólnym zakresie i metodzie obliczeń powieliła ona metodologię wprowadzoną jeszcze w 2008 r. (obowiązującą od 1 stycznia 2009 r.). Po ponad 10 latach funkcjonowania i rozwoju techniki instalacyjnej, obliczeniowej i budowlanej wymagane są korekty harmonizujące procedury również ze zmianami aktów prawnych, w szczególności uwzględniając:

- ▶ Dyrektywę 2018/844/UE,
- ▶ Rozporządzenie 1253/2014/UE,
- ▶ Rozporządzenie (Dz.U. z 2017 poz. 2285),

oraz aktualizacje norm, jak np.:

- ▶ PN-EN ISO 52016-1,
- ▶ PN-EN ISO 52017-1:2017-10 – wersja angielska, Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Jawne i utajone obciążenia cieplne oraz temperatury wewnętrzne -- Część 1: Ogólne procedury obliczania²⁰,
- ▶ PN-EN ISO 13789:2017-10 – wersja polska, Ciepłota właściwości użytkowe budynków - - Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację -- Metoda obliczania²¹,
- ▶ PN-EN 16798-7:2017-07, Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 7: Metody obliczeniowe służące określaniu strumieni objętościowych powietrza w budynkach, włącznie z infiltracją (Moduł M5-5)²².

Analizując metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania, można zauważyć szereg problemów wymienionych i omówionych w dalszej części rozdziału 2. Wśród najważniejszych zagadnień dotyczących przepisów prawnych, które warto uwzględnić przy zmianie obecnej metodologii, wymienić należy:

- ▶ wymaganie zapisane w art. 10, ust. 6, punkt c) Dyrektywy 2010/31/UE znowelizowane Dyrektywą 2018/844/UE, tj. metodologia obliczania zapotrzebowania na energię powinna umożliwiać ocenę działań modernizacyjnych poprzez „porównanie świadectw charakterystyki energetycznej wydanych przed renowacją i po niej”, co dotyczy szczególnie modernizacji instalacji wentylacji i ciepłej wody użytkowej;

²⁰PN-EN ISO 52017-1:2017-10 – wersja angielska, Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Jawne i utajone obciążenia cieplne oraz temperatury wewnętrzne -- Część 1: Ogólne procedury obliczania, zwana dalej PN-EN ISO 52017-1.

²¹PN-EN ISO 13789:2017-10 – wersja polska, Ciepłota właściwości użytkowe budynków -- Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację -- Metoda obliczania), zwana dalej PN-EN ISO 13789.

²²PN-EN 16798-7:2017-07, Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 7: Metody obliczeniowe służące określaniu strumieni objętościowych powietrza w budynkach, włącznie z infiltracją (Moduł M5-5), zwana dalej PN-EN 16798-7.

- ▶ wymaganie zapisane w punkcie 1 załącznika I Dyrektywy 2010/31/UE wprowadzone Dyrektywą 2018/844/UE, tj. „*Metodologia stosowana w celu ustalenia charakterystyki energetycznej budynku jest przejrzysta i otwarta na innowacje*” (np. brak możliwości wykonania obliczeń dla budynku wyposażonego w system wentylacji hybrydowej lub problematyczne ze względu na obowiązującą procedurę uwzględnienie sterowania wentylacją wg zapotrzebowania);
- ▶ wymaganie zapisane w punkcie 1 załącznika I Dyrektywy 2010/31/UE, wprowadzone Dyrektywą 2018/844/UE, stwierdzające, że: „*Państwa członkowskie opisują swoje krajowe metodologie obliczania zgodnie z załącznikami krajowymi powiązanych norm europejskich, mianowicie ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 oraz 52018-1 opracowanych na podstawie mandatu M/480 udzielonego Europejskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu*”;
- ▶ stwierdzenie w punkcie 9 preambuły Dyrektywy 2010/31/UE dotyczące metodologii, która powinna obejmować również inne niż charakterystyka cieplna czynniki, w tym m.in. jakość powietrza wewnątrz budynku;
- ▶ stwierdzenie w punkcie 25 preambuły Dyrektywy 2010/31/UE dotyczące ograniczenia możliwości przegrzewania budynków, w tym również budynków niewyposażonych w aktywny system chłodzenia, co powinno znaleźć odzwierciedlenie w opracowywaniu charakterystyki energetycznej budynków jako ważna informacja dla użytkownika;
- ▶ niezgodność klasyfikacji budynków z punktem 5 załącznika I Dyrektywy 2010/31/UE, obejmującym:
 - ▶ domy jednorodzinne różnych rodzajów,
 - ▶ bloki mieszkalne,
 - ▶ biura,
 - ▶ budynki oświatowe,
 - ▶ szpitale,
 - ▶ hotele i restauracje,
 - ▶ obiekty sportowe,
 - ▶ budynki usług, handlu hurtowego i detalicznego,
 - ▶ inne rodzaje budynków zużywających energię;
- ▶ ogólne i nieprecyzyjne odwołania do norm w metodyce obliczeń zamieszczonej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Propozycje rozwiązania powyższych problemów zostały przedstawione w kolejnych rozdziałach niniejszego dokumentu.

Z kolei rozwój techniki instalacyjnej oraz metod obliczeniowych, w tym aktualizacja wielu norm związanych z wyznaczaniem charakterystyki energetycznej budynku, powoduje konieczność aktualizacji metodologii w aspekcie merytorycznym, wśród których wymienić należy:

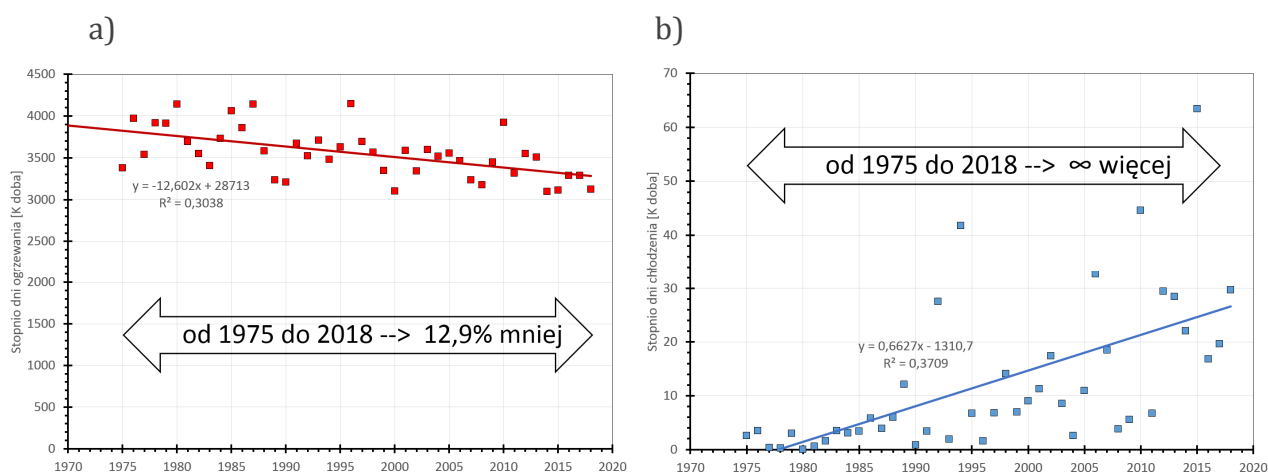
- ▶ aktualizację metodologii określania zapotrzebowania budynków na energię, w szczególności w zakresie:
 - ▶ zastosowania adekwatnych metod do budynków wyposażonych w zaawansowane systemy HVAC,

- ▶ obliczenia strumienia ciepła przenoszonego na drodze przenikania,
 - ▶ uwzględnienie prawidłowego obliczenia przenoszenia ciepła do gruntu,
 - ▶ obliczanie strat ciepła do przestrzeni zewnętrznej przez promieniowanie długofalowe,
 - ▶ określanie zysków ciepła promieniowania słonecznego przez przegrody nieprzezroczyste wraz z akumulacją tej energii w masywnych przegrodach budowlanych,
 - ▶ uwzględnienie, w przypadku braku chłodzenia w budynku, obliczenia wskaźnika możliwości przegrzewania budynku w okresie lata,
 - ▶ określania strumienia ciepła przenoszonego na drodze wentylacji, np. możliwość uwzględnienia systemów wentylacji sterowanych zgodnie z zapotrzebowaniem, możliwość określenia strumienia powietrza dla wentylacji hybrydowej itd.,
 - ▶ określania energii na potrzeby przygotowania c.w.u., np. uszczegółowienie jednostkowego zużycia c.w.u. dla różnych typów budynków, zmiana jednostki odniesienia, uwzględnienie rodzaju armatury czerpalnej oraz urządzeń do odzysku ciepła,
 - ▶ określania energii na potrzeby energii urządzeń pomocniczej, w szczególności dotyczące stałej wartości mocy jednostkowej dla danych systemów technicznych, niezależnie od typu budynku, sposobu użytkowania czy rozwiązań instalacyjnych,
 - ▶ określania sprawności systemów, w tym np. powiązanie sprawności z obowiązkową kontrolą kotłów i/lub systemów klimatyzacji;
- ▶ możliwość uwzględnienia ciepła utajonego nawilżania, odwilżania oraz innych możliwości przenoszenia ciepła utajonego wymienionych w normie PN-EN ISO 52016-1, a wpływającego na jakość powietrza wewnątrz budynku,
 - ▶ możliwość uwzględnienia pasywnych metod ograniczenia zysków ciepła i ochrony przed przegrzewaniem (w szczególności w przypadku, kiedy budynek nie jest wyposażony w aktywny system chłodzenia),
 - ▶ możliwość wykonania podstawowego i właściwego dla systemu obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową budynku, w tym ciepła jawnego dla ogrzewania i chłodzenia oraz ciepła utajonego dla nawilżania i odwilżania.

Istotnym problemem obecnej metodologii, również w kontekście przepisów prawa, jest możliwość uzyskania różnych wyników charakterystyki energetycznej poprzez zastosowanie dozwolonych Rozporządzeniem (Dz.U. z 2015 poz. 376) metod, ścieżek postępowania lub dowolności źródła przyjmowania danych. Podobną kwestią jest brak wyraźnego odwołania do dokumentacji projektowej przy przyjmowaniu części założeń do obliczeń (np. w przypadku wyznaczania strumienia powietrza dla wentylacji mechanicznej wywiewnej, zapotrzebowania na ciepłą wodę np. w budynkach użyteczności publicznej, zapotrzebowania na energię pomocniczą itd.). Często pierwszym domyślnym wyborem są wartości podane w tabelach, a dopiero gdy brak jest odpowiedniego przypadku – odesłanie do norm lub dokumentacji projektowej. Prowadzi to często do konieczności przyjmowania „gorszych”, z punktu widzenia obliczania charakterystyki energetycznej, wartości dla systemów bardziej zaawansowanych technicznie i często bardziej efektywnych energetycznie, tylko dlatego, że

proste i popularne systemy zostały w tabelach metodologii scharakteryzowane przez wartości zaniżające zapotrzebowania na energię.

Ważnym aspektem w stosunku do obowiązującej, jak i przyszłej metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków są dane typowego roku meteorologicznego. Aktualnie dostępne dane klimatyczne, używane w analizach energetycznych oraz dla potrzeb wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków, zostały opracowane w 2006 r. na podstawie danych meteorologicznych z lat 1971–2000. Obecnie na świecie dostępne są dane klimatyczne dla Polski wykorzystywane w programach do symulacji energetycznych, które zostały opracowane w Stanach Zjednoczonych na podstawie danych źródłowych z ostatnich 25 lat. Dane te niestety nie nadają się do bezpośredniego użycia w aktualnie obowiązującej metodyce obliczeń zawartej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) i zapewne nie będą mogły być użyte w nowej metodyce opartej o system norm europejskich dotyczących charakterystyki energetycznej budynków. Dodatkowym problemem są błędy w danych typowych lat meteorologicznych dla Polski, określających natężenie rozproszonego promieniowania słonecznego, które zostały dostrzeżone po ich publikacji na stronach internetowych Ministerstwa. Warto zauważyć również, że w okresie ostatnich 20 lat (czas od ostatniego roku danych meteorologicznych wykorzystanych do opracowania obecnych plików meteo na potrzeby wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków) nastąpiła istotna zmiana klimatu w Polsce. Przykładowo na rys. 1. zamieszczono trend zmiany stopniodni ogrzewania i stopniodni chłodzenia, policzonych według wytycznych Eurostatu, dla danych z obszaru Polski z lat 1975–2018.



Rys. 1 Ilustracja trendu zmian stopniodni ogrzewania (a) i stopniodni chłodzenia (b) dla Polski policzona na wg metody Eurostatu i na podstawie danych Eurostatu z lat 1975–2018

W związku z powyższymi faktami zaleca się aktualizację typowych lat meteorologicznych dla obszaru Polski, zgodnie z odpowiednimi normami europejskimi, na podstawie dostępnych danych meteorologicznych z okresu ostatnich minimum 20 lat.

2.2 Metodyka obliczania wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię EP, ED, EK, EU oraz udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową U_{oze}

2.2.1 Metodyka obliczania wskaźników rocznego zapotrzebowania na energię EP, ED, EK, EU

Dla potrzeb wyznaczenia wskaźników świadectwa charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku przyjmuje się następujące definicje:

granica systemu energii dostarczonej – umowna granica pomiędzy budynkiem, częścią budynku i jego bezpośrednim otoczeniem, w której mogą się znajdować urządzenia wytwarzające lokalną energię odnawialną dla potrzeb budynku lub części budynku. Granica systemu energii dostarczonej przechodzi przez wszystkie punkty, w których następuje rozliczenie za energię elektryczną z sieci elektroenergetycznych, ciepło z sieci ciepłowniczej, chłód z sieci centralnego chłodzenia oraz wszystkich paliw dostarczonych do wnętrza granicy systemu energii dostarczonej;

energia użytkowa – ciepło lub chłód (bez uwzględnienia strat systemowych i konwersji z jednego rodzaju energii na inny) wymagane do utrzymania zadanych parametrów cieplnych w pomieszczeniach budynku lub części budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zapotrzebowanie na energię budynku lub części budynku obejmuje: zapotrzebowanie na energię do ogrzewania pomieszczeń, chłodzenia pomieszczeń, ogrzewania powietrza wentylacyjnego, chłodzenia powietrza wentylacyjnego, nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej;

energia końcowa – energia elektryczna, energia paliw, ciepło lub chłód z lokalnych sieci wewnątrz granicy systemu energii dostarczonej. Energię końcową oblicza się na podstawie energii użytkowej, biorąc pod uwagę straty systemowe i straty konwersji energii oraz lokalnej energii odnawialnej wykorzystanej na miejscu. Źródłem energii końcowej jest energia dostarczana i/lub lokalna energia odnawialna wykorzystana na miejscu;

lokalna energia odnawialna wykorzystana na miejscu – ciepło, chłód lub energia elektryczna wytwarzane ze źródeł energii słonecznej, wiatrowej, wodnej i geotermalnej w budynku, części budynku lub w jego bezpośrednim otoczeniu, wykorzystana na miejscu. W przypadku pomp ciepła energia odnawialna pozyskiwana ze źródła energii jest uwzględniana przy obliczaniu energii zgodnie ze współczynnikiem wydajności pompy ciepła;

energia końcowa dostarczona – energia elektryczna uzyskana z sieci elektroenergetycznych lub ciepło uzyskane z sieci ciepłowniczych, lub chłód uzyskany z sieci centralnego chłodzenia, lub energia paliwa, w kWh/rok, która jest uzyskiwana od dostawców energii i paliw, i które jest wykorzystywane łącznie z lokalną energią odnawialną wykorzystaną na miejscu do pokrycia rocznej energii końcowej w budynku lub części budynku, dostarczona do granicy systemu energii dostarczonej;

energia końcowa wyeksportowana – energia elektryczna lub ciepło, lub chłód wytwarzane w budynku, części budynku lub jego bezpośrednim otoczeniu, w kWh/rok, które nie są wykorzystane na pokrycie rocznej energii końcowej w budynku lub części budynku, odprowadzane poza granicę systemu energii dostarczonej do sieci elektroenergetycznej lub lokalnej sieci ciepłowniczej, lub lokalnej sieci centralnego chłodzenia;

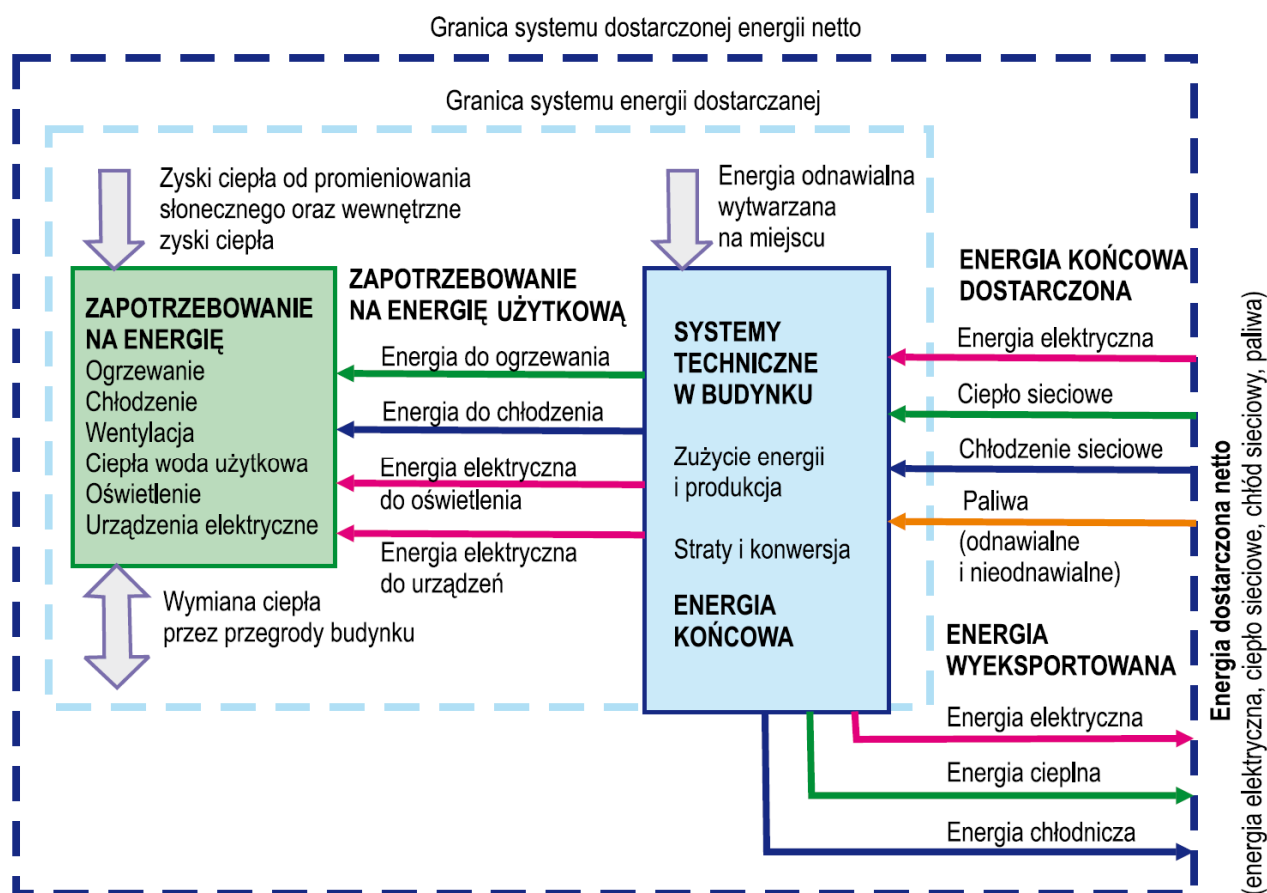
energia dostarczona netto – różnica energii końcowej dostarczonej i energii wyeksportowanej obliczana na granicy systemu energii dostarczonej;

nieodnawialna energia pierwotna – energia ze źródeł nieodnawialnych, która nie została poddana żadnemu procesowi przemiany lub transformacji, obliczana dla różnych nośników energii dostarczonej netto i wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej;

wskaźniki nakładu energii pierwotnej – czynniki uwzględniające wpływ na środowisko oraz zużycie energii pierwotnej wymaganej do wytworzenia energii dostarczonej netto;

pomieszczenia kondycjonowane ciepłnie – pomieszczenia, w których kontrolowane są parametry cieplne i/lub wilgotnościowe powietrza wewnętrznego; pomieszczenia ogrzewane i/lub chłodzone oraz nawilżane i/lub odwilżane.

Na rys. 1 przedstawiono schematycznie granice bilansowe zapotrzebowania na energię budynku lub jego części, lokalnej energii odnawialnej, energii użytkowej, systemu energii dostarczonej oraz systemu energii dostarczonej netto.



Rys. 2 Granice bilansowe zapotrzebowania na energię, lokalnej energii odnawialnej, energii użytkowej, energii dostarczonej do systemu oraz energii dostarczonej netto systemu

Charakterystykę energetyczną budynku lub jego części określają następujące wskaźniki:

- ▶ wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP , w kWh/(m² rok), obliczany za pomocą wzoru:

$$EP = \frac{Q_p}{A_f} \tag{1}$$

- ▶ wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED , w kWh/(m² rok), obliczany za pomocą wzoru:

$$ED = \frac{Q_{d,netto}}{A_f} \quad (2)$$

- ▶ wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK , w kWh/(m² rok), obliczany za pomocą wzoru:

$$EK = \frac{Q_k}{A_f} \quad (3)$$

- ▶ wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU , w kWh/(m² rok), obliczany za pomocą wzoru:

$$EU = \frac{Q_{nd}}{A_f} \quad (4)$$

gdzie:

Q_p	sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną, w kWh/rok,
$Q_{d,netto}$	sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię dostarczoną netto, w kWh/rok,
Q_k	sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię końcową, w kWh/rok,
Q_{nd}	sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię użytkową, w kWh/rok,
A_f	pole powierzchni pomieszczeń kondycjonowanych cieplnie, w m ² .

Sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną Q_p , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_p = \sum_i Q_{d,netto,i} \cdot w_i \quad (5)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii:

$Q_{d,netto,i}$	energia dostarczona netto nośnika energii i , w kWh/rok,
w_i	bezwymiarowy wskaźnik nakładu energii pierwotnej dla nośnika i energii dostarczonej netto,
i	indeks nośnika energii.

Sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię dostarczoną netto $Q_{d,netto}$, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{d,netto} = \sum_i Q_{d,netto,i} \quad (6)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii:

$Q_{d,netto,i}$ energia dostarczona netto nośnika energii i , w kWh/rok,
 i indeks nośnika energii.

Sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię końcową Q_k , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_k = \sum_i Q_{k,i} \quad (7)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii:

$Q_{k,i}$ energia końcowa nośnika energii i , w kWh/rok,
 i indeks nośnika energii.

Sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię użytkową Q_{nd} , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{nd} = \sum_i Q_{nd,i} \quad (8)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii oprócz energii elektrycznej:

$Q_{nd,i}$ energia użytkowa nośnika energii i jak określono poniżej, w kWh/rok,
 i indeks nośnika energii.

Roczne zapotrzebowanie na energię dostarczoną netto $Q_{d,netto,i}$ dla każdego nośnika energii i , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{d,netto,i} = Q_{kd,i} + Q_{kd,el} - Q_{e,i} - Q_{e,el} \quad (9)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii:

$Q_{kd,i}$ energia końcowa dostarczona przez nośnik energii i , oprócz energii elektrycznej, do granicy systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,

$Q_{kd,el}$ końcowa energia elektryczna dostarczona do granicy systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,

$Q_{e,i}$ energia wyeksportowana przez nośnik energii i , oprócz energii elektrycznej, poza granicę systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,

$Q_{e,el}$ energia elektryczna wyeksportowana poza granicę systemu energii dostarczonej, w kWh/rok.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczoną dla nośnika i energii, oprócz energii elektrycznej, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{kd,i} = Q_{k,i} - Q_{l,i} - E_{oze} \quad (10)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii:

$Q_{k,i}$ łączne zapotrzebowanie na energię końcowa dla ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody na nośnik energii i doprowadzony do granicy systemu energii dostarczonej, w kWh/rok,

$Q_{l,i}$ lokalna energia odnawialna wykorzystana na miejscu dla nośnika energii i , w kWh/rok,

E_{oze} energia odnawialna pobierana ze środowiska przez pompy ciepła i instalacje pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska, w kWh/rok.

E_{oze} jest łączną ilością energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska obliczaną ze pomocą wzoru 16.

Roczne zapotrzebowanie na końcową energię elektryczną oblicza się ze wzoru:

$$Q_{kd,el} = Q_{k,el} - Q_{l,el} = Q_{k,L} + E_{el,pom,H} + E_{el,pom,C} + E_{el,pom,W} - Q_{l,el} \quad (11)$$

gdzie, dla energii elektrycznej:

$Q_{k,el}$ łączne zapotrzebowanie na końcową energię elektryczną do oświetlenia i napędu urządzeń pomocniczych, w kWh/rok,

$Q_{l,el}$ lokalnie wytworzona odnawialna energia elektryczna wykorzystana na miejscu, w kWh/rok,

$Q_{k,L}$ roczne zapotrzebowanie na końcową energię elektryczną do oświetlenia, w kWh/rok,

$E_{el,pom,H}$ roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych **wszystkich** systemów ogrzewania, w kWh/rok,

$E_{el,pom,C}$ roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych **wszystkich** systemów chłodzenia, w kWh/rok,

$E_{el,pom,W}$ roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych **wszystkich** systemów przygotowania ciepłej wody, w kWh/rok.

Łączne zapotrzebowanie na energię końcowa dla ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody $Q_{k,i}$ na nośnik energii i doprowadzony do granicy systemu energii dostarczonej, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{k,i} = Q_{k,H,i} + Q_{k,C,i} + Q_{k,W,i} + E_{oze} \quad (12)$$

gdzie:

$Q_{k,H,i}$ roczne zapotrzebowanie na energię końcową ogrzewania dla nośnika energii i , w kWh/rok,

$Q_{k,C,i}$ roczne zapotrzebowanie na energię końcową chłodzenia dla nośnika energii i , w kWh/rok,

$Q_{k,W,i}$ roczne zapotrzebowanie na energię końcową przygotowania ciepłej wody dla nośnika energii i , w kWh/rok.

E_{oze} energia odnawialna pobierana ze środowiska przez pompy ciepła i instalacje pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska, w kWh/rok.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową ogrzewania $Q_{k,H,i}$ dla każdego nośnika energii i , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{k,H,i} = \sum_s \frac{Q_{H,nd,i,s}}{\eta_{H,tot,i,s}} \quad (13)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii oraz każdego systemu ogrzewania s :

$Q_{H,nd,i,s}$ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania w systemie s w odniesieniu do nośnika energii i , w kWh/rok,

$\eta_{H,tot,i,s}$ średnia sezonowa sprawność całkowita systemu s ogrzewania w odniesieniu do nośnika energii i .

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową chłodzenia $Q_{k,C,i}$ dla każdego nośnika energii i , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{k,C,i} = \sum_s \frac{Q_{C,nd,i,s}}{\eta_{C,tot,i,s}} \quad (14)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii oraz każdego systemu chłodzenia s :

$Q_{C,nd,i,s}$ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia w systemie s w odniesieniu do nośnika energii i , w kWh/rok,

$\eta_{C,tot,i,s}$ średnia sezonowa sprawność całkowita systemu s ogrzewania w odniesieniu do nośnika energii i .

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową przygotowania ciepłej wody $Q_{k,W,i}$ dla każdego nośnika energii i , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$Q_{k,W,i} = \sum_s \frac{Q_{W,nd,i,s}}{\eta_{W,tot,i,s}} \quad (15)$$

gdzie, dla każdego nośnika i energii oraz każdego systemu przygotowania ciepłej wody s :

$Q_{W,nd,i,s}$ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia w systemie s w odniesieniu do nośnika energii i , w kWh/rok,

$\eta_{W,tot,i,s}$ średnia sezonowa sprawność całkowita systemu s ogrzewania w odniesieniu do nośnika energii i .

Łączna ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska, E_{oze} , w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{oze} = E_{H,oze} + E_{C,oze} + E_{W,oze} \quad (16)$$

gdzie:

$E_{H,oze}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu ogrzewania, w kWh/rok,

$E_{C,oze}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu chłodzenia, w kWh/rok,

$E_{W,oze}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok.

Ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu ogrzewania $E_{H,oze}$, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{H,oze} = E_{H,oze,pc} + E_{H,oze,pas} \quad (17)$$

gdzie:

$E_{H,oze,pc}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła dla systemu ogrzewania, w kWh/rok,

$E_{H,oze,pas}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu ogrzewania, w kWh/rok,

Uwaga: w przypadku pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu ogrzewania przez instalacje techniczne budynku, przyjmuje się, że proces ten zachodzi bez strat energii.

Ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu chłodzenia $E_{C,oze}$, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{C,oze} = E_{C,oze,pc} + E_{C,oze,pas} \quad (18)$$

gdzie:

$E_{C,oze,pc}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła dla systemu chłodzenia, w kWh/rok,

$E_{C,oze,pas}$ ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu chłodzenia, w kWh/rok,

Uwaga: w przypadku pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu chłodzenia przez instalacje techniczne budynku, przyjmuje się, że proces ten zachodzi bez strat energii.

Ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej $E_{W,oze}$, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{W,oze} = E_{W,oze,pc} + E_{W,oze,pas} \quad (19)$$

gdzie:

$E_{C,oze,pc}$ ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompy ciepła dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok,

$E_{C,oze,pas}$ ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok,

Uwaga: w przypadku pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej przez instalacje techniczne budynku, przyjmuje się, że proces ten zachodzi bez strat energii.

Ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej $E_{H,oze,pc}$ wychwyconej przez pompy ciepła o wartości $\eta_{H,g}$ większej od 1, dla systemu ogrzewania, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{H,oze,pc} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s}} \left(1 - \frac{1}{\eta_{H,g}} \right) \quad (20)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}$ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji, w kWh/rok,

$\eta_{H,e}$ bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej,

$\eta_{H,d}$ bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej,

$\eta_{H,s}$ bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewania,

$\eta_{H,g}$ bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła.

Ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej $E_{C,oze,pc}$ wychwyconej przez pompy ciepła o wartości $SEER$ większej od 1, dla systemu chłodzenia, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{C,oze,pc} = \frac{Q_{C,nd}}{\eta_{C,e} \cdot \eta_{C,d} \cdot \eta_{C,s}} \left(1 - \frac{1}{SEER} \right) \quad (21)$$

gdzie:

$Q_{C,nd}$	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia, w kWh/rok,
$\eta_{C,e}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej,
$\eta_{C,d}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła chłodu do przestrzeni chłodzonej,
$\eta_{C,s}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia,
$SEER$	średni sezonowy współczynnik efektywności energetycznej wytwarzania chłodu z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła chłodu.

Ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej $E_{W,oze,pc}$ wychwyconej przez pompy ciepła o wartości $\eta_{W,g}$ większej od 1, dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok, oblicza się ze wzoru:

$$E_{W,oze,pc} = \frac{Q_{W,nd}}{\eta_{W,e} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s}} \left(1 - \frac{1}{\eta_{W,g}} \right) \quad (22)$$

gdzie:

$Q_{W,nd}$	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej, w kWh/rok,
$\eta_{W,e}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność wykorzystania ciepła,
$\eta_{W,d}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do zaworów czerpalnych,
$\eta_{W,s}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej,
$\eta_{W,g}$	bezwymiarowa średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła.

2.2.2 Metodyka obliczania udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową U_{oze}

2.2.2.1 Ocena stanu istniejącego

Jednym ze wskaźników prezentowanych na świadectwie charakterystyki energetycznej budynku jest udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię

końcową w budynku lub części budynku. Wielkość ta określa jaki udział w pokryciu zapotrzebowania na energię pochodzi z odnawialnych źródeł energii. Definicja odnawialnych źródeł energii, do której odwołuje się Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) znajduje się w Ustawie o odnawialnych źródłach energii²³ i brzmi:

„odnawialne źródło energii – odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów;”

Obecnie w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową wyraża się jako procentową wartość stosunku sumy rocznego zapotrzebowania na energię końcową dostarczoną do budynku lub części budynku przez odnawialne źródła energii odpowiednio dla systemów ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia, wbudowanej instalacji oświetlenia oraz technicznych, do rocznego zapotrzebowania na energię końcową dostarczoną do budynku lub części budynku dla systemów technicznych. W przypadku pomp ciepła o sprawności wytwarzania ($\eta_{H,g}$, $\eta_{W,g}$, $SEER$) większej od 1 wartość zapotrzebowania na energię końcową dostarczoną przez odnawialne źródło energii dla danego systemu wyznacza się jako różnicę pomiędzy rocznym zapotrzebowaniem na energię końcową dla danego systemu a rocznym zapotrzebowaniem na energię końcową podzieloną przez sprawność wytwarzania dla danego systemu. Tak określona metoda wyznaczania udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dla systemów z pompami ciepła prowadzi do błędnych wyników.

Poniżej przedstawiono przykłady wyznaczenia udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dla przykładowych danych z pompą ciepła jako źródłem ciepła w budynku.

Przykład 1.

Założenia:

- ▶ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania $Q_{H,nd}$ wynosi 10 kWh/rok,
- ▶ źródłem ciepła jest pompa ciepła o rocznej efektywności wytwarzania $\eta_{H,g}$ równej 5,0,
- ▶ iloczyn sprawności cząstkowych $\eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s}$ pozostałych składników instalacji grzewczej (sprawności regulacji i wykorzystania, sprawności przesyłu, sprawności akumulacji) wynosi 1,0,
- ▶ w budynku nie występują inne zapotrzebowania na energię.

²³ Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2020 poz. 261), zwana dalej Ustawa (Dz.U. 2020 poz. 261).

W poniższej tabeli zaprezentowano wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową oparte o metodę opisaną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 2 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 1 – metoda z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Wielkość	Wzór/oznaczenie	Wartość	Jednostka
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania	$Q_{H,nd}$	10	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania	$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / (\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s})$	2	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania zapewnione przez odnawialne źródło energii	$Q_{k,H,oze} = Q_{k,H} \cdot (1 - 1/\eta_{H,g})$	1,6	kWh/rok
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	$U_{oze} = Q_{k,H,oze} / Q_{k,H}$	80	%

Te same obliczenia powtórzono wyliczając jednak rzeczywistą ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompy ciepła uznawanej za energię ze źródeł odnawialnych. W tym przypadku należy wyznaczyć całkowite użyteczne ciepło pochodzące z pompy ciepła. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 3 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 1 – metoda oparta o ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompy ciepła

Wielkość	Wzór/oznaczenie	Wartość	Jednostka
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania	$Q_{H,nd}$	10	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania	$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / (\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s})$	2	kWh/rok
Całkowite roczne użyteczne ciepło pochodzące z pompy ciepła	$Q_{H,usable} = Q_{H,nd} / (\eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s})$	10	kWh/rok

Wielkość	Wzór/oznaczenie	Wartość	Jednostka
Ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompę ciepła	$E_{H,oze} = Q_{H,usable} \cdot \left(1 - 1/\eta_{H,g}\right)$	8	kWh/rok
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	$U_{oze} = E_{H,oze} / \left(E_{H,oze} + Q_{k,H}\right)$	80	%

Na podstawie przedstawionego przykładu widać, że zarówno przy wyznaczaniu udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową zgodnie z metodą określoną w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) oraz w oparciu o ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompę ciepła wynik jest taki sam i wynosi $U_{oze}=80\%$.

Przykład 2.

Założenia:

- ▶ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania $Q_{H,nd}$ wynosi 10 kWh/rok;
- ▶ źródłem ciepła jest pompa ciepła o rocznej efektywności wytwarzania $\eta_{H,g}$ równej 5,0;
- ▶ iloczyn sprawności cząstkowych $\eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s}$ pozostałych składników instalacji grzewczej (sprawności regulacji i wykorzystania, sprawności przesyłu, sprawności akumulacji) wynosi 1,0;
- ▶ w budynku występuje zapotrzebowania na energię elektryczną pomocniczą $E_{el,pom}$ równe 10 kWh/rok.

W poniższej tabeli zaprezentowano wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową oparte o metodę opisaną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 4 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową – przykład 2 – metoda z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Wielkość	Wzór/oznaczenie	Wartość	Jednostka
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania	$Q_{H,nd}$	10	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do	$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / \left(\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s}\right)$	2	kWh/rok

Wielkość	Wzór/oznaczenie	Wartość	Jednostka
ogrzewania			
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania zapewnione przez odnawialne źródło energii	$Q_{k,H,oze} = Q_{k,H} \cdot (1 - 1/\eta_{H,g})$	1,6	kWh/rok
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	$U_{oze} = Q_{k,H,oze} / (Q_{k,H} + E_{el,pom})$	13,3	%

Te same obliczenia powtórzono obliczając rzeczywistą ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompy ciepła uznawanej za energię ze źródeł odnawialnych. W tym przypadku należy wyznaczyć całkowite użyteczne ciepło pochodzące z pompy ciepła. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 5 Wyniki obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową - przykład 2 - metoda oparta o ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompę ciepła

Wielkość	Wzór/oznaczenie	Wartość	Jednostka
Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania	$Q_{H,nd}$	10	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania	$Q_{k,H} = Q_{H,nd} / (\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s})$	2	kWh/rok
Całkowite roczne użyteczne ciepło pochodzące z pompy ciepła	$Q_{H,usable} = Q_{H,nd} / (\eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s})$	10	kWh/rok
Ilość energii aerotermalnej, geotermalnej i hydrotermalnej wychwyconej przez pompę ciepła	$E_{H,oze} = Q_{H,usable} \cdot (1 - 1/\eta_{H,g})$	8	kWh/rok
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	$U_{oze} = Q_{k,H,oze} / (E_{H,oze} + Q_{k,H} + E_{el,pom})$	40	%

Na podstawie przedstawionego przykładu 2 widać, że w przypadku obliczeń udziału odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową z uwzględnieniem nie tylko pompy ciepła, ale także innego zapotrzebowania na energię końcową zapewnianą przez nieodnawialne źródło energii wyniki otrzymane metodą określoną w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) oraz w oparciu o ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompę ciepła różnią się między sobą. Wartość otrzymana w oparciu o metodę określoną w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) daje wynik zaniżony w stosunku do wyniku opartego o wyliczenie ilości energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompę ciepła.

2.2.2.2 Propozycja zmian

Proponuję się zmianę wzoru za pomocą, którego wyznacza się udział odnawialnych źródeł energii U_{oze} , w %, w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową w budynku lub części budynku uwzględniając jednocześnie energię wyeksportowaną z budynku do sieci zewnętrznych (zgodnie z propozycjami opisanymi w rozdziale 2.2.1.), stosując zależności:

$$U_{oze} = \frac{Q_{k,H,oze} + Q_{k,C,oze} + Q_{k,W,oze} + Q_{k,L,oze} + E_{el,pom,oze} + E_{oze} + \sum_i Q_{ex,i,oze} + E_{ex,el,oze}}{Q_k} \cdot 100\% \quad (23)$$

gdzie:

$Q_{k,H,oze}$ roczna ilość energii końcowej dostarczana do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok,

$Q_{k,C,oze}$ roczna ilość energii końcowej dostarczana do budynku lub części budynku dla systemu chłodzenia wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok,

$Q_{k,W,oze}$ roczna ilość energii końcowej dostarczana do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok,

$Q_{k,L,oze}$ roczna ilość energii końcowej dostarczana do budynku lub części budynku dla systemu wbudowanej instalacji oświetlenia wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok,

$E_{el,pom,oze}$ roczna ilość energii pomocniczej końcowej dostarczana do budynku lub części budynku dla systemów technicznych wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok,

E_{oze} łączna ilość energii aerothermalnej, geothermalnej i hydrothermalnej wychwyconej przez pompy ciepła lub instalacje techniczne budynku do pasywnego pozyskiwania energii ze środowiska dostarczona do budynku, w kWh/rok,

$\sum_i Q_{ex,i,oze}$	roczna ilość energii wyeksportowana przez nośniki energii i , oprócz energii elektrycznej, poza granicę systemu energii dostarczonej, wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok
$E_{ex,el,oze}$	roczna ilość energii elektrycznej wyeksportowana poza granicę systemu energii dostarczonej, wytworzona lokalnie przez odnawialne źródła energii, w kWh/rok
Q_k	sumaryczne roczne zapotrzebowanie na energię końcową, w kWh/rok.

2.3 Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia

2.3.1 Ocena aktualnej metodyki obliczeń

W chwili obecnej obliczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia dla potrzeb świadectwa energetycznego budynku wykonuje się według Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Aktualna metodyka obliczeń przedstawiona w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) domyślnie przyjmuje bardzo ważne założenie dotyczące instalacji, ogrzewania, chłodzenia i wentylacji budynku, które mówi, że instalacje budynku zapewniają odpowiednią ilość energii użytkowej do ogrzewania lub chłodzenia w celu zapewnienia odpowiedniego komfortu cieplnego. Założono zatem, że obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową są obliczeniem podstawowym, niezależnym od istniejących w budynku instalacji, które mogą dostarczać energię z innymi założeniami niż założenia obliczenia podstawowego lub mogą być niedowymiarowane lub przewymiarowane, co ma bezpośredni wpływ na ilość obliczanej energii użytkowej w budynku. W aktualnej metodzie obliczania nie przewiduje się również ograniczenia ilości energii użytkowej ogrzewania lub chłodzenia w wyniku okresowego obniżania, lub podwyższania temperatury nastawy w strefach cieplnych budynku, lub wynikających z ograniczeń dobowych lub sezonowych czasu pracy systemów ogrzewania, chłodzenia i wentylacji. Obliczenie podstawowe zapotrzebowania na energię użytkową jest właściwe w przypadku, gdy instalacje wewnętrzne budynku są zaprojektowane i wykonane prawidłowo oraz pracują w sposób ciągły do temperatury bilansowej budynku (zyski ciepła pokrywają zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku) oraz nie podlegają żadnym ograniczeniom związanym z okresowymi obniżeniami lub podwyższeniami wartości temperatury nastawy dla powietrza wewnętrznego oraz nie podlegają żadnym ograniczeniom czasowym.

Podstawową wadą metody wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia budynków, opisaną w aktualnej metodyce obliczeń, jest fakt, że jest ona stosowana do wszystkich typów budynków niezależnie od ich przeznaczenia oraz złożoności rozwiązań technologicznych i instalacji wewnętrznych. Założenie to stoi w sprzeczności ze wspólnymi ramami ogólnymi do obliczeń charakterystyki energetycznej budynków przedstawionymi w Dyrektywie 2010/31/UE, w której przyjęto, że na potrzeby tego obliczenia budynki powinny być odpowiednio sklasyfikowane w następujących kategoriach: a) domy jednorodzinne różnych rodzajów; b) bloki mieszkalne; c) biura; d) budynki oświatowe; e) szpitale; f) hotele i restauracje; g) obiekty sportowe; h) budynki usług handlu hurtowego i detalicznego; i) inne rodzaje budynków zużywających energię. Dodatkowo w związku z ograniczeniami aktualnej metodyki obliczeń przedstawionej

w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie są realizowane wymagania Dyrektywy 2010/31/UE oraz 2018/844/UE wskazujące, że metoda obliczania stosowana w celu ustalenia charakterystyki energetycznej budynku jest przejrzysta i otwarta na innowacje, oraz że państwa członkowskie opisują swoje krajowe metodologie obliczania zgodnie z załącznikami krajowymi powiązanych norm europejskich, mianowicie ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 oraz 52018-1 opracowanych na podstawie mandatu M/480 udzielonego Europejskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu (CEN).

Zamiarem ustawodawcy w przypadku aktualnej metodyki obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia podanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) było najprawdopodobniej zastosowanie jednej spójnej i prostej metody obliczeń dla wszystkich budynków, która nie wymaga dużych nakładów na wykonanie obliczeń. Metoda podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), choć prosta w swych założeniach, w przypadku budynków, w których zastosowano nowoczesne rozwiązania technologiczne lub w przypadku budynków niskoenergetycznych, nie powinna być stosowana, ponieważ może prowadzić w wielu przypadkach do niewłaściwych wyników obliczeń. Złożoność zjawisk wymiany ciepła pomiędzy budynkiem i jego otoczeniem oraz optymalizacja rozwiązań konstrukcyjnych budynku i jego instalacji z wykorzystaniem metod symulacji energetycznych w procesie projektowania budynków zostaje w przypadku aktualnej metodyki obliczeń przedstawionej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) odrzucona. Zatem aktualna metoda nie jest otwarta na innowacje oraz nie jest zgodna z normą PN -EN ISO 52016-1.

Aktualna metodyka obliczeń podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) bazuje na quasi-dynamicznej metodzie miesięcznej obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia opisanej w wycofanej w 2017 r. normie PN -EN ISO 13790. Metodyka ta, w stosunku do oryginalnej metody miesięcznej, została dodatkowo uproszczona, co jeszcze bardziej wpływa na niedokładność obliczeń wykonanych według Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). W wielu przypadkach obliczeń złożonych technologicznie budynków można w zasadzie mówić o szacowaniu rocznego zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia budynków. O ile w przypadku małego budynku jednorodzinnego wykonanego według typowych, powszechnych technologii budowlanych błąd względny obliczeń może być stosunkowo mały, o tyle w przypadku współcześnie wznoszonego niskoenergetycznego budynku jednorodzinnego błąd względny obliczanych wartości zapotrzebowania na energię może przyjmować duże wartości. Analogicznie w przypadku obecnie budowanych nowoczesnych obiektów biurowych, handlowych lub opieki zdrowotnej aktualna metodyka obliczeń nie umożliwia wyznaczenia zapotrzebowania na energię z uwzględnieniem właściwości systemów dostawy energii lub charakterystyki użytkowania budynków.

Kolejną wadą aktualnej metodyki obliczeń podanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) jest fakt, że za jej pomocą można wyznaczyć jedynie wartości ciepła jawnego, dla potrzeb ogrzewania i chłodzenia budynku, oznaczone jako roczne zapotrzebowanie na energię użytkową ogrzewania ($Q_{H,nd}$) i chłodzenia ($Q_{C,nd}$). Założenie to jest słuszne w zasadzie jedynie dla budynków, które wyposażone są w standardowe systemy ogrzewania oraz systemy chłodzenia, które pracują w zakresie temperatury elementu chłodzącego powyżej punktu rosy i nie powodują wkrapłania pary wodnej powietrza wewnętrznego.

W wielu przypadkach w budynkach wyposażonych w systemy wentylacji, klimatyzacji i chłodzenia ma miejsce nawilżanie i odwilżanie powietrza wewnętrznego. W takich przypadkach w obliczeniach zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i

chłodzenia oprócz ciepła jawnego należy uwzględnić ciepło utajone procesów nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego.

Opisane powyżej wady metody obliczania mają charakter systemowy całej metodyki. Poniżej opisano wady poszczególnych procedur obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia według aktualnej metodyki.

W punktach 5.2 oraz 5.4 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) opisano metodę wyznaczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania ($Q_{H,nd}$) i chłodzenia ($Q_{C,nd}$) budynków. Aktualna metodyka obliczeń skupia uwagę na obliczeniach zapotrzebowania na energię do ogrzewania, natomiast metoda obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową chłodzenia zmienia jedynie podstawowe równanie bilansu energii ze wskazaniem, że pozostałe wielkości oblicza się tak jak w przypadku wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania. Założenie to niestety ma wady, ponieważ dla potrzeb obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania przyjęto założenia upraszczające metody, co oznacza, że te same uproszczenia zostają przyjęte w przypadku obliczania zapotrzebowania na energię użytkową chłodzenia. Przykładem tych założeń jest pomijanie zysków ciepła od promieniowania słonecznego przez przegrody nieprzezroczyste. Przyjęcie takiego założenia można uzasadnić jedynie w przypadku obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania budynków o dużym zapotrzebowaniu na tę energię, w których zyski ciepła promieniowania słonecznego w okresie ogrzewania stanowią niewielki odsetek zapotrzebowania na ciepło i można je pominąć. W przypadku budynków niskoenergetycznych wartość zysków ciepła promieniowania słonecznego w okresach przejściowych (jesień, wiosna) może mieć już znaczący udział w bilansie energii i w przypadku wyznaczania energii ogrzewania nie można ich pomijać. W sytuacji zapotrzebowania na energię użytkową chłodzenia założenie to jest błędne ze względu na znaczny udział zysków ciepła promieniowania słonecznego przez przegrody nieprzezroczystej w bilansie energetycznym pomieszczeń oraz akumulację energii promieniowania słonecznego w elementach obudowy o znacznej pojemności cieplnej.

Aktualna metodyka obliczeń zakłada podział budynku na strefy ogrzewane i obliczenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania budynku jako sumę zapotrzebowania na energię do ogrzewania każdej ze stref. W Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) podano, że budynek lub część budynku dzieli się na przestrzenie ogrzewane, natomiast przestrzenie ogrzewane dzielą się na strefy ogrzewane. Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) definiuje przestrzeń ogrzewaną jako pomieszczenie lub zespół pomieszczeń w budynku lub części budynku, w których działanie systemu ogrzewania umożliwia utrzymanie temperatury wewnętrznej, której wartość została określona w przepisach wydanych na podstawie ustawy – Prawo budowlane (Dz.U. z 2013 poz. 1409, z późn. zm.1). 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. Według podanej definicji strefa ogrzewana budynku posiada systemy techniczne pozwalające utrzymywać temperaturę wewnętrzną na zadanym poziomie w okresach, w których straty ciepła strefy przy wyłączonym systemie spowodowałyby zmniejszenie wartości temperatury wewnętrznej poniżej wartości zakładanej w dokumentacji technicznej.

Aktualna metodyka obliczeń przedstawiona w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) jest zbyt ogólnikowa w stosunku do sposobu definiowania stref cieplnych, które nie są ogrzewane lub chłodzone. W dalszej części tego dokumentu strefy, które nie są ogrzewane lub chłodzone, określone są jako niekondycjonowane, zgodnie z nomenklaturą używaną w Polskich

Normach. W rzeczywistości w budynkach występują strefy niekondycjonowane, które znajdują się w granicach przenikania ciepła budynku lub są poza tą granicą i przylegają do niej. Przykładem wewnętrznej strefy nieogrzewanej, która znajduje się wewnątrz granicy przenikania ciepła z budynku do przestrzeni zewnętrznej, jest wewnętrzna nieogrzewana klatka schodowa, natomiast przykładem zewnętrznej strefy nieogrzewanej może być przyległy do budynku jednorodzinny nieogrzewany garaż. Metoda obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową powinna rozróżniać takie przypadki.

Aktualna metodyka obliczeń zastosowana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) umożliwia podział przestrzeni wewnętrznej budynku jedynie na strefy ogrzewane, chłodzone oraz strefy niekondycjonowane, które nie są ze sobą sprzężone cieplnie. Oznacza to brak wzajemnego oddziaływania cieplnego poszczególnych stref. W wielu przypadkach założenie to jest słuszne, na przykład w większości budynków mieszkalnych, lecz w przypadku budynków o złożonej konstrukcji z wieloma strefami użytkowymi wyposażonymi w zaawansowane technologicznie rozwiązania, na przykład pozwalające na jednoczesne ogrzewanie i chłodzenie stref cieplnych budynku, założenie to jest błędne.

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania budynku ($Q_{H,nd}$) wyznacza się jako sumę energii do ogrzewania wszystkich stref ogrzewanych w ciągu roku. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania dla strefy oblicza się jako sumę dodatnich wartości miesięcznych zapotrzebowania na energię strefy do jej ogrzewania, które oblicza się jako różnicę miesięcznych wartości strat ciepła strefy ($Q_{H,ht,s,n}$) i miesięcznych wartości zysków ciepła strefy ($Q_{H,gn,s,n}$) pomnożonych przez współczynniki wykorzystania zysków ciepła w strefie w danym miesiącu ($\eta_{H,gn,s,n}$). W przypadku obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową do chłodzenia strefy oblicza się jako sumę dodatnich wartości miesięcznych zapotrzebowania na energię strefy do jej chłodzenia. Miesięczne wartości energii do chłodzenia strefy oblicza się jako różnicę miesięcznych wartości zysków ciepła strefy i miesięcznych wartości strat ciepła strefy pomnożonych przez współczynnik wykorzystania strat ciepła w strefie w danym miesiącu.

Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie podaje metody obliczania zarówno współczynnika wykorzystania zysków ciepła w strefie ogrzewanej ($\eta_{H,gn,s,n}$) oraz współczynnika wykorzystania strat ciepła ($\eta_{C,gn,s,n}$) w danym miesiącu, natomiast odwołuje się niejednoznacznie do Polskiej Normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia. Metoda wyznaczania zapotrzebowania na energię użyteczną do ogrzewania, opisywana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), oparta jest o metodę miesięczną opisaną w wycofanej w 2017 r. normie PN-EN ISO 13790, lecz tekst Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie odwołuje się wprost do tej normy. Norma ta została zastąpiona normą PN-EN ISO 52016-1, która aktualnie (na czas powstawania tego raportu) jest w procesie tłumaczenia na język polski w Polskim Komitecie Normalizacyjnym. Norma ta, powołana przez Dyrektywę 2018/844/UE, zawiera analogiczną metodę obliczeń miesięcznych, lecz została ona rozbudowana w stosunku do metody miesięcznej z wycofanej normy. Dodatkowo norma PN-EN ISO 52016-1 w załączniku krajowym powinna wskazywać na rodzaje i typy budynków, dla których należy stosować metodę miesięczną, a dla których metodę godzinową. Zastosowane w wielu miejscach Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) rozwiązanie wskazujące na bliżej nieokreślone Polskie Normy, wskazując nieprecyzyjnie ich tytuł, jest niewłaściwe ze względu na nieprecyzyjność zapisów i zmiany w metodach obliczeniowych opisywanych przez normy oraz ich nomenklaturę.

Matematyczny model miesięczny obliczeń energii użytkowej strefy cieplnej przyjęty w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) jest niepełną implementacją quasi-dynamicznej metody miesięcznej przedstawionej w wycofanej w 2017 r. normie PN-EN ISO 13790:2009. W metodzie miesięcznej uwzględniona jest dynamika cieplna budynku w sposób bardzo uproszczony, poprzez wyznaczanie wartości współczynnika wykorzystania zysków ciepła, uzależniając go od stałej czasowej budynku. Stała czasowa budynku w tej metodzie zależna jest od pojemności cieplnej budynku oraz całkowitego współczynnika przenoszenia ciepła z wnętrza budynku do jego przestrzeni zewnętrznej – otoczenia zewnętrznego i gruntu. Ze względu na ograniczenia metody miesięcznej obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową należy wskazać, dla jakich typów budynków można ją stosować. Dodatkowo metoda opisana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) powinna precyzyjnie podawać sposób wyznaczania współczynników wykorzystania zysków ciepła i strat ciepła budynku.

Według aktualnej metodyki obliczeń całkowita ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej lub chłodzonej w danym miesiącu jest sumą ciepła przenoszonego na drodze przenikania ($Q_{tr,s,n}$) ciepła oraz ciepła przenoszonego przez wentylację ($Q_{ve,s,n}$) strefy.

Całkowitą ilość ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej przez przenikanie w danym miesiącu ($Q_{tr,s,n}$) wyznacza się jako iloczyn całkowitego współczynnika przenoszenia ciepła dla strefy ($H_{tr,s}$), różnicy średniej temperatury wewnętrznej w strefie dla danego miesiąca i średniej miesięcznej temperatury powietrza zewnętrznego dla lokalizacji budynku oraz liczby godzin danego miesiąca. Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła dla ogrzewanej strefy wyznacza się jako sumę współczynników: przenoszenia ciepła z ogrzewanej strefy bezpośrednio do środowiska zewnętrznego, przenoszenia ciepła z ogrzewanej strefy do środowiska zewnętrznego przez przyległe strefy nieogrzewane, przenoszenia ciepła z ogrzewanej strefy do gruntu oraz przenoszenia ciepła z ogrzewanej strefy do przyległej strefy ogrzewanej w przyległym budynku.

W aktualnej metodyce nieprawidłowo wyznaczony jest podział na elementy budynku przyległe do przestrzeni zewnętrznej (powietrza zewnętrznego) i przyległe do gruntu. W metodzie obliczenia przyjęto w tym przypadku metodę obliczeń projektowego obciążenia cieplnego, co jest błędem w przypadku wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania lub chłodzenia.

Aktualna metodyka obliczeń podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie podaje zależności, za pomocą których należy wyznaczać współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie, lecz odwołuje się w sposób nieprecyzyjny do Polskich Norm, za pomocą których wyznacza się odpowiednie współczynniki przenoszenia ciepła dla projektowego obciążenia cieplnego. Należy zaznaczyć, że przyjmowanie projektowych wartości parametrów cieplnych, dla potrzeb określania tych współczynników, może być niewłaściwe z punktu widzenia obliczeń rocznego zapotrzebowania na energię użytkową. Ma to znaczenie w przypadku przenoszenia ciepła do gruntu lub w przypadku przenoszenia ciepła przez przegrody zewnętrzne z uwzględnieniem ich strat ciepła przez promieniowanie długofalowe.

W metodzie obliczania zapotrzebowania na energię użytkową strefy do ogrzewania uwzględnia się jedynie straty ciepła związane z przenikaniem ciepła przez obudowę budynku do powietrza zewnętrznego i gruntu oraz przenoszonego ze strefy ogrzewanej przez wentylację. W aktualnej metodyce obliczeń w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie uwzględnia się bezpośrednio wymiany ciepła budynku przez promieniowanie długofalowe z jego otoczeniem i nieboskłonem, co przewidywała metoda miesięczna wycofanej normy PN-EN ISO 13790. Przyjęcie w aktualnej metodyce obliczeń stałej wartości współczynnika

przejmowania ciepła na drodze promieniowania długofalowego (wartość ta uwzględniona jest w obliczeniach współczynnika przenoszenia ciepła przez przegrody obudowy budynku) wpływa na ilość energii użytkowej ogrzewania i chłodzenia bez uwzględnienia miesięcznych zmian wartości współczynnika przejmowania ciepła na drodze promieniowania długofalowego, a zatem ilości energii promieniowania długofalowego wymienianego przez budynek w poszczególnych miesiącach.

W kwestii współczynnika przenoszenia ciepła z ogrzewanej strefy do przestrzeni zewnętrznej Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) podaje, że „w przypadku zastosowania w budynku lub części 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 $H_{ie,tr}$, należy wyznaczać według Polskiej Normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”.

Zapis ten jest niejednoznaczny, ponieważ nie odnosi się do konkretnej normy lub metody obliczania dla takich elementów budynku, pozostawiając dowolność w tym zakresie. Rekomendowanym rozwiązaniem będzie odniesienie do odpowiedniej metody obliczeń normy PN-EN ISO 52016-1.

W Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) podana jest procedura wyznaczania średniej miesięcznej temperatury wewnętrznej w przestrzeni nieogrzewanej z zyskami ciepła. W procedurze tej przyjęto, że wartość średniej miesięcznej temperatury wewnętrznej w przestrzeni nieogrzewanej z zyskami ciepła należy obliczać z bilansu strat i zysków ciepła, przy założeniu, że współczynnik wykorzystania zysków ciepła jest równy 1.

Założenie to jest błędne z punktu widzenia miesięcznej metody quasi-dynamicznej użytej jako podstawowa metoda wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową odgrzewania i chłodzenia stref budynku. Współczynnik wykorzystania zysków ciepła zależy od stosunku zysków ciepła i strat ciepła w strefie oraz uwzględnia pojemność cieplną oraz całkowity współczynnik przenoszenia ciepła strefy budynku i nie może być z założenia przyjmowany jako 1 w zależności od tego, czy strefa jest nieogrzewana, czy nie. W przypadku, gdyby w nieogrzewanej strefie budynku istniała instalacja ogrzewania, wówczas według aktualnej metodyki obliczania podanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) strefa ta miałaby wyznaczany współczynnik wykorzystania zysków ciepła, który mógłby mieć wartość różną od 1. Należy pamiętać, że współczynnik wykorzystania zysków ciepła zależy od charakterystyki cieplnej konstrukcji budynku oraz stosunku zysków ciepła do strat ciepła w strefie.

W zależności od wyznaczonej na podstawie metody podanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) średniej temperatury wewnętrznej strefy nieogrzewanej oraz wartości temperatury określonej w przepisach techniczno-budowlanych strefa ta staje się strefą ogrzewaną, jeżeli obliczona średnia miesięczna temperatura jest mniejsza od temperatury określonej w przepisach techniczno-budowlanych lub staje się strefą nieogrzewaną w przeciwnym przypadku.

Zapis ten jest niejednoznaczny i wprowadza niejednoznaczność pierwotnego podziału na strefy ogrzewane, chłodzone i niekondycjonowane w budynku. Strefa niekondycjonowana to taka, która nie posiada urządzeń technicznych budynku pozwalających kontrolować temperaturę powietrza wewnętrznego strefy. Zmienna w czasie temperatura powietrza w strefie niekondycjonowanej nie powoduje, że staje się ona strefą ogrzewaną lub chłodzoną.

W aktualnej metodyce obliczania system wentylacji budynku wpływa bezpośrednio na zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia budynku oraz na ilość energii pomocniczej związanej z napędami w instalacjach.

Metoda wyznaczania całkowitej ilości ciepła przenieszonego ze strefy ogrzewanej lub chłodzonej przez wentylację w danym miesiącu (Q_{ve}) opisana jest w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) – równanie 56 jako iloczyn współczynnika przenoszenia ciepła przez wentylację (H_{ve}), różnicy średniej temperatury wewnętrznej w strefie ogrzewanej lub chłodzonej i średniej miesięcznej temperatury powietrza zewnętrznego dla lokalizacji budynku oraz liczby godzin danego miesiąca.

Współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację dla ogrzewanej lub chłodzonej strefy cieplnej – równanie 57 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) – obliczany jest jako iloczyn pojemności cieplnej powietrza, współczynnika korekty temperatury (b_{ve}) dla strumienia powietrza zewnętrznego oraz średniego strumienia powietrza zewnętrznego dopływającego do strefy ogrzewanej lub chłodzonej. W metodyce przewidziano cztery przypadki, dla których oblicza się korektę strumienia powietrza zewnętrznego. Obejmują one podstawowy strumień powietrza i dodatkowy strumień powietrza zależny od rodzaju wentylacji i szczelności budynku w okresie użytkowania budynku oraz w przypadku nieużytkowania budynku.

Wśród powyższych wartości wykorzystywanych do obliczenia całkowitej ilości ciepła związanej z wentylacją budynku, wartości bezpośrednio zależne od systemu wentylacji to: współczynnik korekty temperatury (b_{ve}) oraz uśredniony w czasie strumień powietrza zewnętrznego (V_{ve}). W Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) rozróżniane są cztery identyfikatory strumienia powietrza zewnętrznego (k), odpowiednio dla:

- ▶ podstawowego strumienia w okresie użytkowania budynku ($k=1$),
- ▶ dodatkowego strumienia w okresie użytkowania budynku ($k=2$),
- ▶ podstawowego strumienia w okresie nieużytkowania budynku ($k=3$),
- ▶ dodatkowego strumienia w okresie nieużytkowania budynku ($k=4$).

W przypadku budynków z wentylacją działającą w sposób ciągły, brak jest współczynników $k=3$ i $k=4$, lecz w ogólnym przypadku wyznaczenie czynnika korekty temperatury (b_{ve}) oraz uśrednionego w czasie strumienia powietrza zewnętrznego (V_{ve}) odbywa się na podstawie Tabel 21 i 22 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Kluczowy w obliczaniu wentylacji, średni podstawowy strumień powietrza (V_0 , V_{ex} , V_{su}), w okresie użytkowania budynku wyznacza się w zależności od rodzaju budynku i rodzaju wentylacji jako wskaźnik odniesiony do 1 m^2 powierzchni strefy ogrzewanej. I tak według Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) wskaźnik ten dla wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej wywiewnej jest wyznaczany zgodnie z danymi w tabelach 23, 24 i 25 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). Uzależnienie wielkości strumienia powietrza od powierzchni powoduje niedokładności i nie jest dobrze skorelowane z wartościami rzeczywistymi. W większości przypadków strumień powietrza wynika z liczby osób i/lub z konieczności usuwania zanieczyszczeń powstałych w wyniku użytkowania kuchni, łazienki, toalety itp. Propozycja rozwiązania tego problemu została przedstawiona w rozdziale 2.7.3.

W przypadku wentylacji nawiewno-wywiewnej podstawowy strumień powietrza zewnętrznego oblicza się zgodnie z równaniem 71 z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

W tym przypadku za niewystarczającą należy uznać tylko jedną wartość predefiniowaną (przy braku zdefiniowania podstawy przyjęcia innej wartości²⁴) współczynnika stopnia zmniejszenia strumienia. Propozycja rozwiązania tego problemu została przedstawiona w rozdziale 2.7.3.

Warto zaznaczyć, że podstawowy strumień powietrza, według opisu równania 57 z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), można również wyznaczyć na podstawie Polskiej Normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia. Ponieważ nie jest przywołany konkretny nr normy w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), to należy rozumieć, że odwołanie kieruje do aktualnej normy. Obecnie jest to PN-EN ISO 52016-1. Niestety obecna norma nie jest przetłumaczona na język polski, ale nawet w przypadku przetłumaczenia pojawi się problem związany ze zmianą jakościową aktualnej normy z poprzednią (PN-EN ISO 13790). Zmianie uległa nie tylko struktura, zakres, ale także wprowadzone zostały procedury i algorytmy obliczeniowe nieadekwatne w stosunku do metody miesięcznej znajdującej się w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376.).

Obok strumienia podstawowego, całkowity strumień powietrza składa się jeszcze ze strumienia dodatkowego - oznaczone jako V_{inf} , $V_{x,ex}$, $V_{x,su}$. Średni dodatkowy strumień powietrza V_{inf} (przypadek wentylacji grawitacyjnej) wyznacza się zgodnie z zależnością 69 lub 70 zamieszczoną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), w których został on uzależniony od wyniku próby szczelności (n_{50}). Jeśli brak takiej próby to należy przyjmować wartości domyślne odpowiadające $n_{50} = 4$ dla budynków wzniesionych po 1995r. lub z wymienioną po tym roku stolarką okienną lub $n_{50} = 6$ w pozostałych przypadkach.

W przypadku wentylacji mechanicznej wywiewnej lub nawiewno-wywiewnej średni dodatkowy strumień powietrza wyznacza się na podstawie Polskiej Normy dotyczącej cieplnych właściwości użytkowych budynków – współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację – metoda obliczania. Obecnie jest to norma PN-EN ISO 13789. Norma nie podaje wprost zależności na strumień dodatkowy, a jedynie odsyła do „normy lub innych dokumentów” i jako wybór domyślny podaje normę PN-EN 16798-7. W poprzedniej wersji tej normy znajdowało się równanie, które umożliwiało obliczenia strumienia powietrza dodatkowego w zależności od szczelności powietrznej budynku, osłonięcia budynku oraz liczby fasad eksponowanych na działanie wiatru. W obecnej wersji normy, zharmonizowanej z metodą zawartą w PN-EN ISO 52016-1, znajduje się algorytm wyznaczania strumienia powietrza infiltrującego, który wymaga zastosowania metody symulacyjnej nieadekwatnej do miesięcznej metody obliczeń.

Metoda wyznaczania całkowitej ilości ciepła przenoszonego ze strefy ogrzewanej lub chłodzonej przez wentylację jest zgodny z normą PN-EN ISO 52016-1 (Metoda A określania całkowitego współczynnika przenoszenia ciepła przez wentylację) i w związku z tym jest rekomendowany do zachowania. Niestety sposób przyjmowania wymaganych danych wejściowych stwarza ograniczenia szczególnie w uwzględnieniu nowoczesnych rozwiązań technicznych. Wśród najważniejszych ograniczeń obecnej metody wymienić należy:

²⁴W opisie równania 71 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) znajduje się stwierdzenie, że współczynnik „ustala się, uwzględniając sposób regulacji tego strumienia oraz sposób użytkowania strefy budynku obsługiwanej przez wentylację nawiewno-wywiewną”.

1. Brak wyraźnego odwołania do dokumentacji projektowej w przypadku wyznaczenia strumienia powietrza dla wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej wywiewnej. W sposób pośredni można założyć, że umożliwia to opis oznaczeń w równaniu 57 – jednak taka konstrukcja zapisu sugeruje, że należy w pierwszej kolejności korzystać z punktu 5.5.1 Rozporządzenia (Dz. U. z 2015 poz. 376) - czyli strumieni odniesionych do 1 m^2 powierzchni, następnie z Polskiej Normy i dopiero norma pozwala na wykorzystanie danych projektowych. Rekomendowane byłoby podejście jak w przypadku wentylacji nawiewno-wywiewnej – równanie 71 zamieszczone w Rozporządzeniu (Dz. U. z 2015 poz. 376).
2. Ograniczenie korekty strumienia powietrza zewnętrznego dla wentylacji nawiewno-wywiewnej jedynie do jednej wartości (współczynnik r_n w równaniu 71 Rozporządzenia (Dz. U. z 2015 poz. 376)) – podczas gdy np. wymagania ekoprojektu podane w Rozporządzeniu 1253/2014/UE rozróżnia przy obliczeniach jednostkowego zapotrzebowania na energię, cztery rodzaje sterowania systemem wentylacji (tabela 1 załącznika VIII Rozporządzenia 1253/2014/UE). Jeszcze inne, bardziej ogólne rozwiązanie, można znaleźć w normie PN-EN 16798-7. Wymagany strumień powietrza zewnętrznego do obliczeń energetycznych podany w punkcie 6.4.3.2.1 normy²⁵ uwzględnia: redukcję strumienia ze względu na sterowanie (f_{ctrl}), korektę związaną z dystrybucją powietrza (f_{sys}), oraz efektywność wentylacji (ε_v).
3. Brak uwzględnienia przypadku wentylacji hybrydowej, która została wprowadzona w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065)²⁶. Obecnie, jeśli w budynku zastosowano wentylację hybrydową, to metodologia zawarta w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie daje podstaw do wykonania obliczeń.
4. Brak uwzględnienia strumienia energii wynikającego z nawilżania powietrza oraz strumienia ciepła utajonego.
5. Brak wyraźnego dopuszczenia zróżnicowania strumienia powietrza wentylacyjnego w okresie zimowym, przejściowym i letnim.
6. Brak możliwości uwzględnienia w charakterystyce energetycznej budynków pasywnych metod ograniczenia zysków ciepła i ochrony przed przegrzewaniem, w szczególności w przypadku, kiedy budynek nie jest wyposażony w aktywny system chłodzenia.

Tym samym nie są realizowane niektóre z wymagań Dyrektywy 2010/31/UE oraz 2018/844/UE.

W metodzie opisanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) zyski ciepła dla strefy ogrzewanej oblicza się jako sumę zysków ciepła promieniowania słonecznego przez elementy oszklone elewacji budynku i wewnętrzne zyski ciepła.

²⁵Norma PN-EN 16798-7:2017-07 nie jest przetłumaczona, w oryginale tytuł rozdziału brzmi: „Required outdoor ventilation air flow rates for Energy calculations”.

²⁶Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065), zwane dalej Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065).

Zyski ciepła od promieniowania słonecznego ($Q_{sol,H}$) w danym miesiącu według Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) oblicza się jako sumę zysków ciepła promieniowania słonecznego dla wszystkich elementów przezroczystych elewacji budynku. Miesięczne zyski ciepła dla pojedynczego elementu przezroczystego budynku oblicza się jako iloczyn udziału pola powierzchni oszklenia w całkowitym polu powierzchni elementu, pola powierzchni elementu, sumy energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni elementu w danym miesiącu, współczynników redukcyjnych urządzeń zacinających elementu i zacienienia zewnętrznego oraz całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla oszklenia elementu.

Powyższy zapis w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) powoduje, że obliczenia wykonane aktualną metodyką obliczania zapotrzebowania na energię użytkową w strefach ogrzewanych lub chłodzonych nie uwzględniają zysków ciepła promieniowania słonecznego od przegród nieprzezroczystych. Wykluczenie tych zysków ciepła z bilansu energii powoduje, że w przypadku budynków niskoenergetycznych lub niemal zeroenergetycznych, z analiz eliminuje się strumień energii, który uwzględniany jest w obliczeniach projektowych dla tego typu budynków. Nieuwzględnianie zysków ciepła od przegród nieprzezroczystych skutkuje nieprawidłowym wyznaczaniem zapotrzebowania na energię do chłodzenia stref budynku, a w przypadku braku chłodzenia w danej strefie obniżenie wskaźników prawdopodobieństwa przegrzewania pomieszczeń latem. Szczególnie wrażliwe na pominięcie zysków ciepła przez przegrody nieprzezroczyste są strefy chłodzone budynków, których przegrody zewnętrzne stanowią dachy lub stropodachy. Pominięcie zysków ciepła od przegród nieprzezroczystych jest błędem aktualnej metodyki obliczeń przedstawionej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie podaje wartości współczynników zacienienia ($F_{sh,gl}$), (F_{sh}) oraz przepuszczalności energii promieniowania słonecznego (g_{gl}), lecz ogólne odniesienie do Polskich Norm, co umożliwia pełną dowolność w tym zakresie, co może mieć wpływ na charakterystykę energetyczną budynku.

Wartość miesięcznych wewnętrznych zysków ciepła ($Q_{int,H}$) oblicza się według aktualnej metodyki obliczeń Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) dla strefy ogrzewanej lub chłodzonej jako iloczyn wskaźnika obciążenia cieplnego pomieszczenia, pola powierzchni strefy ogrzewanej oraz liczby godzin w miesiącu. Wartości współczynników obciążenia cieplnego wewnętrznymi zyskami ciepła podano w tabeli w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w zależności od rodzaju budynku, udziału czasu użytkowania budynku w miesiącu oraz w przypadku budynków biurowych udziału pola powierzchni pomieszczeń biurowych do pola powierzchni strefy ogrzewanej.

Wartości współczynników obciążenia cieplnego wewnętrznymi zyskami ciepła podane w tabeli 26 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) należy zweryfikować, oraz rozdzielić zyski ciepła od użytkowników, urządzeń i oświetlenia. Przykładowo w tabeli podany jest dla standardowego budynku biurowego współczynnik obciążenia cieplnego równy $5,7 \text{ W/m}^2$, który jest mniejszy od współczynnika obciążenia zyskami ciepła w budynku mieszkalnym jednorodzinny, dla którego Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) podaje wartość $6,8 \text{ W/m}^2$. Oznacza to, że dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego zamieszkałego przez 4 osoby, o powierzchni użytkowej 200 m^2 wewnętrzne zyski ciepła będą wynosić w miesiącu (720h) około 980 kWh, natomiast w biurze o identycznej powierzchni użytkowej przy współczynniku zaludnienia $12 \text{ m}^2/\text{osobę}$ (ok. 16 osób) zyski te wyniosą około 820 kWh, przy większej liczbie osób i urządzeń elektrycznych użytkowanych w budynkach biurowych. Wielkości te oczywiście zależą od czasu użytkowania budynków, lecz w przypadku budynku

jednorodzinnego nie należy zakładać ciągłej obecności użytkowników w ciągu doby, analogicznie jak w przypadku budynku biurowego.

Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) podaje metodę wyznaczania rocznego zapotrzebowania na energię do chłodzenia budynku. W dokumencie tym określono przestrzeń chłodzoną jako 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 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 chłodzone. Według podanej definicji strefa chłodzona budynku posiada systemy techniczne pozwalające utrzymywać temperaturę wewnętrzną na zadanym poziomie w okresach, w których zyski ciepła strefy przy wyłączonym systemie spowodowałyby zwiększenie wartości temperatury wewnętrznej powyżej wartości zakładanej w dokumentacji technicznej.

Aktualna metodyka obliczeń podaje, że roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia budynku ($Q_{C,nd,z}$) wyznacza się jako sumę energii do chłodzenia wszystkich stref chłodzonych w ciągu roku. Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia pojedynczej strefy chłodzonej oblicza się jako sumę dodatnich miesięcznych wartości zapotrzebowania na energię do chłodzenia strefy. Wartości miesięczne zapotrzebowania na energię do chłodzenia strefy oblicza się jako różnicę miesięcznych zysków ciepła w strefie chłodzonej i miesięcznych strat ciepła strefy chłodzonej pomnożonej przez współczynnik wykorzystania strat ciepła dla danego miesiąca. Analogicznie jak w przypadku energii użytkowej ogrzewania metodyka obliczeń podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) ogólnikowo odwołuje się do Polskich Norm w przypadku wyznaczania współczynnika wykorzystania strat ciepła stref chłodzonych.

Dodatkowo należy zaznaczyć, że metoda miesięczna obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową chłodzenia odwołuje się jawnie do metody miesięcznej wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania oraz wyznacza jedynie ciepło jawne, pomijając ciepło utajone odwilżania powietrza. Metoda miesięczna obliczeń zapotrzebowania na energię do chłodzenia jest bardzo uproszczona i w wielu przypadkach budynków o złożonej architekturze, posiadających nowoczesne systemy chłodzenia i klimatyzacji oraz zaawansowane systemy sterowania i automatyki może prowadzić do nieprawidłowych szacunków zapotrzebowania na energię.

Można zatem stwierdzić, że aktualna metodologia obliczania zapotrzebowania na energię do chłodzenia może być stosowana dla najprostszycch przypadków budynków wyposażonych w systemy chłodzenia, w których nie następuje wykraplanie pary wodnej powietrza wewnętrznego.

Reasumując należy stwierdzić, że aktualna metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia budynków jest uproszczoną metodą miesięczną opisaną w wycofanej w 2017 r. normie PN-EN ISO 13790. Zastosowane uproszczenia metodyki obliczania, częściowo uzasadnione w stosunku do obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania, są nieuzasadnione w stosunku do obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową chłodzenia budynków. Sytuacja ta skutkuje tym, że aktualna metoda obliczania przedstawiona w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) może być stosowana w praktyce do ograniczonych typów budynków – głównie budynków mieszkalnych bez części użytkowych do obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania oraz w bardzo ograniczonym zakresie dla potrzeb

wyznaczania zapotrzebowania na energię do chłodzenia, ze względu na zbyt duże uproszczenia. Budynki takie stanowią bardzo dużą część ogólnej liczby budynków w kraju i zapewne dlatego przyjęto takie rozwiązanie, lecz stosowanie takiej metodyki dla wielu bardziej złożonych konstrukcyjnie i technologicznie oraz użytkowo budynków, których jest w ogólnej liczbie budynków znacznie mniej, jest podejściem błędnym.

W następnym rozdziale zaproponowano podejście pozwalające na uniknięcie opisanych, zapewne niezamierzonych, wad aktualnej metodologii obliczania zapotrzebowania energii ogrzewania i chłodzenia budynków.

2.3.2 Propozycje zmian w metodyce obliczeń

Metody wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia budynku powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 52016-1. Norma ta opisuje metodę obliczeń godzinowych i miesięcznych. Norma ta w załączniku A podaje szablon normatywny do wyboru metody obliczania godzinowego lub miesięcznego w zależności od typu i rodzaju budynków. Poniżej przedstawiono propozycje wyboru metody obliczania w zależności od typu budynku zgodnie z podziałem przyjętym w Dyrektywie 2018/844/UE oraz Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065). W tym rozdziale opisano propozycję modyfikacji metody miesięcznej natomiast w dalszej części raportu w rozdziale 3 opisano metodę godzinową z uzasadnieniem rezygnacji z uproszczonej metody godzinowej jako jednej z metod obliczania zapotrzebowania na energię użytkową budynków. Norma PN-EN ISO 52016-1 umożliwia wybór pomiędzy miesięczną metodą obliczania dla podstawowego lub właściwego dla technicznych systemów budynku zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania.

Obliczenie podstawowego obciążenia cieplnego chłodzenia lub ogrzewania stosuje się, gdy nie jest znana specyfikacja systemu, lub nie jest znany jego wpływ na zapotrzebowanie na energię użytkową budynku. Zakłada się przy tym nieskończoną moc systemów oraz standardowe warunki eksploatacji, co oznacza, że systemy dostarczą wymagana ilość energii niezależnie od ich możliwości technicznych. W metodzie tej zakłada się również brak sprzężenia cieplnego pomiędzy poszczególnymi przestrzeniami budynku lub jego częściami.

Obliczenie zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania lub chłodzenia właściwe dla systemu stosuje się w przypadkach, w których typ i konstrukcja systemów technicznych budynku jest zaawansowana i należy ocenić skutki zastosowania tych systemów. Metodę tę stosuje się także w przypadku długotrwałych przerw lub ograniczeniach w dostawach energii ogrzewania i chłodzenia lub w ograniczeniach długości sezonów ogrzewania lub chłodzenia oraz w przypadku wyznaczania zapotrzebowania na ciepło utajone nawilżania lub odwilżania powietrza wewnętrznego w budynku.

W przypadku niektórych systemów technicznych budynków, takich jak systemy ogrzewania, chłodzenia i wentylacji wbudowane w komponent budowlany (na przykład zintegrowane z elementami elewacji autonomiczne systemy wentylacji), stosowanie godzinowej lub metody miesięcznej obliczenia właściwego dla systemu może być obowiązkowe, ponieważ zastosowanie podstawowego obliczenia obciążenia może prowadzić do błędów w obliczeniu zapotrzebowania na energię użytkową. Jednocześnie należy pamiętać, że obliczenie właściwe dla systemu może prowadzić do zbyt optymistycznych wyników obliczeń w odniesieniu do obliczonego zapotrzebowania na energię, jeśli system jest niedomiarowany i nie jest w stanie zapewnić założonych normatywnych warunków użytkowania.

Norma PN-EN ISO 52016-1 umożliwia wariantowy wybór metody obliczania w zależności od złożoności budynku i jego systemów dostarczania energii dla ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania z uwzględnieniem systemów wentylacji.

W zależności od podjętych decyzji jedyną metodą obliczania, która może być zapisana w rozporządzeniu dotyczącym metody obliczeń dla potrzeb systemu świadectw energetycznych, jest metoda miesięczna obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową. Wszystkie pozostałe metody, w tym metoda miesięczna obliczenia właściwego dla systemu zapotrzebowania na energię oraz metoda godzinowa obliczenia zapotrzebowania na energię jest zbyt skomplikowana by zamieszczać jej opis w rozporządzeniu.

Alternatywnym rozwiązaniem jest wskazanie w rozporządzeniu odpowiedniej normy oraz metody obliczeń opisanej w tej normie dla określonych typów budynków.

W normie PN-EN ISO 52016-1 obiekt, dla którego wykonywane są obliczenia (budynek lub część budynku) jest traktowany albo jako pojedyncza strefa cieplna, albo jest podzielony na więcej niż jedną strefę cieplną. Procedury grupowania i różnicowania na strefy cieplne przewidują stopniowy podział budynku na strefy cieplne. Przyjęte kryteria tworzenia stref cieplnych uwzględniają procedury oceny energetycznych właściwości użytkowych przestrzeni budynków, sąsiedztwo pomieszczeń, geometrię dużych otworów łączących pomieszczenia, kombinację usług technicznych, warunków użytkowania przestrzeni, jednorodność systemów technicznych oraz wielkość poszczególnych stref cieplnych. Norma szczegółowo opisuje zasady tworzenia stref cieplnych ze względu na każde z kryteriów oraz umożliwia przyjęcie alternatywnej metody podziału na strefy cieplne.

Podział na strefy cieplne, które są ogrzewane, chłodzone lub niekondycjonowane (nie ogrzewane i niechłodzone) wpływa na całkowite zapotrzebowanie na energię użytkową ze względu na wymianę ciepła pomiędzy strefami cieplnymi. Przyjęta metoda obliczania powinna w sposób jawny określać, czy uwzględnia się wzajemną wymianę ciepła pomiędzy strefami cieplnymi czy nie. W metodzie obliczeniowej należy również uwzględnić dwa typy niekondycjonowanych cieplnie stref. W budynkach rozróżnia się dwa rodzaje stref niekondycjonowanych cieplnie, z uwagi na ocenę właściwości przenikania ciepła i odpowiedniego dostosowania przenoszenia ciepła i zysków w strefie niekondycjonowanej cieplnie: zewnętrzne strefy niekondycjonowana cieplnie dla których przegrody wewnętrzne traktuje się jako granicę przenikania ciepła oraz wewnętrzne strefy niekondycjonowane cieplnie, których przegrody zewnętrzne traktuje się jako granicę przenikania ciepła.

Metoda stosowana do obliczeń rocznego zapotrzebowania na energię użytkową dla potrzeb systemu świadectw energetycznych powinna zawierać opis podziału budynku lub jego części na strefy cieplne z uwzględnieniem różnych kryteriów tego podziału oraz powinna respektować istnienie w budynkach dwóch rodzajów stref niekondycjonowanych cieplnie.

Metoda obliczeniowa powinna umożliwić szacowanie wartości temperatury w niekondycjonowanych cieplnie strefach w celu określania zysków lub strat ciepła z systemów i urządzeń znajdujących się w tych pomieszczeniach. W przypadku metody miesięcznej metoda powinna umożliwić wyznaczenie średniej miesięcznej wartości temperatury w strefie niekondycjonowanej cieplnie bez uzależniania parametrów cieplnych strefy od tego czy jest ona ogrzewana czy też nie, jak to ma miejsce w obecnie obowiązującym rozporządzeniu.

Miesięczna procedura obliczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową budynku w podziale na strefy cieplne powinny umożliwiać określanie jawnego i utajonego zapotrzebowania na energię oraz określanie wskaźnika oceny ryzyka przegrzewania.

W metodzie obliczenia podstawowego należy określać zapotrzebowanie na energię jawną ogrzewania i chłodzenia, natomiast w metodzie obliczenia właściwego dla systemu należy określać zapotrzebowanie na ciepło jawne ogrzewania i chłodzenia oraz ciepło utajone nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego, co stanowi istotną część rocznego bilansu energii dla systemów klimatyzacyjnych.

Ze względu na niektóre zastosowania metody miesięcznej procedura obliczania powinna umożliwiać obliczenia iteracyjne dla określonego przedziału czasu, pozwalając na wyznaczenie określonych parametrów w strefach cieplnych, na przykład wyznaczenie temperatury bilansowej niekondycjonowanych cieplnie stref budynku.

W przypadku obliczeń zapotrzebowania na energię w specyficznych przypadkach w metodzie miesięcznej należy przewidzieć możliwość obliczeń dla długości sezonów ogrzewania, chłodzenia i (odwilżania) nawilżania, które są określone przez czas pracy odpowiednich systemów technicznych. W takich przypadkach należy uwzględnić ten fakt w obliczeniach właściwych dla systemu. W metodzie miesięcznej należy przyjąć, że okresy obliczeniowe mogą różnić się od czasu wynikającego z obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię. Długość sezonu może być krótsza niż w obliczaniu zapotrzebowania na energię, co zmniejsza zapotrzebowanie na energię lub dłuższa, powodując niepotrzebne straty energii systemu w tych okresach. W przypadku ograniczeń dotyczących długości okresu, który należy uwzględnić w obliczeniach, ograniczenia te należy uwzględnić we wszystkich procedurach obliczeń w normach związanych z przyjmowaną metodą obliczania.

W przypadku obliczania metodą miesięczną, która uwzględnia specyfikę systemów technicznych budynków należy uwzględnić możliwość powtórzenia miesięcznych obliczeń z powodu interakcji z konkretnymi cechami i sposobami regulacji technicznych systemów budowlanych.

Metoda miesięczna obliczeń z uwzględnieniem systemów technicznych budynku powinna umożliwiać obliczenie zapotrzebowania na energię użytkową z uwzględnieniem takich czynników jak: ograniczona moc ogrzewania lub chłodzenia, możliwość odzyskania strat ciepła, możliwość dostosowania parametrów nastaw i harmonogramów użytkowania budynku, ograniczenie sezonu ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania.

Zakłada się, że podstawowym modelem matematycznym obliczeń miesięcznych zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia jest model quasi-dynamicznej wymiany ciepła pomiędzy budynkiem i jego środowiskiem zewnętrznym, w którym bilansuje się straty i zyski energii z wykorzystaniem odpowiednio dla ogrzewania i chłodzenia współczynników wykorzystania zysków ciepła i współczynników wykorzystania strat ciepła. Współczynniki te zależne są od parametrów cieplnych takich jak pojemność cieplna i całkowity współczynnik przenoszenia ciepła stref cieplnych, które umożliwiają wyznaczenie stałej czasowej. Stała czasowa budynku charakteryzuje jego bezwładność cieplną.

W metodzie miesięcznej obliczenia podstawowego zapotrzebowania na ciepło użytkowe ogrzewania i chłodzenia nie uwzględnia się sprzężenie cieplnego pomiędzy strefami. Sprzężenie cieplne pomiędzy strefami budynku może być uwzględnione w metodzie godzinowej obliczenia lub metodzie miesięcznej obliczenia właściwej dla systemu.

2.3.3 Wybór metody obliczania zapotrzebowania na energię użytkową w zależności od rodzaju budynku.

Obliczenie zapotrzebowania na energię użytkową budynku dla okresu całego roku wykonuje się metodą obliczeń miesięcznych lub godzinowych. Metoda miesięczna umożliwia wykonanie obliczeń według dwóch procedur: **obliczenie zapotrzebowania podstawowego na energię użytkową** oraz **obliczenie właściwego dla systemu zapotrzebowania na energię użytkową**. Metoda miesięczna obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową budynku jest opisana w tym dokumencie. Metoda obliczeń miesięcznych zapotrzebowania właściwego dla systemu oraz metoda godzinowa obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową jest opisana w normie PN-EN ISO 52016-1.

W metodzie miesięcznej obliczenia podstawowego oblicza się zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia bez wpływu technicznych systemów budowlanych na to zapotrzebowanie. Obliczenie podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową wykonuje się dla budynków, w których zakłada się standardowe warunki środowiska wewnętrznego dla danej kategorii przestrzeni wewnętrznej budynku, która wymaga systemu ogrzewania i/lub chłodzenia przy założeniu nieskończonej mocy systemów. Oznacza to, że nie nakłada się żadnych ograniczeń na obliczane zapotrzebowanie na energię użytkową i zakłada się, że systemy techniczne budynku są w stanie dostarczyć obliczane zapotrzebowanie na ciepło jawne ogrzewania i chłodzenia. W metodzie obliczenia podstawowego zapotrzebowania według procedury podanej w tym dokumencie nie wyznacza się zapotrzebowania na ciepło utajone nawilżania lub odwilżania. W metodzie obliczenia podstawowego zapotrzebowania nie uwzględnia się długotrwałych przerw w ogrzewaniu i chłodzeniu (na przykład tygodniowe ograniczenie mocy cieplnej, ze względu na nieobecność użytkowników) oraz nie uwzględnia się wpływu systemów dostawy energii takich jak: ograniczenia mocy ogrzewania lub chłodzenia według wartości i harmonogramów użytkowania budynków, możliwość odzyskiwania strat ciepła z systemów technicznych budynków, dostosowywanie wartości zadanych temperatury według wartości i harmonogramów użytkowania budynku, ograniczenia sezonu ogrzewania lub chłodzenia budynków.

Jeżeli w budynku należy obliczyć zapotrzebowanie na energię użytkową ogrzewania lub chłodzenia (ciepło jawne) oraz nawilżania lub odwilżania (ciepło utajone) lub jeżeli na wartości zapotrzebowania na energię użytkową mają wpływ techniczne systemy budynku wówczas obliczenia wykonuje się metodą miesięczną właściwego dla systemu zapotrzebowania według normy PN-EN ISO 52016-1. W procedurach obliczeniowych zapotrzebowania na energię właściwego dla systemu możliwe są powtórzenia miesięcznych obliczeń z powodu interakcji z konkretnymi cechami i sposobami regulacji technicznych systemów budowlanych. W szczególności obliczenie zapotrzebowania właściwe dla systemu należy wykonać, gdy: występują możliwe do odzyskania straty ciepła w systemach technicznych budynku, możliwe jest dostosowanie wartości zadanych temperatury według wartości i harmonogramu użytkowania budynku, występują długotrwałe ograniczenia dostawy ciepła lub chłodu lub ograniczenie sezonu ogrzewania lub chłodzenia budynku. W przypadku, gdy systemy techniczne budynku mają ograniczoną moc ogrzewania lub chłodzenia metoda miesięczna obliczeń nie może być zastosowana i w takim przypadku należy wykonać obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową metodą godzinową oraz określić czas niedotrzymania wymaganych wartości temperatury wewnętrznej w przestrzeniach budynku.

Metoda obliczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową budynku określana jest w zależności od rodzaju obiektu według tabeli 6.

Tab. 6 Wybór między godzinową a miesięczną metodą obliczania w zależności od rodzaju obiektu

Rodzaj obiektu	Opis	Dozwolona tylko metoda miesięczna wg Rozporządzenia	Dozwolona tylko metoda miesięczna wg PN-EN ISO 52016-1	Dozwolona tylko metoda godzinowa wg PN-EN ISO 52016-1	Dozwolone obie metody godzinowa lub miesięczna wg PN-EN ISO 52016-1
Budynki mieszkalne jednorodzinne różnych rodzajów - obliczanie zapotrzebowania podstawowego	Budynki mieszkalne jednorodzinne ogrzewane lub chłodzone bez nawilżania lub odwilżania powietrza wewnętrznego - obliczenie podstawowego zapotrzebowania na energię - bez wpływu systemów technicznych budynku na wartość zapotrzebowania na energię użytkową.	TAK	NIE	NIE	NIE
Budynki mieszkalne wielorodzinne - obliczanie zapotrzebowania podstawowego	Budynki mieszkalne wielorodzinne ogrzewane lub chłodzone bez nawilżania lub odwilżania powietrza wewnętrznego - obliczenie podstawowego zapotrzebowania na energię - bez wpływu systemów technicznych budynku na wartość zapotrzebowania na energię użytkową.	TAK	NIE	NIE	NIE
Budynki mieszkalne jednorodzinne różnych rodzajów - obliczanie zapotrzebowania właściwego dla systemu	Budynki mieszkalne jednorodzinne ogrzewane lub chłodzone z możliwością nawilżania lub odwilżania powietrza wewnętrznego - obliczenie zapotrzebowania na energię właściwe dla systemu - z uwzględnieniem wpływu systemów technicznych budynku na wartość zapotrzebowania na energię użytkową.	NIE	TAK	NIE	NIE
Budynki mieszkalne wielorodzinne - zapotrzebowania właściwego dla systemu	Budynki mieszkalne wielorodzinne ogrzewane lub chłodzone z możliwością nawilżania lub odwilżania powietrza wewnętrznego - obliczenie zapotrzebowania na energię właściwe dla systemu - z uwzględnieniem wpływu systemów technicznych budynku na wartość zapotrzebowania na energię użytkową.	NIE	TAK	NIE	NIE
Budynek zamieszkania zbiorowego	Budynki niskie (N) o powierzchni użytkowej do 2 000 m ² włącznie bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	NIE	TAK
	Wszystkie pozostałe budynki, bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych	NIE	NIE	TAK	NIE

Rodzaj obiektu	Opis	Dozwolona tylko metoda miesięczna wg Rozporządzenia	Dozwolona tylko metoda miesięczna wg PN-EN ISO 52016-1	Dozwolona tylko metoda godzinowa wg PN-EN ISO 52016-1	Dozwolone obie metody godzinowa lub miesięczna wg PN-EN ISO 52016-1
Budynki biurowe	Budynki niskie (N) i średniowysokie (SW) o powierzchni użytkowej do 9 000 m ² włącznie bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	NIE	TAK
	Wszystkie pozostałe budynki bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE
Budynki oświatowe	Wszystkie budynki oświatowe, bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE
Szpitala	Wszystkie budynki szpitali, bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE
Hotele²⁷ i restauracje	Wszystkie budynki hoteli i restauracji, bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE
Obiekty sportowe	Wszystkie budynki obiektów sportowych, bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE
Budynki usług, handlu hurtowego i detalicznego	Wszystkie budynki usług, handlu hurtowego i detalicznego, bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE
Inne rodzaje budynków zużywających energię	Budynków niskie (N) i średniowysokie (SW) o powierzchni użytkowej do 9 000 m ² włącznie bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	NIE	TAK
	Wszystkie pozostałe budynki bez względu na rodzaj instalacji wewnętrznych.	NIE	NIE	TAK	NIE

Opis metody godzinowej zgodnej z PN-EN ISO 52016-1 znajduje się w Załączniku 3 do niniejszego opracowania.

²⁷Hotele wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 poz. 1422 i z 2017 r. poz. 2285) – tekst jednolity należą do budynków zamieszkania zbiorowego, jednak ze względu na ich wyszczególnienie w Dyrektywie 2018/844/UE zostały one zamieszczone w oddzielnej pozycji tabeli. Należy rozstrzygnąć w jaki sposób należy ujedynolnić tabelę, aby spełniać wymagania obu dokumentów.

2.3.4 Procedury obliczeń miesięcznych podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia

2.3.4.1 Zasada

Metoda miesięczna ma zastosowanie do obliczania ciepła jawnego zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia. Za pomocą metody przedstawionej poniżej nie można obliczyć ciepła utajonego zapotrzebowania na energię użytkową nawilżania i odwilżania powietrza w systemach ogrzewania i chłodzenia. W przypadku gdy w budynku występują techniczne systemy, za pomocą których powietrze wewnętrzne stref ciepłych jest nawilżane lub odwilżane (w szczególności w przypadku systemów chłodzenia, w których występuje wykraplane pary wodnej w powietrzu wewnętrznym lub w powietrzu wentylacyjnym dostarczonym do stref ciepłych) należy zastosować miesięczną lub godzinową metodę obliczania opisaną normą PN-EN ISO 52016-1.

Ze względu na miesięczny przedział czasu metoda nie obejmuje obliczeń temperatury wewnętrznej oraz obliczeń projektowego obciążenia cieplnego ogrzewania i chłodzenia.

W przypadku, gdy w budynku nie występuje system chłodzenia występuje ryzyko przegrzewania. W takim przypadku należy dla potrzeb oceny ryzyka przegrzania w strefie cieplnej obliczyć uproszczony wskaźnik przegrzania.

Opisana miesięczna metoda obliczania podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i/lub chłodzenia zakłada, że system ogrzewania może pracować z krótkimi w ciągu doby okresami obniżenia temperatury zadanej, natomiast system chłodzenia może pracować krótkimi okresami w ciągu doby wyłączenia lub zmiany temperatury zadanej.

W pozostałych przypadkach należy wykonać obliczenie zapotrzebowania na energię użytkową właściwe dla systemu według metody opisanej w normie PN-EN ISO 52016-1.

2.3.4.2 Stosowany przedział czasu i okres obliczeń

Procedury obliczeniowe opisane poniżej mają zastosowanie dla miesięcznego przedziału czasowego. Okres obliczeniowy to pełny rok.

2.3.4.3 Procedury podziału na strefy cieplne

Strefy cieplne uznaje się za kondycjonowane cieplnie, jeżeli są one ogrzewane i/lub chłodzone. Pozostałe strefy cieplne uznawane są za niekondycjonowane cieplnie.

2.3.4.4 Postanowienia ogólne podziału na strefy cieplne

Procedury podziału na strefy obejmują zasady określania stref ciepłych. Zasady te są zgodne z ogólnymi procedurami opisanymi w normie PN-EN ISO 52000-1²⁸.

²⁸PN-EN ISO 52000-1:2017-10 – wersja angielska Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Nadrzędna ocena EPB -- Część 1: Ogólne ramy i procedury, zwana dalej PN-EN ISO 52000-1.

Do obliczeń zgodnie z niniejszym dokumentem, oceniany obiekt (budynek lub część budynku) traktuje się albo jako pojedynczą strefę cieplną, albo dzieli się go na więcej niż jedną strefę cieplną.

W metodzie stopniowego podziału przestrzenie są łączone lub dzielone w celu utworzenia stref cieplnych. Metoda stopniowego podziału pozwala wybrać alternatywne sposoby podziału w poszczególnych krokach.

W metodzie stopniowego podziału na strefy cieplne wyróżnia się następujące kroki:

1. Każdej przestrzeni przypisuje się kategorię, uwzględniając ogólne procedury oceny energetycznych właściwości użytkowych według PN-EN ISO 52000-1.
2. Wszystkie przyległe pomieszczenia należące do tej samej kategorii pomieszczeń grupuje się w jedną strefę cieplną.
3. W przypadku występowania dużych otworów pomiędzy przestrzeniami, przestrzenie te są łączone w jedną strefę cieplną.
4. Podział na strefy cieplne wykonuje się w taki sposób, że zawierają one ona tylko te przestrzenie, które mają taki sam udział kombinacji odpowiednich usług.
5. Przyległe strefy ogrzewane lub chłodzone można łączyć, jeżeli cieplne warunki użytkowania są takie same lub bardzo podobne.
6. Podział na strefy cieplne wykonuje się w taki sposób, aby strefy cieplne były w pewnym stopniu jednorodne pod względem bilansu cieplnego. Kryteria są bardziej rygorystyczne, jeśli występuje chłodzenie.
7. Przyległe strefy niekondycjonowane cieplnie można łączyć.
8. Małą strefę cieplną można (ponownie) połączyć z przyległą strefą cieplną, jeśli ma ten sam zestaw usług, ale inne warunki użytkowania.
9. Bardzo małą strefę cieplną można (ponownie) połączyć z przyległą strefą cieplną, nawet jeśli ma ona inny zestaw usług.

Podział na strefy, krok 1: Ocena kategorii przestrzeni

Dla każdej przestrzeni określa się kategorię przestrzeni, uwzględniając procedury zawarte w PN-EN ISO 52000-1.

W niektórych przypadkach w niekondycjonowanych cieplnie przestrzeniach można, dla uproszczenia, założyć, że mają one takie same warunki użytkowania jak przyległe przestrzenie kondycjonowane cieplnie, a następnie je połączyć. Na przykład poddasze, klatki schodowe, atria lub wewnętrzny garaż.

Wybór, czy te niekondycjonowane cieplnie przestrzenie mogą mieć takie same warunki użytkowania jak przyległe kondycjonowane cieplnie przestrzenie, może mieć bardzo duży wpływ na obliczone energetyczne właściwości użytkowe budynku.

Również wybór, czy wielkość tych przestrzeni, na przykład pole powierzchni użytkowej podłogi, referencyjne pole powierzchni lub objętość referencyjna, jest uwzględniony w wielkości budynku, może mieć bardzo duży wpływ na wskaźnik energetycznych właściwości użytkowych budynku.

Nie można łączyć niekondycjonowanych cieplnie przestrzeni z przestrzeniami kondycjonowanymi cieplnie, jeżeli na podstawie konstrukcji budynku stwierdza się, że są one oddzielone przegrodą, która stanowi główną barierę cieplną wewnętrznej lub zewnętrznej przestrzeni niekondycjonowanej cieplnie.

Przestrzenie, które zawsze należy uważać za niekondycjonowane cieplnie:

- ▶ przestrzenie o dużej wentylacji (takie jak: garaż, parking wewnętrzny). Przestrzeń o dużej wentylacji definiuje się jako przestrzeń o stałym strumieniu powietrza wentylacyjnego wynoszącym co najmniej $3 \text{ dm}^3/(\text{s m}^2)$ w odniesieniu do pola powierzchni użytkowej podłogi tej przestrzeni,
- ▶ przestrzenie z dużym otworem. Duży otwór wentylacyjny dla powietrza zewnętrznego w przestrzeni definiuje się jako jeden lub więcej otworów stałych o łącznym polu powierzchni co najmniej $0,003 \text{ m}^2$ w odniesieniu do 1 m^2 pola powierzchni użytkowej tej przestrzeni.

Podział na strefy, krok 2: Grupowanie zgodnie z kategorią przestrzeni

Kategoria przestrzeni charakteryzuje się określonym zestawem warunków użytkowania. W związku z tym początkowo wszystkie przyległe pomieszczenia należące do tej samej kategorii przestrzeni są zgrupowane w jednej strefie cieplnej.

Niekondycjonowane cieplnie przestrzenie przyległe do przestrzeniami kondycjonowanych cieplnie są z reguły modelowane w uproszczony sposób. Jeśli jednak strefa niekondycjonowana cieplnie ma duży wpływ na ogólne obliczenia, można ją uznać za strefę kondycjonowaną cieplnie z zerową mocą ogrzewania i chłodzenia.

Zakłada się, że niekondycjonowane cieplnie przestrzenie, które są całkowicie otoczone innymi przestrzeniami wewnątrz obudowy cieplnej, należą do tej samej kategorii, co przestrzeń przyległa. W przypadku więcej niż jednej przyległej kategorii wybierana jest kategoria o największym polu powierzchni podłogi.

Podział na strefy, krok 3: Grupowanie w przypadku dużych otworów pomiędzy przestrzeniami

W przypadku stałych dużych otworów między dwiema przestrzeniami, przestrzenie są łączone w jedną strefę cieplną. Drzwi, które prawdopodobnie będą często otwarte, są uważane za stałe, duże otwory. Duży otwór w przestrzeni do przestrzeni kondycjonowanej cieplnie lub przestrzeni niekondycjonowanej cieplnie wewnątrz obudowy cieplnej definiuje się jako jeden lub więcej stałych otworów o łącznym polu powierzchni co najmniej $0,003 \text{ m}^2$ na 1 m^2 pola powierzchni użytkowej podłogi tej przestrzeni.

Jeśli warunki cieplne użytkowania różnią się między przestrzeniami, obowiązują najbardziej rygorystyczne cieplne warunki użytkowania, chyba że w tym przypadku mają zastosowanie uproszczenia dla małych i bardzo małych stref cieplnych podanych poniżej.

Cieplne warunki użytkowania to minimalne i maksymalne nastawy temperatury podstawowej i nastawy w okresie dobowego obniżenia temperatury oraz okresem tych nastaw.

Podział na strefy, krok 4: Podział w celu uzyskania takiej samej kombinacji usług

Podział na strefy cieplne wykonuje się w taki sposób, że zawierają one tylko te przestrzenie, które mają taki sam udział w kombinacji odpowiednich usług: tylko ogrzewanie, tylko chłodzenie, chłodzenie lub ogrzewanie itp. W przypadku tego podziału należy sprawdzić, czy ma zastosowanie podział ze względu na małą i bardzo małą strefę cieplną opisany poniżej.

Podział na strefy, krok 5: Dalsze grupowanie zgodnie z podobnymi warunkami cieplnymi użytkownika

Jeśli warunki uproszczenia podziału na małe i bardzo małe opisany poniżej ma zastosowanie wówczas te uproszczenia są stosowane w pierwszej kolejności.

W pozostałych przypadkach zastosowanie mają następujące zasady:

- ▶ cieplne warunki użytkownika są zdefiniowane jako minimalne i maksymalne nastawy temperatury oraz okresy tych nastaw,
- ▶ przyległe strefy kondycjonowane cieplnie można łączyć, jeśli warunki użytkownika cieplnego są takie same,
- ▶ przyległe strefy kondycjonowane cieplnie można również łączyć, jeżeli cieplne warunki użytkownika są podobne, co oznacza, że spełnione są następujące warunki:
 - ▶ występuje różnica w nastawach temperatury ogrzewania i jest mniejsza niż 4 K, oraz
 - ▶ codzienne okresy nastaw temperatury nie różnią się więcej niż o trzy godziny.

W takim przypadku obowiązują średnie ważone wartości warunków cieplnych. Ważenie odbywa się zgodnie z zasadami podziału podanymi w PN-EN ISO 52000-1 dla podziału stref cieplnych.

Przyległe strefy kondycjonowane cieplnie można również łączyć, jeżeli reguła ma zastosowanie do uśredniania przestrzennego wartości zadanej dla budynków mieszkalnych.

Podział na strefy, krok 6: Podział w celu uzyskania wystarczającej jednorodności w równowadze cieplnej

Strefy cieplne należy wyznaczyć w taki sposób, aby były one w pewnym stopniu jednorodne pod względem bilansu cieplnego. Kryteria są bardziej rygorystyczne, jeśli występuje chłodzenie.

Jeśli warunki uproszczenia wynikające z podziału na małe i bardzo małe strefy opisane poniżej, to uproszczenia są stosowane w pierwszej kolejności.

W pozostałych przypadkach zastosowanie mają następujące zasady:

- ▶ dla każdego z poniższych kryteriów brane są pod uwagę dwie różne sekcje strefy cieplnej, obejmujące każda co najmniej 25% użytkowego pola powierzchni podłogi rozważanej strefy,
- ▶ wykonanie szczegółowych obliczeń w celu oceny, czy kryteria te są spełnione, przyniosłoby skutki przeciwne do zamierzonych, dlatego wystarczy z grubsza oszacować właściwości wymienione poniżej jako kryteria.

Strefę cieplną należy podzielić, jeżeli:

- ▶ szacuje się, że między dwiema sekcjami średnie miesięczne zyski wewnętrzne (w tym odzyskiwalne straty systemu) plus zyski ciepła od słońca w reprezentatywnym

chłodnym miesiącu różnią się więcej niż trzykrotnie. Nie dotyczy to sytuacji, gdy średnia wartość wynosi poniżej 15 W/m² pola powierzchni użytkowej podłogi.

Jeżeli obliczanie obejmuje obliczanie zapotrzebowania na energię użytkową na chłodzenie strefę cieplną należy podzielić, jeżeli:

- ▶ szacuje się, że między dwiema sekcjami wewnętrzną efektywna pojemność cieplna różni się o więcej niż dwie klasy 2 lub
- ▶ szacuje się, że między dwiema sekcjami średnie miesięczne zyski wewnętrzne, w tym odzyskiwalne straty systemu, plus zyski ciepła od słońca w reprezentatywnym ciepłym miesiącu różnią się więcej niż trzykrotnie. Nie dotyczy to sytuacji, gdy średnia wartość wynosi poniżej 30 W/m² pola powierzchni użytkowej podłogi.

Podział na strefy, krok 7: Grupowanie stref niekondycjonowanych cieplnie

Przyległe strefy niekondycjonowane cieplnie można łączyć w jedną strefę niekondycjonowaną cieplnie.

Podział na strefy, krok 8: Uproszczenie w przypadku małych stref ciepłych

Strefę cieplną można ponownie połączyć z przyległą strefą cieplną, jeśli ma tę samą kombinację usług, ale różne warunki cieplne użytkowania lub różne właściwości bilansu cieplnego, pod warunkiem, że ma powierzchnię użytkową mniejszą niż 5% całkowitego użytkowego pola powierzchni podłogi ocenianego obiektu.

W takim przypadku obowiązują warunki cieplne użytkowania przyległej strefy cieplnej.

Podział na strefy, krok 9: Uproszczenie w przypadku bardzo małych stref ciepłych

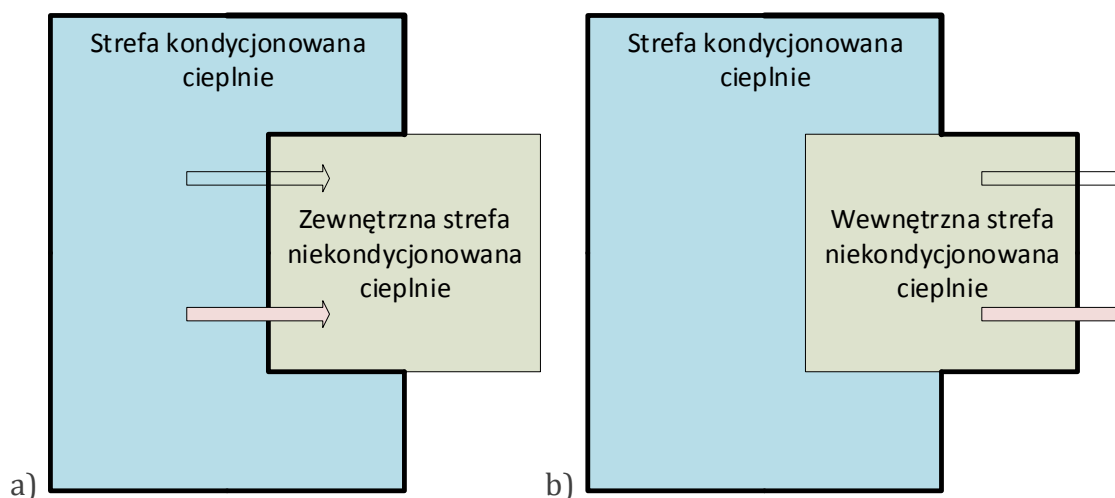
Strefę cieplną można połączyć z przyległą strefą cieplną, nawet jeśli ma inną kombinację usług, pod warunkiem, że ma powierzchnię użytkową mniejszą niż 1% całkowitego użytkowego pola powierzchni podłogi ocenianego obiektu.

W takim przypadku stosuje się połączenie usług i warunków cieplnych użytkowania przyległej strefy cieplnej. W przypadku więcej niż jednej przyległej strefy cieplnej połączenie usług i warunków cieplnych użytkowania przyjmuje się z przyległej strefy o najbardziej podobnych usługach i/lub najbardziej podobnych warunkach użytkowania.

2.3.4.5 Przyległe strefy niekondycjonowane cieplnie

Rozróżnia się dwa typy stref niekondycjonowanych cieplnie, z uwagi na ocenę właściwości przenikania ciepła i odpowiedniego dostosowania przenoszenia ciepła i zysków w strefie niekondycjonowanej cieplnie:

- ▶ **zewnątrzna strefa niekondycjonowana cieplnie:** przegrody wewnętrzne strefy traktuje się jako granicę przenikania ciepła budynku.
- ▶ **wewnętrzna strefa niekondycjonowana cieplnie:** przegrody zewnętrzne strefy traktuje się jako granicę przenikania ciepła.



Rys. 3 Zewnętrzna a) i wewnętrzna b) strefa niekondycjonowana cieplnie

Zewnętrzna strefa niekondycjonowana cieplnie jest typem domyślnym w podziale budynku na strefy.

Wewnętrzna strefa niekondycjonowana cieplnie stosowana jest w przypadkach, gdy:

- ▶ właściwości cieplne i geometrię zewnętrznych elementów konstrukcyjnych można określić dokładniej niż właściwości wewnętrznych elementów konstrukcyjnych; oraz
- ▶ wewnętrzne zyski ciepła i zyski ciepła od słońca w przyległej przestrzeni nie są dominujące.

W związku z tym, typ strefy wewnętrznej niekondycjonowanej cieplnie nie nadaje się do przestrzeni nasłonecznionych ani przedsionków.

Jeżeli zastosowano typ zewnętrznej strefy niekondycjonowanej cieplnie, należy zadbać o to, aby nie uwzględniać rozmiaru tej strefy w rozmiarze odniesienia i/lub polu powierzchni podłogi użytkowej kondycjonowanej cieplnie przestrzeni, o ile nie jest to wyraźnie wskazane.

Podział na wewnętrzne i zewnętrzne strefy niekondycjonowane cieplnie może mieć wpływ na ocenę powierzchni obudowy cieplnej budynku.

2.3.4.6 Procedury obliczania temperatury oraz współczynnika dostosowania i rozkładu przyległej strefy niekondycjonowanej cieplnie

Współczynnik dostosowania jest konieczny, aby uwzględnić wpływ strefy niekondycjonowanej cieplnie, przyległej do strefy kondycjonowanej cieplnie. W przypadku więcej niż jednej strefy kondycjonowanej cieplnie istnieje również potrzeba wyznaczenia współczynnika podziału strat / zysków ciepła do strefy niekondycjonowanej cieplnie.

Metoda obliczeń uwzględnia wpływ strefy niekondycjonowanej cieplnie na przenoszenie ciepła przez przenikanie i wentylację oraz zyski ciepła stref kondycjonowanych cieplnie.

Procedury obliczania współczynnika dostosowania i rozkładu podano poniżej.

Procedury obliczania zysków ciepła w strefach niekondycjonowanych cieplnie z zyskami wewnętrznymi lub od słońca podano załączniku E.3 normy PN-EN ISO 52016-1.

2.3.4.7 Temperatura obliczona w przyległej strefie niekondycjonowanej cieplnie jako zmienna wyjściowa

Temperatura w strefie niekondycjonowanej cieplnie jest niezbędna jako zmienna wyjściowa, np. do oceny strat ciepła urządzeń systemów technicznych budynku oraz systemów magazynowania i dystrybucji energii (rury i kanały) znajdujących się w niekondycjonowanych cieplnie przestrzeniach.

W przypadku metody obliczania miesięcznego średnia miesięczna temperatura w zewnętrznej lub wewnętrznej strefie niekondycjonowanej cieplnie k , $\theta_{zu,H/C,k,m}$, w °C, jest określona przez:

$$\theta_{zu,H/C,k,m} = \theta_{e,a,m} + b_{zu,k,m} \cdot (\theta_{i,H/C,j,z,m} - \theta_{e,a,m}) \quad (24)$$

przy czym dla każdego miesiąca m

$b_{zu,k,m}$ współczynnik dostosowania dla przyległej strefy niekondycjonowanej cieplnie k , w miesiącu m , jak określono poniżej,

$\theta_{i,H/C,j,z,m}$ temperatura obliczeniowa przyległej strefy kondycjonowanej cieplnie j dla ogrzewania/chłodzenia, jak określono poniżej, w °C,

$\theta_{e,a,m}$ średnia miesięczna temperatura powietrza środowiska zewnętrznego uzyskana na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku

W przypadku wielu przyległych do siebie stref kondycjonowanych cieplnie temperatury są ważone zgodnie ze współczynnikiem podziału dla przenoszenia ciepła między strefą kondycjonowaną cieplnie j a strefą niekondycjonowaną cieplnie k , $F_{z,j,zu,k,m}$, jak określono poniżej.

Temperatura strefy niekondycjonowanej cieplnie wyklucza z bilansu cieplnego wpływ wewnętrznych zysków ciepła lub zysków ciepła od słońca. Zyski te (jeśli istnieją) są przypisywane do przyległych stref kondycjonowanych cieplnie.

Jeżeli obliczoną temperaturę strefy niekondycjonowanej cieplnie traktuje się jako daną wyjściową i nie można dokonać rozróżnienia między trybem ogrzewania i chłodzenia, temperaturę dla trybu ogrzewania i chłodzenia należy ważyć co miesiąc, zgodnie z zapotrzebowaniem na ogrzewanie i chłodzenie.

2.3.4.8 Współczynnik dostosowania i rozkładu

Współczynnik dostosowania dla strefy niekondycjonowanej cieplnie w miesiącu m , $b_{zu,m}$, jest określony za pomocą wzorów:

$$b_{zu,m} = \frac{H_{zu,e,m}}{H_{zu,tot,m}} \quad (25)$$

$$H_{zu,tot,m} = \sum_j (H_{z,j,zu,m}) + H_{zu,e,m} \quad (26)$$

Współczynnik podziału w przypadku wielu przyległych do strefy niekondycjonowanej cieplnie stref kondycjonowanych cieplnie jest określony przez:

jeżeli istnieje więcej niż jedna przylegająca strefa z,j kondycjonowana cieplnie w miesiącu m :

$$F_{z,i,zu,m} = \frac{H_{z,i,zu,m}}{\sum_j (H_{z,j,zu,m})} \quad (17)$$

jeżeli istnieje tylko jedna przylegająca strefa kondycjonowana cieplnie z w miesiącu m :

$$F_{z,zu,m} = 1 \quad (28)$$

przy czym:

$F_{z,i,zu,m}$ współczynnik podziału przenoszenia ciepła między strefą kondycjonowaną cieplnie i przyległą strefą niekondycjonowaną cieplnie zu dla miesiąca m ,

$b_{zu,m}$ współczynnik dostosowania dla przyległej strefy niekondycjonowanej cieplnie zu dla miesiąca m ,

$H_{zu,e,m}$ współczynnik przenoszenia ciepła między strefą niekondycjonowaną cieplnie zu , a środowiskiem zewnętrznym dla miesiąca m , określony zgodnie z PN-EN ISO 13789, w W/K,

$H_{zu,tot,m}$ suma współczynników przenoszenia ciepła między strefą niekondycjonowaną cieplnie zu , a przyległymi strefami kondycjonowanymi cieplnie i środowiskiem zewnętrznym dla miesiąca m , w W/K,

$H_{z,j,zu,m}$ współczynnik przenoszenia ciepła między strefą kondycjonowaną cieplnie z,j a strefą niekondycjonowaną cieplnie zu dla miesiąca m , określoną zgodnie z PN-EN ISO 13789, w W/K,

z,j wskaźnik dla każdej strefy kondycjonowanej cieplnie z przyległej do strefy niekondycjonowanej cieplnie zu .

Procedura obliczania współczynnika dostosowania jest równoważna procedurze z normy PN-EN ISO 13789, ale została rozszerzona o możliwość przylegania wielu stref kondycjonowanych cieplnie. Obliczone wartości będą zwykle stałe w ciągu roku, ale w niektórych przypadkach wartości mogą być zmienne i wtedy można wprowadzić wartości średnie miesięczne.

Istnieje możliwość powiązania wartości współczynnika przenoszenia ciepła przez wentylację przez przegrody zewnętrzne $H_{ve,zu,k,m}$ z wartością współczynnika przenoszenia ciepła przez przenikanie $H_{tr,zu,k,m}$, dla strefy niekondycjonowanej cieplnie k , w miesiącu m , następującym wzorem:

$$H_{zu,e,m} = (1 + c_{zu,ve}) \cdot H_{tr,zu,e,m} \quad (29)$$

przy czym dla strefy niekondycjonowanej cieplnie k , w miesiącu m :

$H_{zu,e,m}$	współczynnik przenoszenia ciepła między strefą niekondycjonowaną cieplnie a środowiskiem zewnętrznym w W/K,
$H_{tr,zu,e,m}$	współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie między strefą niekondycjonowaną cieplnie a środowiskiem zewnętrznym, określony zgodnie z PN-EN ISO 13789, w W/K,
$c_{zu,ve}$	współczynnik wyrażający domyślny udział wentylacji we współczynniku przenoszenia ciepła przez przegrody zewnętrzne, określany na podstawie dokumentacji technicznej budynku, w przypadku braku informacji domyślna wartość wynosi 0,5.

2.3.4.9 Obliczanie zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia

Obliczanie miesięcznego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i do chłodzenia wykonuje się bez wpływu określonych technicznych systemów budowlanych.

W celu uniknięcia poważnych odchyłeń od obszaru zastosowań metody obliczania oraz w celu uniknięcia sprzeczności z założeniami związanymi z wyborem urządzenia do odzysku ciepła z systemu wentylacji urządzenie do odzysku ciepła z systemu wentylacji jest uwzględniane w obliczeniach podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową.

Obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię wykonuje się w sytuacji, w której zakłada się standardowe warunki środowiska wewnętrznego dla danej kategorii przestrzeni, która wymaga nieskończonej mocy systemu ogrzewania i/lub chłodzenia w celu zapewnienia wymaganych warunków środowiska wewnętrznego, podczas gdy w rzeczywistości system ten może być nieobecny lub niedowymiarowany. Oznacza to, że nie nakłada się jakichkolwiek ograniczeń mocy cieplnych dla systemu ogrzewania lub chłodzenia. Przykładem może być ogranicznik dostarczanej mocy cieplnej w węźle ciepłowniczym.

W zależności od wyborów zapewniających dane wejściowe do obliczeń, może być wymagana iteracja według kroków obliczeniowych określonych w PN-EN ISO 52000-1.

2.3.4.10 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania, $Q_{H,z}$, w kWh, dla strefy ogrzewanej z , jest obliczana za pomocą wzoru:

$$Q_{H,z} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H,z,m} \quad (30)$$

gdzie:

$Q_{H,z,m}$ miesięczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania dla strefy ogrzewanej z w miesiącu m , określone poniżej, w kWh.

Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię do ogrzewania wykonuje się dla stref bez przerw lub z krótkimi w ciągu doby okresami obniżenia temperatury powietrza wewnętrznego. Dla każdej strefy ogrzewanej z i każdego miesiąca m , miesięczne zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, $Q_{H,z,m}$, w kWh, oblicza się zgodnie z wzorami:

$$\text{jeżeli } \gamma_{H,z,m} \leq 0 \text{ i } Q_{H,gn,z,m} > 0 \text{ to } Q_{H,z,m} = 0 \text{ lub} \quad (31)$$

$$\text{jeżeli } \gamma_{H,z,m} > 2 \text{ to } Q_{H,z,m} = 0, \quad (32)$$

$$\text{w przeciwnym razie } Q_{H,z,m} = Q_{H,ht,z,m} - \eta_{H,gn,z,m} \cdot Q_{H,gn,z,m} \quad (33)$$

gdzie dla każdej ogrzewanej strefy z i miesiąca m :

$\gamma_{H,z,m}$ bezwymiarowy współczynnik bilansu cieplnego dla trybu ogrzewania, określony poniżej;

$Q_{H,ht,z,m}$ całkowite straty ciepła dla trybu ogrzewania, jak określono poniżej, w kWh;

$\eta_{H,gn,z,m}$ bezwymiarowy współczynnik wykorzystania zysków ciepła, określony poniżej;

$Q_{H,gn,z,m}$ całkowite zyski ciepła dla trybu ogrzewania, jak określone poniżej, w kWh;

2.3.4.11 Zapotrzebowanie na energię do chłodzenia

Dla każdej strefy roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia, $Q_{C,z}$ w kWh, jest obliczane za pomocą wzoru:

$$Q_{C,z} = \sum_{m=1}^{12} Q_{C,z,m} \quad (34)$$

gdzie:

$Q_{C,z,m}$ miesięczne zapotrzebowanie na energię do chłodzenia dla strefy chłodzonej z i miesiąca m , określone jak określono poniżej, w kWh.

Obliczenia miesięcznego zapotrzebowania na energię użytkową do chłodzenia wykonuje się dla stref bez przerw w chłodzeniu lub z krótkimi okresami przerw w ciągu doby. Dla każdej strefy chłodzonej z i każdego miesiąca m , miesięczne zapotrzebowanie na energię do chłodzenia, $Q_{C,z,m}$, w kWh, oblicza się zgodnie z wzorami:

$$\text{jeżeli } 1/\gamma_{C,z,m} > 2 \text{ to } Q_{C,z,m} = 0, \quad (35)$$

$$\text{w przeciwnym razie } Q_{C,z,m} = a_{C,red,z,m} \cdot (Q_{C,gn,z,m} - \eta_{H,ht,z,m} \cdot Q_{H,ht,z,m}), \quad (36)$$

gdzie dla każdej chłodzonej strefy z i miesiąca m :

$\gamma_{C,z,m}$	bezwymiarowy współczynnik bilansu cieplnego dla trybu chłodzenia, określony poniżej,
$Q_{C,ht,z,m}$	całkowite straty ciepła dla trybu ogrzewania, jak określono poniżej, w kWh,
$\eta_{C,gn,z,m}$	bezwymiarowy współczynnik wykorzystania strat ciepła, określony w poniżej,
$Q_{C,gn,z,m}$	całkowite zyski ciepła dla trybu chłodzenia, jak określone poniżej, w kWh,
$a_{C,red,z,m}$	bezwymiarowy współczynnik redukcji dla krótkotrwałych przerw chłodzenia, określony poniżej.

2.3.4.12 Całkowita ilość przenoszonego ciepła i zyski ciepła

Całkowite ilości przenoszonego ciepła ze strefy dla ogrzewania $Q_{H,ht,z,m}$ i chłodzenia $Q_{C,ht,z,m}$ dla każdej strefy z i każdego miesiąca m , obie wyrażone w kWh, są obliczane na podstawie następujących wzorów:

$$\text{dla ogrzewania: } Q_{H,ht,z,m} = Q_{H,tr,z,m} + Q_{H,ve,z,m} \quad (37)$$

$$\text{dla chłodzenia: } Q_{C,ht,z,m} = Q_{C,tr,z,m} + Q_{C,ve,z,m} \quad (38)$$

gdzie dla każdej kondycjonowanej strefy z i miesiąca m :

$Q_{H,tr,z,m}$	całkowita ilość ciepła przenikania dla ogrzewania, określone poniżej, w kWh,
$Q_{H,ve,z,m}$	całkowita ilość ciepła dla wentylacji do ogrzewania, określone poniżej, w kWh,
$Q_{C,tr,z,m}$	całkowita ilość ciepła przenikania dla chłodzenia, określone poniżej, w kWh,
$Q_{C,ve,z,m}$	całkowita ilość ciepła dla wentylacji do chłodzenia, określone poniżej, w kWh.

Całkowite zyski ciepła dla ogrzewania $Q_{H,gn,z,m}$ i chłodzenia $Q_{C,gn,z,m}$, obie wielkości w kWh, są obliczane za pomocą wzorów:

$$\text{dla ogrzewania: } Q_{H,gn,z,m} = Q_{H,int,z,m} + Q_{H,sol,z,m} \quad (39)$$

$$\text{dla chłodzenia: } Q_{C,gn,z,m} = Q_{C,int,z,m} + Q_{C,sol,z,m} \quad (40)$$

gdzie dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$Q_{H,int,z,m}$	suma wewnętrznych zysków ciepła dla ogrzewania, określone poniżej, w kWh,
$Q_{H,sol,z,m}$	suma zysków ciepła promieniowania słonecznego dla ogrzewania, określone poniżej, w kWh,
$Q_{C,int,z,m}$	suma wewnętrznych zysków ciepła dla chłodzenia, określone poniżej, w kWh,
$Q_{C,sol,z,m}$	suma zysków ciepła promieniowania słonecznego dla chłodzenia, określone poniżej, w kWh.

2.3.4.13 Wymiana ciepła przez przenikanie

Procedury obliczania

Całkowita ilość ciepła przenikania dla ogrzewania $Q_{H,tr,z,m}$ i chłodzenia $Q_{C,tr,z,m}$, obie wartości wyrażone w kWh, są obliczane na podstawie następujących dwóch wzorów:

dla ogrzewania:

$$Q_{H,tr,z,m} = \left(H_{H,tr,z,m} \cdot (\theta_{i,H,z,m} - \theta_{e,a,m}) + H_{gr,an,z,m} \cdot (\theta_{i,H,z,m} - \theta_{e,a,an}) \right) \cdot 0,001 \cdot \Delta t_m \quad (41)$$

dla chłodzenia:

$$Q_{C,tr,z,m} = \left(H_{C,tr,z,m} \cdot (\theta_{i,C,z,m} - \theta_{e,a,m}) + H_{gr,an,z,m} \cdot (\theta_{i,C,z,m} - \theta_{e,a,an}) \right) \cdot 0,001 \cdot \Delta t_m \quad (42)$$

gdzie dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$H_{H/C,tr,z,m}$	całkowity współczynnik przenikania ciepła dla ogrzewania lub chłodzenia, dla wszystkich elementów budynku z wyjątkiem elementów połączonych z gruntem, określone poniżej, w W/K;
$\theta_{i,H/C,z,m}$	temperatura obliczeniowa strefy dla ogrzewania lub chłodzenia, określone poniżej, w °C,
$\theta_{e,a,m}$	średnia miesięczna temperatura powietrza środowiska zewnętrznego, określona na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w °C,
$H_{gr,an,z,m}$	współczynnik przenikania ciepła dla elementów budynku mających kontakt z gruntem, w tym podłóg na gruncie, podłóg podwieszanych oraz piwnic, dla strefy cieplnej z i miesiąca m , wyznaczony w oparciu o roczną różnicę temperatury na podstawie normy PN-EN ISO 13789, w W/K,
$\theta_{e,a,an}$	średnia roczna temperatura środowiska zewnętrznego, na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w °C,
Δt_m	liczba godzin miesiąca m , w h.

Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie

Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła dla ogrzewania lub chłodzenia dla wszystkich elementów budynku z wyjątkiem elementów przyległych do gruntu dla ogrzewanej lub chłodzonej strefy z i miesiąca m , $H_{H/C,tr,z,m}$, wyrażony w W/K, wyznacza się ze wzoru:

$$H_{H/C,tr,z,m} = \sum_k \left(H_{H/C,el,k,m} \right) + H_{tr,tb,z} \quad (43)$$

gdzie, dla każdego miesiąca m :

$H_{H/C,el,k,m}$ całkowity współczynnik przenoszenia ciepła dla ogrzewania lub chłodzenia, dla elementu budynku k , określony jak przedstawiono poniżej, w W/K,

$H_{tr,tb,z}$ ogólny współczynnik przenoszenia ciepła dla mostków cieplnych w strefie ogrzewanej lub chłodzonej z , określony poniżej, w W/K.

Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła dla ogrzewania lub chłodzenia, dla elementu budynku k , w miesiącu m , $H_{H/C,el,k,m}$, wyrażony w W/K, oblicza się z następującego wzoru:

dla elementów połączonych ze środowiskiem zewnętrznym:

$$H_{H/C,el,k,m} = U_{H/C,k,m} \cdot A_{el,k} \quad (44)$$

dla elementów połączonych z sąsiadującą zewnętrzną strefą niekondycjonowaną cieplnie:

$$H_{H/C,el,k,m} = b_{z,k,m} \cdot U_{H/C,k,m} \cdot A_{el,k} \quad (45)$$

dla elementów połączonych z sąsiadującą wewnętrzną strefą niekondycjonowaną cieplnie:

$$H_{H/C,el,k,m} = \left(1 - b_{z,k,m} \right) \cdot U_{H/C,k,m} \cdot A_{el,k} \quad (46)$$

gdzie, dla każdego miesiąca m :

$U_{H/C,k,m}$ współczynnik przenikania ciepła elementu budynku k , określony jak opisano poniżej, w W/(m²·K),

$b_{z,k,m}$ współczynnik korygujący dla elementu budynku k sąsiadującego ze strefą niekondycjonowaną cieplnie, jak określono powyżej,

$A_{el,k}$ pole powierzchni elementu budynku k , określone dla wszystkich typów elementów budynku zgodnie z PN-EN ISO 13789.

Współczynnik przenikania ciepła wszystkich elementów budynku nieprzyległych do gruntu, $U_{H/C,k,m}$ należy określić z normy PN-EN ISO 13789.

Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła dla mostków cieplnych, $H_{tr,tb,z}$, wyrażony w W/K, oblicza się z następującego wzoru:

$$H_{tr,tb,z} = \sum_k \left(l_{tb,k} \cdot \Psi_{tb,k} \right) \quad (47)$$

gdzie, dla strefy kondycjonowanej cieplnie z:

$l_{tb,k}$	długość liniowego mostka cieplnego k , określona zgodnie z PN-EN ISO 13789, w m,
$\Psi_{tb,k}$	współczynnik strat ciepła liniowego mostka cieplnego k , określony zgodnie z PN-EN ISO 13789, w W/(m K).

2.3.4.14 Przenoszenie ciepła przez wentylację

Procedury obliczania

Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację dla potrzeb ogrzewania i chłodzenia, $Q_{H/C,ve,z,m}$, w kWh, dla każdej strefy z i dla każdego miesiąca m jest obliczany na podstawie następującego wzoru:

$$Q_{H/C,ve,z,m} = H_{H/C,ve,z,m} \cdot (\theta_{i,H/C,z,m} - \theta_{e,a,m}) \cdot 0,001 \cdot \Delta t_m \quad (48)$$

gdzie, dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$H_{H/C,ve,z,m}$	całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację dla ogrzewania lub chłodzenia, określony poniżej, w W/K,
$\theta_{i,H/C,z,m}$	temperatura obliczeniowa strefy dla ogrzewania lub chłodzenia, jak określono poniżej, w °C,
$\theta_{e,a,m}$	średnia miesięczna temperatura powietrza środowiska zewnętrznego, na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w °C,
Δt_m	liczba godzin w miesiącu m , w h.

Całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację

Wartość współczynnika przenoszenia ciepła przez wentylację, $H_{H/C,ve,z,m}$, w W/K, oblicza się za pomocą wzoru:

$$H_{H/C,ve,z,m} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{ve,H/C,z,m} \quad (49)$$

gdzie, dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$H_{H/C,ve,z,m}$	całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację dla ogrzewania lub chłodzenia, dla strefy z , w W/K,
$\rho_a \cdot c_a$	objętościowa pojemność cieplna powietrza, należy przyjmować 1200, w J/(m ³ ·K),
$q_{ve,H/C,z,m}$	średni miesięczny strumień objętości powietrza wszystkich skorygowanych strumieni powietrza wprowadzonych do strefy, dla ogrzewania lub chłodzenia, zgodnie z opisem poniżej w rozdziale 2.7.3.2, w m ³ /s.

2.3.4.15 Wewnętrzne zyski ciepła

Całkowite wewnętrzne zyski ciepła

Zyski ciepła z wewnętrznych źródeł ciepła dla ogrzewanej lub chłodzonej strefy z , $Q_{H/C,int,z,m}$, w kWh, oblicza się za pomocą wzoru:

$$Q_{H/C,int,z,m} = Q_{H/C,int,dir,z,m} \quad (50)$$

lecz w przypadku jednej lub więcej sąsiadujących ze strefą z stref niekondycjonowanych cieplnie zu zyski ciepła oblicza się jako sumę bezpośrednich wewnętrznych zysków ciepła w strefie z i pośrednich zysków ciepła od stref zu niekondycjonowanych cieplnie:

$$Q_{H/C,int,z,m} = Q_{H/C,int,dir,z,m} + \sum_{k=1}^n \left[(1 - b_{zu,k,m}) \cdot F_{zu,k,m} \cdot f_{gn,max,H,zu,k,m} \cdot Q_{H/C,int,dir,zu,k,m} \right] \quad (51)$$

gdzie, dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$Q_{H/C,int,dir,z,m}$	miesięczne bezpośrednie wewnętrzne zyski ciepła w strefie z ogrzewanej lub chłodzonej, jak określono poniżej, w kWh,
$b_{zu,k,m}$	współczynnik korygujący dla sąsiedniej strefy zu niekondycjonowanej cieplnie k , jak określono powyżej,
$F_{zu,k,m}$	współczynnik dystrybucji zysków ciepła ze strefy zu niekondycjonowanej cieplnie k przypisany do sąsiadującej ogrzewanej lub chłodzonej strefy z , jak określono powyżej,
$f_{gn,max,H,zu,k,m}$	współczynnik redukcji, zapobiegający zawyżeniu zysków ciepła w strefie zu niekondycjonowanej cieplnie k dla trybu ogrzewania, jak określono załączniku E.3 normy PN-EN ISO 52016-1, w W/K,
$Q_{H/C,int,dir,zu,k,m}$	miesięczne bezpośrednie wewnętrzne zyski ciepła wewnętrznej lub zewnętrznej (jak zdefiniowano powyżej) przyległej strefy zu niekondycjonowanej cieplnie k , w kWh.

Źródła wewnętrznych zysków ciepła

Zyski ciepła z wewnętrznych źródeł ciepła, $Q_{H/C,int,dir,z,m}$, w każdej strefie z ogrzewanej, chłodzonej lub niekondycjonowanej cieplnie i dla każdego miesiąca m , w kWh, oblicza się za pomocą wzoru:

$$Q_{H/C,int,dir,z,m} = \left(\begin{array}{l} Q_{H/C,spec,int,OC,z,m} + Q_{H/C,spec,int,A,z,m} + Q_{H/C,spec,int,L,z,m} \\ + Q_{H/C,spec,int,WA,z,m} + Q_{H/C,spec,int,HVAC,z,m} \end{array} \right) \cdot A_{use,z} \quad (52)$$

gdzie, dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$Q_{H/C,spec,int,OC,z,m}$	jednostkowe wewnętrzne zyski ciepła metabolicznego od użytkowników, w kWh/m ² ;
---------------------------	--

$Q_{H/C,spec,int,A,z,m}$	jednostkowe wewnętrzne zyski ciepła rozproszonego z urządzeń wyposażenia strefy, w kWh/m ² ;
$Q_{H/C,spec,int,L,z,m}$	jednostkowe możliwe do odzyskania wewnętrzne zyski ciepła od oświetlenia, w kWh/m ² ;
$Q_{H/C,spec,int,WA,z,m}$	jednostkowe możliwe do odzyskania wewnętrzne zyski ciepła od sieci ciepłej wody i kanalizacyjnej, w kWh/m ² ;
$Q_{H/C,spec,int,HVAC,z,m}$	jednostkowe możliwe do odzyskania wewnętrzne zyski ciepła z systemów ogrzewania, chłodzenia i wentylacji, w kWh/m ² ;
$A_{use,z}$	pole powierzchni użytkowej strefy, w m ² .

Na potrzeby prezentowanej metody w obliczeniach nie uwzględnia się jednostkowych wewnętrznych zysków ciepła od sieci ciepłej wody i kanalizacyjnej oraz wewnętrznych zysków ciepła z systemów ogrzewania, chłodzenia i wentylacji. Pozostałe składniki wymienione powyżej opisane są w rozdziale 2.7.4.

2.3.4.16 Zyski ciepła od słońca

Całkowite zyski ciepła od słońca

Zyski ciepła od słońca $Q_{H/C,sol,z,m}$ dla ogrzewanej lub chłodzonej strefy z , w kWh, są wyznaczone za pomocą wzoru:

$$Q_{H/C,sol,z,m} = Q_{H/C,sol,dir,z,m} \quad (53)$$

lecz w przypadku jednej lub więcej sąsiadujących ze strefą z stref niekondycjonowanych cieplnie zu zyski ciepła od słońca oblicza się jako sumę bezpośrednich zysków ciepła od słońca w strefie z i pośrednich zysków ciepła od słońca ze stref zu niekondycjonowanych cieplnie:

$$Q_{H/C,sol,z,m} = Q_{H/C,sol,dir,z,m} + \sum_{k=1}^n \left[(1 - b_{zu,k,m}) \cdot F_{zu,k,m} \cdot f_{gn,max,H,zu,k,m} \cdot Q_{H/C,sol,dir,zu,k,m} \right] \quad (54)$$

gdzie, dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$Q_{H/C,sol,dir,z,m}$	miesięczne zyski ciepła od słońca ogrzewanej lub chłodzonej strefy z , jak określono w poniżej, w kWh,
$b_{zu,k,m}$	współczynnik korygujący dla sąsiedniej strefy zu niekondycjonowanej cieplnie k , jak określono powyżej,
$F_{zu,k,m}$	współczynnik dystrybucji zysków ciepła ze strefy zu niekondycjonowanej cieplnie k przypisany do sąsiadującej ogrzewanej lub chłodzonej strefy z , jak określono powyżej,
$f_{gn,max,H,zu,k,m}$	współczynnik redukcji, zapobiegający zawyżeniu zysków ciepła w strefie zu niekondycjonowanej cieplnie k dla trybu ogrzewania, jak określono załączniku E.3 normy PN-EN ISO 52016-1, w W/K,
$Q_{H/C,sol,dir,zu,k,m}$	miesięczne zyski ciepła od słońca wewnętrznej lub zewnętrznej (jak zdefiniowano powyżej) przyległej strefy zu niekondycjonowanej

cieplnie k , jak określono poniżej, w kWh.

Składowe zysków ciepła od słońca

Zyski ciepła od słońca w każdej kondycjonowanej lub niekondycjonowanej cieplnie strefie z i dla każdego miesiąca m , $Q_{H/C,sol,dir,z,m}$, w kWh, oblicza się za pomocą następującego wzoru:

$$Q_{H/C,sol,dir,z,m} = \sum_k Q_{H/C,sol,wi,k,m} + \sum_k Q_{H/C,sol,op,k,m} \quad (55)$$

gdzie dla każdego elementu k i miesiąca m :

$Q_{H/C,sol,wi,k,m}$ miesięczne zyski ciepła od słońca przez przezroczysty wi element budynku, k , jak określono poniżej, w kWh,

$Q_{H/C,sol,op,k,m}$ miesięczne zyski ciepła od słońca nieprzezroczystego op elementu budynku, k , jak określono poniżej, w kWh.

Zyski ciepła od słońca przez przezroczyste elementy k budynku (zwane dalej oknami), $Q_{H/C,sol,wi,k,m}$, w kWh, są obliczane za pomocą wzoru:

$$Q_{H/C,sol,wi,k,m} = g_{gl,k,m} \cdot A_{c,k} \cdot (1 - F_{fr,wi,k}) \cdot F_{sh,obst,k,m} \cdot H_{sol,k,m} - Q_{sky,k,m} \quad (56)$$

gdzie, dla każdego okna k i miesiąca m :

$g_{gl,k,m}$ bezwymiarowy średni miesięczny całkowity współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego oszklenia okna, jak określono w załączniku E.2 normy PN-EN ISO 52016-1,

$A_{c,k}$ pole powierzchni okna, w m², w przypadku wystających elementów okna należy zastosować rzut okna na powierzchnię elewacji,

$F_{fr,wi,k}$ ułamek powierzchni ramy okna, stosunek pola powierzchni rzutu ramy do całkowitego pola powierzchni rzutu okna na powierzchnię elewacji, jak określono w załączniku E.2 normy PN-EN ISO 52016-1,

$F_{sh,obst,k,m}$ bezwymiarowy redukujący współczynnik zacienienia okna przeszkodami zewnętrznymi, określony w załączniku F normy PN-EN ISO 52016-1,

$H_{sol,k,m}$ miesięczne napromieniowanie słoneczne na powierzchnię okna, o kącie pochylenia β_k i kącie orientacji γ_k , na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w kWh/m².

$Q_{sky,k,m}$ miesięczne straty ciepła spowodowane wymianą ciepła przez promieniowanie długofalowe z nieboskłonem, jak określono poniżej, w kWh,

β_k kąt pochylenia okna (od poziomu, mierzony do góry), uzyskany z danych geometrycznych elementu konstrukcyjnego, w stopniach,

γ_k kąt azymutu słonecznego okna, uzyskany z danych geometrycznych elementu konstrukcyjnego, w stopniach (wyrażony jako kąt pomiędzy rzutem poziomym normalnej do powierzchni okna i kierunkiem południa

geograficznego; konwencja: kąt mierzony od kierunku południa geograficznego, dodatni na wschód, ujemny na zachód).

Zyski ciepła od słońca przez nieprzezroczysty element k budynku, $Q_{H/C,sol,op,k,m}$, w kWh, w miesiącu m , oblicza się z następującego wzoru:

$$Q_{H/C,sol,op,k,m} = \alpha_{sol,k} \cdot R_{se,k} \cdot U_{c,k} \cdot A_{c,k} \cdot F_{sh,obst,k,m} \cdot H_{sol,k,m} - Q_{sky,k,m} \quad (57)$$

gdzie, dla każdego nieprzezroczystego elementu k i miesiąca m :

$\alpha_{sol,k}$	bezwymiarowy współczynnik pochłaniania promieniowania słonecznego elementu,
$R_{se,k}$	opór przejmowania ciepła powierzchni zewnętrznej elementu, uzyskany z PN-EN ISO 13789, w m^2K/W ,
$U_{c,k}$	współczynnik przenikania ciepła elementu, jak określono powyżej, w $W/(m^2 \cdot K)$,
$A_{c,k}$	pole powierzchni elementu, w m^2 ,
$F_{sh,obst,k,m}$	bezwymiarowy redukujący współczynnik zacienienia elementu przeszkodami zewnętrznymi, określony w załączniku F normy PN-EN ISO 52016-1,
$H_{sol,k,m}$	miesięczne napromieniowanie słoneczne na powierzchnię elementu, o kącie pochylenia β_k i kącie orientacji γ_k , na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w kWh/m^2 ,
$Q_{sky,k,m}$	miesięczne straty ciepła elementu spowodowane wymianą ciepła przez promieniowanie długofalowe z nieboskłonem, jak określono poniżej, w kWh,
β_k	kąt pochylenia elementu (od poziomu, mierzony do góry), uzyskany z danych geometrycznych elementu konstrukcyjnego, w stopniach,
γ_k	kąt azymutu słonecznego elementu, uzyskany z danych geometrycznych elementu konstrukcyjnego, w stopniach (wyrażony jako kąt pomiędzy rzutem poziomym normalnej do powierzchni elementu i kierunkiem południa geograficznego; konwencja: kąt mierzony od kierunku południa geograficznego, dodatni na wschód, ujemny na zachód).

Promieniowanie ciepłe do nieboskłonu

Miesięczne straty ciepła zewnętrznych przezroczystych i nieprzezroczystych elementów k budynku spowodowane wymianą ciepła przez długofalowe promieniowanie ciepłe do nieboskłonu, $Q_{sky,k,m}$, w miesiącu m , w kWh, oblicza się poniższym wzorem:

$$Q_{sky,k,m} = F_{sky,k} \cdot R_{se,k} \cdot U_{c,k} \cdot A_{c,k} \cdot h_{r,e,k} \cdot \Delta\theta_{sky,m} \cdot \Delta t_m \cdot 0,001 \quad (58)$$

gdzie, dla każdego elementu k i miesiąca m :

$F_{sky,k}$	współczynnik konfiguracji między elementem a nieboskłonem określony poniżej,
$R_{se,k}$	opór przejmowania ciepła powierzchni zewnętrznej elementu, uzyskany z PN-EN ISO 13789, w m ² K/W,
$U_{c,k}$	współczynnik przenikania ciepła elementu, jak określono powyżej, w W/(m ² ·K),
$A_{c,k}$	pole powierzchni elementu, w m ² ,
$h_{r,e,k}$	współczynnik przejmowania ciepła na drodze promieniowania długofalowego powierzchni zewnętrznej, uzyskany z PN-EN ISO 13789, w W/(m ² ·K),
$\Delta\theta_{sky,m}$	średnia różnica między pozorną temperaturą nieboskłonu a temperaturą powietrza zewnętrznego, uzyskana na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w K,
Δt_m	liczba godzin miesiąca m , w h.

Współczynnik konfiguracji między elementem k budynku a nieboskłonem oblicza się ze wzoru:

$$F_{sky,k} = \frac{1 + \cos(\beta_k)}{2} \quad (59)$$

gdzie:

β_k kąt pochylenia elementu (od poziomu, mierzony do góry), uzyskany z danych geometrycznych elementu konstrukcyjnego, w stopniach,

2.3.4.17 Wewnętrzna efektywna pojemność cieplna strefy

W miesięcznej metodzie obliczeniowej niezbędna do obliczeń jest wewnętrzna efektywna pojemność cieplna strefy cieplnej (uwzględniająca elementy konstrukcyjne, wyposażenie wewnętrzne oraz masę powietrza wewnętrznego). Wielkość ta reprezentuje całkowitą pojemność cieplną przestrzeni widzianą od wewnątrz.

Podano dwie metody: szczegółową, która uwzględnia wszystkie szczegóły każdego elementu konstrukcyjnego, oraz uproszczoną, która określa wartości domyślne pojemności cieplnej jako funkcję powierzchni użytkowej.

Metoda szczegółowa

Za pomocą metody szczegółowej wewnętrzna efektywna pojemność cieplna strefy cieplnej jest określana na podstawie wewnętrznych pojemności cieplnych elementów budynku.

Wewnętrzną efektywną pojemność cieplną strefy z ogrzewanej lub chłodzonej, $C_{m,int,eff,z}$ w J/K, oblicza się przez zsumowanie pojemności cieplnych wszystkich (wewnętrznych

i zewnętrznych) elementów budynku w bezpośrednim kontakcie cieplnym z powietrzem wewnętrznym rozważanej strefy z, zgodnie z następującym wzorem:

$$C_{m,int,eff,z} = \sum_j \kappa_{int,j} \cdot A_j \quad (60)$$

gdzie, dla każdego element budynku j w strefie z:

$\kappa_{int,j}$ wewnętrzna powierzchniowa pojemność cieplna elementu budynku j , określona zgodnie z definicją κ_m w PN-EN ISO 13786²⁹ lub jako prostsza alternatywa, zgodnie z definicją κ_m w dla maksymalnej efektywnej grubości przegrody wynoszącej 0,10 m, w J/(m²·K),

A_j pole powierzchni elementu j , w m².

Metoda uproszczona

Wewnętrzną efektywną pojemność cieplną ogrzewanej lub chłodzonej strefy z, $C_{m,int,eff,z}$, w J/K, można obliczyć metodą uproszczoną według wzoru:

$$C_{m,int,eff,z} = C_{spec,int} \cdot A_{use,z} \quad (61)$$

gdzie, dla ogrzewanej lub chłodzonej strefy z:

$C_{spec,int}$ domyślna zależna od klasy konstrukcji budynku jednostkowe wewnętrzna pojemność cieplna, w J/(m²·K),

$A_{use,z}$ pole powierzchni użytkowej strefy cieplnej z, w m².

Tabela 7 zawiera klasy konstrukcji budynków z domyślnymi wartościami wewnętrznej jednostkowej pojemności cieplnej.

Tab. 7 Domyślne wartości wewnętrznej jednostkowej pojemności cieplnej

Klasa konstrukcji budynku	$C_{spec,int}$
Bardzo lekka	80 000
Lekka	110 000
Średnia	165 000
Ciężka	260 000
Bardzo ciężka	370 000

²⁹PN-EN ISO 13786:2017-09 – wersja angielska Ciepłne właściwości użytkowe komponentów budowlanych -- Dynamiczne charakterystyki cieplne -- Metody obliczania, zwana dalej PN-EN ISO 13786.

2.3.4.18 Współczynniki wykorzystania

W metodzie miesięcznej uwzględnia się wpływ dynamiki wymiany ciepła w budynku poprzez wprowadzenie współczynnika wykorzystania zysków ciepła dla ogrzewania i współczynnika wykorzystania strat ciepła dla chłodzenia.

Współczynnik wykorzystania zysków ciepła dla ogrzewania

Bezwymiarowy współczynnik wykorzystania zysków ciepła dla ogrzewania, $\eta_{H,gn,z,m}$, jest funkcją stosunku zysków ciepła do całkowitej ilości wymienionego ciepła dla ogrzewania, $\gamma_{H,z,m}$, i parametru liczbowego, $a_{H,z,m}$, który zależy od bezwładności cieplnej. Współczynnik wykorzystania zysków ciepła jest obliczany dla każdej strefy i dla każdego miesiąca za pomocą następujących wzorów:

$$\text{jeżeli } \gamma_{H,z,m} > 0 \text{ oraz } \gamma_{H,z,m} \neq 1 \text{ to: } \eta_{H,gn,z,m} = \frac{1 - (\gamma_{H,z,m})^{a_{H,z,m}}}{1 - (\gamma_{H,z,m})^{(a_{H,z,m} + 1)}}, \quad (62)$$

$$\text{jeżeli } \gamma_{H,z,m} = 1 \text{ to: } \eta_{H,gn,z,m} = \frac{a_{H,z,m}}{a_{H,z,m} + 1}, \quad (63)$$

$$\text{jeżeli } \gamma_{H,z,m} \leq 0 \text{ oraz } Q_{H,gn,z,m} > 0 \text{ to: } \eta_{H,gn,z,m} = \frac{1}{\gamma_{H,z,m}}, \quad (64)$$

$$\text{jeżeli } \gamma_{H,z,m} \leq 0 \text{ oraz } Q_{H,gn,z,m} \leq 0 \text{ to: } \eta_{H,gn,z,m} = 1 \quad (65)$$

gdzie:

$$\gamma_{H,z,m} = \frac{Q_{H,gn,z,m}}{Q_{H,ht,z,m}} \quad (66)$$

gdzie dla każdej ogrzewanej strefy z i miesiąca m :

$\gamma_{H,z,m}$ bezwymiarowy stosunek zysków ciepła strefy do całkowitej ilości wymienionego ciepła strefy obliczany dla ogrzewania;

$a_{H,z,m}$ bezwymiarowy parametr liczbowy, określony poniżej;

$Q_{H,ht,z,m}$ całkowita ilość wymienionego ciepła strefy dla trybu ogrzewania, jak określona powyżej, w kWh;

$Q_{H,gn,z,m}$ całkowite zyski ciepła strefy dla trybu ogrzewania, jak określono powyżej, w kWh.

Bezwymiarowy parametr liczbowy $a_{H,z,m}$ oblicza się ze wzoru:

$$a_{H,z,m} = a_{H,0} + \frac{\tau_{H,z,m}}{\tau_{H,0}} \quad (67)$$

gdzie, dla każdej ogrzewanej strefy z i miesiąca m :

- $a_{H,0}$ bezwymiarowy referencyjny parametr liczbowy,
 $\tau_{H,z,m}$ stała czasowa ogrzewanej strefy cieplnej, określona poniżej, w h,
 $\tau_{H,0}$ referencyjna stała czasowa, w h.

Wartości referencyjnego parametru liczbowego $a_{H,0}$ oraz referencyjnej stałej czasowej $\tau_{H,0}$ dla współczynnika wykorzystania zysków ciepła powinny być wyznaczone dla typowego budynku. W przypadku braku tych wartości można przyjąć $a_{H,0} = 1$ oraz $\tau_{H,0} = 15$.

Współczynnik wykorzystania strat ciepła dla chłodzenia

Bezwymiarowy współczynnik wykorzystania strat ciepła dla chłodzenia, $\eta_{C,ht,z,m}$, jest funkcją stosunku zysków ciepła do całkowitej ilości wymienionego ciepła dla chłodzenia, $\gamma_{C,z,m}$, i parametru liczbowego, $a_{C,z,m}$, który zależy od bezwładności cieplnej. Współczynnik wykorzystania strat ciepła jest obliczany dla każdej strefy i dla każdego miesiąca za pomocą następujących wzorów:

$$\text{jeżeli } \gamma_{C,z,m} > 0 \text{ oraz } \gamma_{C,z,m} \neq 1 \text{ to: } \eta_{C,ht,z,m} = \frac{1 - (\gamma_{C,z,m})^{-a_{C,z,m}}}{1 - (\gamma_{C,z,m})^{-(a_{C,z,m}+1)}}, \quad (68)$$

$$\text{jeżeli } \gamma_{C,z,m} = 1 \text{ to: } \eta_{C,ht,z,m} = \frac{a_{C,z,m}}{a_{C,z,m} + 1}, \quad (69)$$

$$\text{jeżeli } \gamma_{C,z,m} \leq 0 \text{ to: } \eta_{C,ht,z,m} = 1 \quad (70)$$

gdzie:

$$\gamma_{C,z,m} = \frac{Q_{C,gn,z,m}}{Q_{C,ht,z,m}} \quad (71)$$

gdzie, dla każdej chłodzonej strefy z i miesiąca m :

- $\gamma_{C,z,m}$ bezwymiarowy stosunek zysków ciepła strefy do całkowitej ilości wymienionego ciepła strefy obliczanych dla chłodzenia,
 $a_{C,z,m}$ bezwymiarowy parametr liczbowy,

$Q_{C,ht,z,m}$ całkowita ilość wymienionego ciepła strefy dla trybu chłodzenia, jak określono powyżej, w kWh,

$Q_{C,gn,z,m}$ całkowite zyski ciepła strefy dla trybu chłodzenia, jak określono powyżej, w kWh.

Bezwymiarowy parametr liczbowy $a_{C,z,m}$ oblicza się ze wzoru:

$$a_{C,z,m} = a_{C,0} + \frac{\tau_{C,z,m}}{\tau_{C,0}} \quad (72)$$

gdzie, dla każdej chłodzonej strefy z i miesiąca m :

$a_{C,0}$ bezwymiarowy referencyjny parametr liczbowy,

$\tau_{C,z,m}$ stała czasowa chłodzonej strefy cieplnej, określona poniżej, w h,

$\tau_{C,0}$ referencyjna stała czasowa, w h.

Wartości referencyjnego parametru liczbowego $a_{C,0}$ oraz referencyjnej stałej czasowej $\tau_{C,0}$ dla współczynnika wykorzystania zysków ciepła powinny być wyznaczone dla typowego budynku. W przypadku braku tych wartości można przyjąć $a_{C,0} = 1$ oraz $\tau_{C,0} = 15$ h.

2.3.4.19 Stała czasowa strefy cieplnej

Stała czasowa strefy z ogrzewanej τ_H lub chłodzonej τ_C , wyrażona w godzinach, charakteryzuje wewnętrzną bezwładność cieplną strefy. Stała czasowa może przyjmować różne wartości w zależności od trybu obliczeń ogrzewania i chłodzenia oraz zmieniać się z miesiąca na miesiąc dla każdego trybu, w zależności od zmienności (lub jej braku) jej zmiennych składowych, zwłaszcza H_{tr} oraz H_{ve} . Oblicza się ją za pomocą wzoru:

$$\tau_{H/C,z,m} = \frac{C_{m,int,eff,z} / 3600}{H_{H/C,tr,z,m} + H_{H/C,gr,z} + H_{H/C,ve,z,m}} \quad (73)$$

gdzie, dla każdej ogrzewanej lub chłodzonej strefy z i miesiąca m :

$C_{m,int,eff,z}$ efektywna wewnętrzna pojemność cieplna strefy, jak określono powyżej, w J/K,

$H_{H/C,tr,z,m}$ ogólny współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie ciepła dla ogrzewania lub chłodzenia, z wyłączeniem elementów przyległych do gruntu, jak określono powyżej, w W/K,

$H_{H/C,ve,z,m}$ całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację dla ogrzewania lub chłodzenia, jak określono powyżej, w W/K,

$H_{H/C,gr,z}$ średni sezonowy całkowity współczynnik przenoszenia ciepła dla elementów przyległych do gruntu gruncie, skorygowany o sezonową różnicę temperatury dla sezonu ogrzewania lub chłodzenia, uzyskany

z PN-EN ISO 13789, w W/K.

2.3.4.20 Temperatury obliczeniowe strefy dla ogrzewania i chłodzenia

2.3.4.20.1. Temperatury nastawy i tryby pracy

Wyróżnia się następujące tryby pracy ogrzewania i chłodzenia:

- ▶ ogrzewanie i/lub chłodzenie przy stałej wartości temperatury nastawy,
- ▶ ogrzewanie z okresowym w czasie doby obniżeniem temperatury nastawy (zmienna temperatura nastawy),
- ▶ chłodzenie z okresowym w czasie doby wyłączeniem systemu chłodzenia.

2.3.4.20.2. Ogrzewanie i chłodzenie przy stałej temperaturze nastawy

W przypadku nieprzerwanego ogrzewania przy stałej temperaturze nastawy przez cały miesiąc, jako temperaturę obliczeniową strefy, $\theta_{i,H}$, w °C, należy zastosować temperaturę nastawy, $\theta_{i,H,set,z,m}$, dla ogrzewania, jak określono poniżej, w °C.

W przypadku nieprzerwanego chłodzenia przy stałej temperaturze nastawy przez cały miesiąc jako temperaturę obliczeniową strefy, $\theta_{i,C}$, w °C, należy zastosować temperaturę nastawy, $\theta_{i,C,set,z,m}$ dla chłodzenia, jak określono poniżej, w °C. Wartość współczynnika redukcji dla okresowego chłodzenia w tym przypadku wynosi, $a_{C,red,z,m} = 1$.

2.3.4.20.3. Ogrzewanie przy zmiennej temperaturze nastawy

W przypadku ogrzewania przy zmiennych dobowych wartościach temperatury wewnętrznej, temperaturę obliczeniową ogrzewanej strefy, $\theta_{i,H,z,m}$, w °C, oblicza się według następującego wzoru:

$$\theta_{i,H,z,m} = a_{H,red,z,m} \times (\theta_{i,set,H,z} - \theta_{e,a,m}) + \theta_{e,a,m} \quad (74)$$

gdzie, dla każdej ogrzewanej strefy z i miesiąca m :

$\theta_{i,set,H,z}$	normalna („poziom komfortu cieplnego”) temperatura nastawy strefy, w °C,
$\theta_{e,a,m}$	średnia miesięczna temperatura powietrza w środowisku zewnętrznym, uzyskana na podstawie danych typowego roku meteorologicznego do obliczeń energetycznych dla najbliższej stacji meteorologicznej względem lokalizacji budynku, w °C,
$a_{H,red,z,m}$	współczynnik redukcji dla okresowego ogrzewania ze zmniejszoną wartością temperatury nastawy, jak określono poniżej.

Bezwymiarowy współczynnik redukcji dla okresowego ogrzewania, $a_{H,red,z,m}$ oblicza się zgodnie z wzorem:

$$a_{H,red,z,m} = 1 - f_{H,red,z} + f_{H,red,z} \cdot d\theta_{H,red,mn,z,m} \quad (75)$$

gdzie:

$$f_{H,red,z} = \frac{\Delta t_{H,red,z}}{24} \quad (76)$$

gdzie, dla każdej ogrzewanej strefy z i miesiąca m :

$f_{H,red,z}$	względna część doby ze zmniejszoną wartością temperatury nastawy ogrzewania,
$d\theta_{H,red,mn,z,m}$	średnie (względne) zmniejszenie różnicy temperatury w okresie obniżonej temperatury nastawy, określone jak określono poniżej.
$\Delta t_{H,red,z}$	czas trwania okresu ze zmniejszoną wartością temperatury nastawy ogrzewania, w h.

W celu obliczenia średniej (względnej) redukcji różnicy temperatury w okresie obniżonej wartości temperatury nastawy, $d\theta_{H,red,mn,z,m}$, należy określić następujące trzy dodatkowe wielkości:

- bezwymiarową (względną) redukcję wartości temperatury nastawy powiązaną z różnicą temperatury nastawy i temperatury zewnętrznej, $d\theta_{set,H,low,z,m}$, wyznacza się następująco:

$$\text{jeżeli } \theta_{i,set,H,z} - \theta_{e,a,m} \leq 0 \text{ to: } d\theta_{set,H,low,z,m} = 1, \quad (77)$$

$$\text{jeżeli } \theta_{i,set,H,low,z} - \theta_{e,a,m} \leq 0 \text{ to: } d\theta_{set,H,low,z,m} = 0, \quad (78)$$

w przeciwnym razie:

$$d\theta_{set,H,low,z,m} = \frac{\theta_{i,set,H,low,z} - \theta_{e,a,m}}{\theta_{i,set,H,z} - \theta_{e,a,m}} \quad (79)$$

gdzie:

$\theta_{i,set,H,low,z}$ obniżona wartość temperatury nastawy ogrzewania strefy w okresie obniżenia temperatury wewnętrznej, w °C.

- bezwymiarowa względna różnica temperatury wewnętrznej i zewnętrznej w warunkach

swobodnych bez ogrzewania $d\theta_{float,z,m} = \frac{\theta_{i,float,z,m} - \theta_{e,a,m}}{\theta_{i,set,H,z} - \theta_{e,a,m}}$, którą oblicza się jako:

$$\text{jeżeli } \theta_{i,set,H,z} - \theta_{e,a,m} \leq 0 \text{ to: } d\theta_{float,z,m} = 1, \quad (80)$$

w przeciwnym razie:

$$d\theta_{\text{float},z,m} = \frac{Q_{\text{H,gn},z,m}}{\left(H_{\text{H,tr},z,m} + H_{\text{H,ve},z,m}\right) \cdot \left(\theta_{\text{i,set},\text{H},z} - \theta_{\text{e,a},m}\right) \cdot 0,001 \cdot \Delta t_m} \quad (81)$$

z wartością maksymalną: $d\theta_{\text{float},z,m} = 1$ i wartością minimalną: $d\theta_{\text{float},z,m} = 0$,

gdzie, dla każdej ogrzewanej strefy z i miesiąca m :

$Q_{\text{H,gn},z,m}$ całkowite zyski ciepła dla trybu ogrzewania, jak określono powyżej, w kWh,

$H_{\text{H,tr},z,m}$ całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie, określony powyżej, w W/K,

$H_{\text{H,ve},z,m}$ całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację dla ogrzewania, jak określono powyżej, w W/K,

Δt_m liczba godzin w miesiącu m , w h.

Minimalna wartość jest potrzebna w rzadkim przypadku, gdy zyski są ujemne, w przypadku dominującego promieniowania cieplnego do nieboskłonu.

- bezwymiarowa względna długość okresu do osiągnięcia obniżonej wartości temperatury nastawy:

$$\text{jeżeli } d\theta_{\text{i,set},\text{H},\text{low},z} - d\theta_{\text{float},z,m} \leq 0 \text{ to: } f_{\text{H,red},\text{low},z,m} = 1, \quad (82)$$

$$\text{jeżeli } d\theta_{\text{float},z,m} = 1 \text{ to: } f_{\text{H,red},\text{low},z,m} = 0, \quad (83)$$

w przeciwnym razie:

$$f_{\text{H,red},\text{low},z,m} = \frac{\Delta t_{\text{H,red},\text{low},z,m} / \tau_{\text{H},z,m}}{\Delta t_{\text{H,red},z,m} / \tau_{\text{H},z,m}} \quad (84)$$

gdzie:

$$\frac{\Delta t_{\text{H,red},\text{low},z,m}}{\tau_{\text{H},z,m}} = - \ln \left(\frac{d\theta_{\text{set},\text{H},\text{low},z,m} - d\theta_{\text{float},z,m}}{1 - d\theta_{\text{float},z,m}} \right) \quad (85)$$

oraz gdzie:

$\tau_{\text{H},z,m}$ stała czasowa dla trybu ogrzewania, w h.

Średnia względna różnica temperatury w okresie obniżonej temperatury nastawy, $d\theta_{\text{H,red},\text{mn},z,m}$, jest równa:

jeżeli $f_{\text{H,red},\text{low},z,m} \geq 1$ to:

$$d\theta_{\text{H,red},\text{mn},z,m} = d\theta_{\text{float},z,m} + \left(\frac{1 - d\theta_{\text{float},z,m}}{\Delta t_{\text{H,red},z,m} / \tau_{\text{H},z,m}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\left(\Delta t_{\text{H,red},z} / \tau_{\text{H},z,m}\right)} \right) \quad (86)$$

w pozostałych przypadkach:

$$d\theta_{H,red,mn,z,m} = \left(\frac{1 - d\theta_{set,H,low,z,m}}{\Delta t_{H,red,z,m} / \tau_{H,z,m}} \right) + f_{H,red,low,z,m} \cdot d\theta_{float,z,m} + \left(1 - f_{H,red,low,z,m} \right) \cdot d\theta_{set,H,low,z,m} \quad (87)$$

2.3.4.20.4. Poprawki dla okresowego chłodzenia

Poprawki w przypadku chłodzenia przy zmiennych temperaturach i/lub okresach wyłączenia stosuje się w zależności określającej zapotrzebowanie na energię użytkową chłodzenia, a nie w zależności określającej temperaturę obliczeniową chłodzonej strefy. Temperatura obliczeniowa chłodzonej strefy, $\theta_{i,C,z,m}$, w °C, pozostaje taka sama jak dla ciągłego chłodzenia, jak określono powyżej.

Bezwymiarowy współczynnik redukcji dla okresowego chłodzenia, $a_{C,red,z,m}$, oblicza się w przypadku, gdy chłodzenie jest zmniejszone lub wyłączone w sposób ciągły co najmniej 48 godzin w tygodniu.

Metoda miesięczna obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię zakłada krótkookresowe wyłączenia chłodzenia stref, zatem powyższy warunek nie jest spełniony i do obliczeń przyjmuje się $a_{C,red,z,m} = 1$.

2.3.4.21 Wskaźnik przegrzania

W przypadku braku chłodzenia mechanicznego istnieje ryzyko przegrzania. W związku z tym w budynkach nie wyposażonych w systemy chłodzenia oblicza się wskaźnik przegrzania.

Ryzyko przegrzania ocenia się tylko na poziomie strefy cieplnej. W zależności od szczegółowych zasad podziału na strefy, strefa cieplna może zawierać przestrzenie o różnych parametrach cieplnych i różnych obciążeniach cieplnych. W takim przypadku wskaźnik przegrzania może niedoszacować ryzyko przegrzania.

Roczny wskaźnik przegrzania $I_{OH,z,an}$ strefy cieplnej z jest wyznaczany jako skumulowana roczna liczba stopniogodzin przegrzania za pomocą następujących wzorów:

$$I_{OH,z,an} = \sum_{m=1}^{12} T_{OH,z,m} \quad (88)$$

$$T_{OH,z,m} = \frac{1\,000 \times (Q_{OH,gn,z,m} - Q_{OH,ht,z,m})}{H_{OH,tr,z,m} + H_{OH,ve,z,m}} \quad (89)$$

gdzie dla każdej strefy z bez chłodzenia:

$I_{OH,z,an}$ roczny wskaźnik przegrzania – roczna skumulowana liczba stopniogodzin przegrzania, w K·h,

$T_{OH,z,m}$	miesięczna skumulowana liczba stopniogodzin przegrzania, w K·h,
$Q_{OH,gn,z,m}$	całkowite zyski ciepła dla obliczenia wskaźnika przegrzania dla miesiąca m , określone jak opisano powyżej, w kWh;
$Q_{OH,ht,z,m}$	całkowita ilość ciepła wymieniana przez przenikanie i wentylację do obliczenia wskaźnika przegrzania, dla miesiąca m , określony jak opisano powyżej, w kWh,
$H_{OH,tr,z,m}$	całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie dla obliczenia wskaźnika przegrzania dla miesiąca m , określony jak opisano powyżej, w W/K,
$H_{OH,ve,z,m}$	całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację do obliczenia wskaźnika przegrzania, dla miesiąca m , określony jak opisano powyżej, w W/K.

Obliczenia wskaźnika przegrzania są zgodne z metodą obliczeń i wzorami jak w przypadku obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową chłodzenia, ale z następującymi różnicami:

- jeżeli nie podano wartości temperatury nastawy chłodzenia, obliczenia należy wykonać z wartością nastawy dla chłodzenia $\theta_{i,C,set,z,m} = 26^{\circ}\text{C}$,
- przyjmuje się, że warunki brzegowe mogą być różne, co skutkuje różnymi wartościami liczbowymi dla wszystkich zmiennych niższego rzędu, stąd użycie indeksu dolnego OH zamiast indeksu C.

Przyjmuje się następujące warunki brzegowe:

- wartość całkowitego współczynnika przenoszenia ciepła przez przenikanie, $H_{OH,tr,z,m}$ jest równa jego wartości dla chłodzenia, $H_{C,tr,z,m}$, jak określono zgodnie powyżej.
- całkowity współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację, $H_{OH,ve,z,m}$, jest określany z uwzględnieniem przepisów dotyczących intensywnej wentylacji (w dzień i/lub w nocy) (np. bezpieczne otwieranie okien) w celu odprowadzenia nadmiernych zysków ciepła,
- wartości wewnętrznych zysków ciepła i zysków ciepła od słońca są równe wartościom wyznaczanym dla określenia zapotrzebowania na energię do chłodzenia.

2.4 Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię do przygotowania c.w.u.

W systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej zawartej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) modyfikuje się następujące elementy:

- zmienia się sposób określania jednostkowych wartości zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową,
- wprowadza się współczynniki korekcyjne k_{ARM} z uwagi na uwzględnienie urządzeń i armatury powodującej redukcję zużycia wody,
- uwzględnia się możliwość wykorzystania rozwiązań umożliwiających odzysk ciepła do wstępnego podgrzewania wody ciepłej.

2.4.1 Roczne średnie zużycie ciepłej wody

Określenie rocznego średniego zużycia ciepłej wody w obiekcie budowlanym:

$$V_{CW} = k_{ARM} \times V_W \times JO \times k_R \times t_R / 1000 \quad m^3/r \quad (90)$$

gdzie:

V_{CW}	roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, [m ³ /r],
k_{ARM}	współczynnik redukujący w przypadku stosowania armatury oszczędzającej wodę ciepłą (wg tabl. 10),
V_W	jednostkowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, [dm ³ /JOxd], zgodnie z danymi projektowymi a w przypadku ich braku wg tabeli 8,
JO	liczba jednostek odniesienia, [j.o.], zgodnie z danymi projektowymi a w przypadku ich braku wg tabeli 8 i 9,
k_R	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. w ciągu roku, wg tabeli 4,
t_R	liczba dni w roku (365).

Tab. 8 Jednostkowe wartości zapotrzebowania na ciepłą wodę w zależności od rodzaju obiektu (opracowana na podstawie^{30, 31, 32, 33, 34, 35})

Rodzaj obiektu	Jednostka odniesienia	Przeciętne zużycie ciepłej wody V_{CW}	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. k_R	Uwagi
-	[j.o.]	[dm ³ /(j.o.)·d]	[-]	-
Budynki mieszkalne-jednorodzinne	1 mieszkaniec	35,0	0,90	
Budynki mieszkalne - wielorodzinne	1 mieszkaniec	45	0,90	
Budynki zamieszkania zbiorowego (hotele)	1 miejsce noclegowe	100,0	0,60	
Budynki zamieszkania zbiorowego (akademiki, hostele)	1 miejsce noclegowe	40,0	0,60	
Biura	1 zatrudniony	10,0	0,70	
Budynki oświatowe (przedszkola, szkoły bez internatów, uczelnie)	1 uczeń/student	15,0	0,55	
Szpitala	1 łóżko	250,0	1,00	
Restauracje, bary gastronomia	1 miejsce	30,0	0,80	
Obiekty sportowe	1 korzystający	50,0	0,70	bez ciepła

³⁰Bugajski P., Kaczor G. Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym. Infrastruktura i Ekologia terenów Wiejskich Nr 2/2005, PAN, Kraków 2005.

³¹Batóg B., Foryś I. Prognozowanie zużycia ciepłej i zimnej wody w spółdzielczych zasobach mieszkaniowych. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania nr 15. Uniwersytet Szczeciński.

³²Pasela R., Gorączko M. Analiza wybranych czynników kształtujących zużycia wody w budynkach wielorodzinnych. MIDDLE POMERANIAN SCIENTIFIC SOCIETY OF THE ENVIRONMENT PROTECTION. Vol.15, 2013.

³³Klimas M. Metoda wspomaganie wyboru systemu technicznego wyposażenia budynków pasywnych. Rozprawa doktorska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, Poznań 2016.

³⁴Grzegorzczak L. Zmiany obciążeń cieplnych budynków niemal zero-energetycznych i ich wpływ na topologię układów grzewczych. Rozprawa doktorska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, Poznań 2019.

³⁵Zimny J., Michalak P., Szczotka K. Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku szkolnym. Rynek Instalacyjny nr 11/2010.

Rodzaj obiektu	Jednostka odniesienia	Przeciętne zużycie ciepłej wody V_{CW}	Współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w użytkowaniu c.w.u. k_R	Uwagi
(baseny, pływalnie, parki wodne, spa)				technologicznego
Obiekty sportowe (stadiony, hale gimnastyczne, inne obiekty sportowe)	1 m ² powierzchni użytkowej A_f obiektu sportowego o regulowanej temperaturze	0,25 [dm ³ /(m ² d)]	0,50	w przypadku osób ćwiczących (sportowców) *)
Obiekty sportowe (stadiony, hale gimnastyczne, inne obiekty sportowe)	1 korzystający	7,0	0,33	w przypadku osób obserwujących (widzów) *)
Budynki usług, handlu hurtowego i detalicznego	1 zatrudniony	15,0	0,78	

*) w przypadku wykorzystywania obiektów sportowych jednocześnie przez sportowców i widzów, należy uwzględnić zużycie ciepłej wody przez obie grupy korzystających.

Tab. 9 Wyznaczanie liczby mieszkańców i osób korzystających z c.w.u. dla budynków mieszkalnych

Rodzaj obiektu mieszkalnego	Kryterium	Sposób ustalenia liczby osób korzystających
Budynki jednorodzinne	Powierzchnia użytkowa $A_f < 250 \text{ m}^2$	4 osoby
	Powierzchnia użytkowa $A_f > 250 \text{ m}^2$	6 osób
Budynki wielorodzinne	Powierzchnia użytkowa mieszkania $A_f < 50 \text{ m}^2$	2 osoby
	Powierzchnia użytkowa mieszkania $50 \text{ m}^2 < A_f < 80 \text{ m}^2$	4 osoby
	Powierzchnia użytkowa mieszkania $A_f > 80 \text{ m}^2$	6 osób

Tab. 10 Współczynniki korekcyjne k_{ARM} z uwagi na zastosowanie urządzeń i armatury powodującej redukcję zużycia wody

Rodzaj zastosowanej armatury	Norma wyrobu	Współczynnik redukujący k_{ARM} *)**)	Uwagi
Baterie dwuuchwytowe	PN-EN 200:2008	1,0	
Baterie jednouchwytowe	PN-EN 817:2008	1,0	
Baterie termostatyczne	PN-EN 1111:2002	0,8	
Baterie samoczynnie zamykane	PN-EN 816:2000	0,75	
Baterie bezdotykowe	PN-EN 15091:2007	0,7	
Reduktory prysznicowe	PN-EN 1112:2008	0,8	
Regulatory strumienia (perlatory)	PN-EN 246:2005	0,9	
Baterie z mechanicznymi ogranicznikami wypływu	-	0,85	

*)Dany rodzaj armatury musi być zastosowany w przynajmniej 80% wszystkich punktów czerpalnych w instalacji c.w.u.

**)Jeśli w danym typie baterii jest już wbudowane inne urządzenie zmniejszające wypływ wody, to stosuje się współczynnik redukujący tylko dla tego typu baterii.

2.4.2 Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody $Q_{W,nd}$:

$$Q_{W,nd} = V_{cw} \times c_w \times \rho_w \times (\theta_{cw} - \theta_0) \times 1000/3600 \quad \text{kWh/rok} \quad (91)$$

gdzie:

V_{cw} roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, [m³/r],

c_w ciepło właściwe wody (jest równe 4,19), [kJ/kg x K],

ρ_w gęstość wody (jest równa 1), [kg/m³],

θ_{cw} obliczeniowa temperatura ciepłej wody użytkowej w punkcie czerpalnym, wg tabeli 11,

θ_0 obliczeniowa temperatura wody przed podgrzaniem, wg tabeli 11.

Tab. 11 Zakresy temperatur przyjmowanych do obliczeń c.w.u.

Rodzaj budynku	Kryterium	Temperatura wody zimnej θ_0	Temperatura wody ciepłej θ_w
Budynki mieszkalne i użytkowe	o powierzchni >1000 m ² (wybudowane przed 2002 r.)		45°C
Budynki mieszkalne i użytkowe	o powierzchni >1000 m ² (wybudowane po 2002 r.)		55°C
Budynki mieszkalne i użytkowe	brak odzysku ciepła *)	10°C	
Budynki mieszkalne i użytkowe	zastosowano odzysk ciepła **)	25°C	

*)jeśli nie zastosowano rozwiązań odzysku ciepła do wstępnego podgrzewania wody ciepłej.

**)jeśli zastosowano rozwiązania umożliwiające odzysk ciepła do wstępnego podgrzewania wody ciepłej.

Pozostałe etapy obliczania rocznego zapotrzebowania na energię dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej wyznacza się zgodnie z metodyką zawartą w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

2.5 Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby systemu wbudowanej instalacji oświetlenia

2.5.1 Ocena aktualnej metodyki obliczeń

Metodyka obliczania rocznego zapotrzebowania na energię do oświetlenia obejmuje systemy wbudowanej instalacji oświetlenia.

Na str. 25 punkt 4.1.5.1 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) znajduje się odniesienie do zakresu stosowania metody. Zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia nie jest wyznaczane w budynkach mieszkalnych i lokalach mieszkalnych.

Kolejny punkt 4.1.5.2. dotyczy rocznego zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia $Q_{k,L}$ którą wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,L} = LENI \cdot A_L \quad \text{kWh/rok} \quad (92)$$

gdzie:

$LENI$ liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków – wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia, kWh/(m² · rok) korekcyjny uwzględniający sprawność pompy, [-],

A_L powierzchnia pomieszczeń wyposażonych w system wbudowanej instalacji oświetlenia równa powierzchni przyjętej do obliczenia wskaźnika LENI, m².

W budynkach użyteczności publicznej należy wyznaczyć moc zainstalowaną oświetlenia na podstawie projektu dla poszczególnych pomieszczeń, a następnie dla całego budynku. Moc zainstalowana urządzeń oświetleniowych w pomieszczeniu budynku jest równa sumie mocy poszczególnych opraw oświetleniowych zainstalowanych w tym pomieszczeniu. Zapotrzebowanie na energię przez system oświetlenia wbudowanego w pomieszczeniu budynku uwzględnia czas użytkowania oświetlenia w tym pomieszczeniu i jest równe sumie zużycia energii przez poszczególne oprawy oświetleniowe.

Zgodnie z Polską Normą PN-EN 15193-1:2017-08³⁶, w kwestii charakterystyki energetycznej budynków, wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia w bilansie energetycznym budynku – należy uwzględniać moce i zużycie energii na potrzeby oświetlenia podstawowego, awaryjnego i urządzeń sterujących oprawami oświetleniowymi.

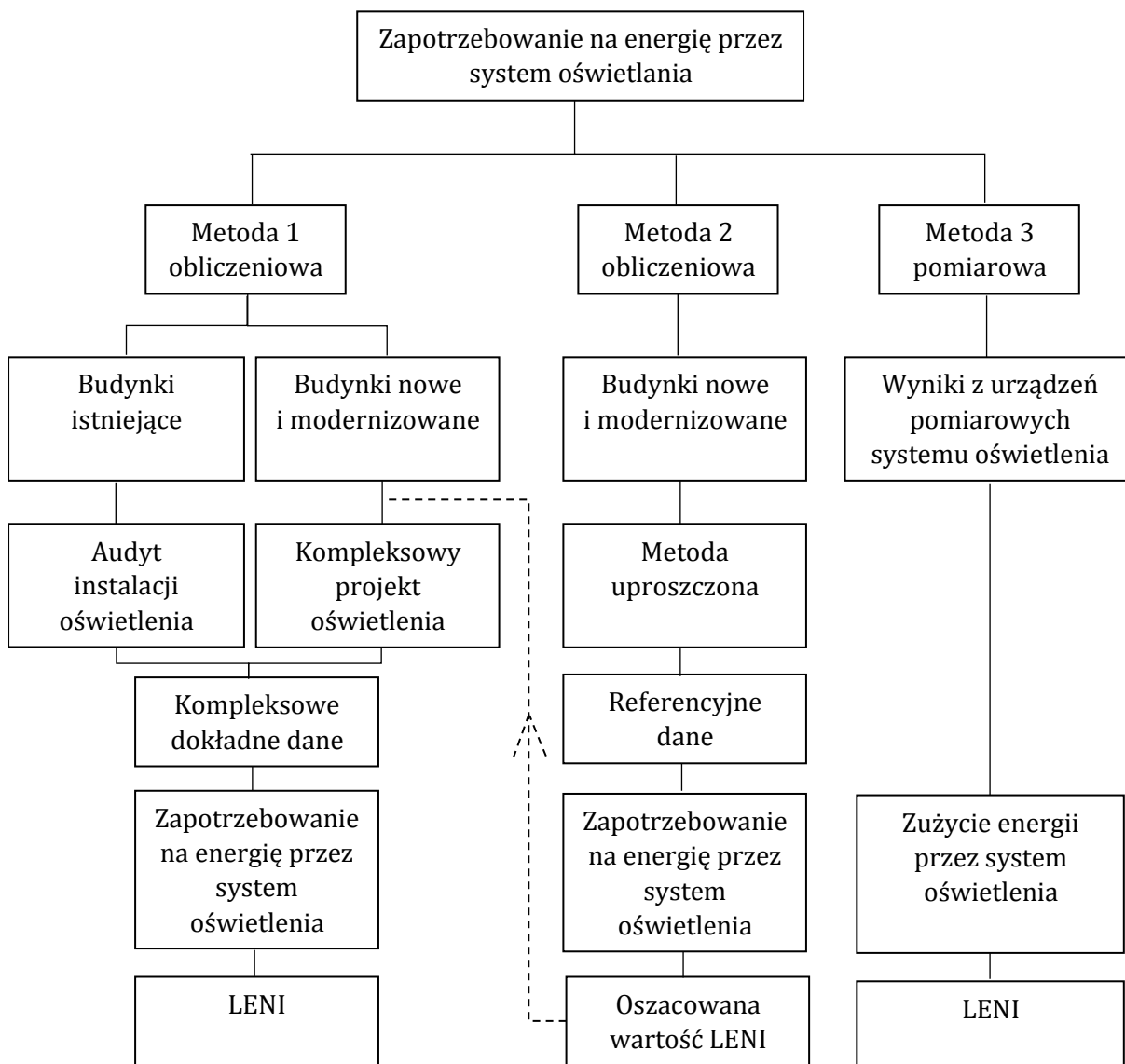
Polska norma dotycząca charakterystyki energetycznej budynków – wymagania energetyczne w kwestii oświetlenia opisuje wszystkie zależności i niezbędne wskaźniki, które należy stosować przy wyznaczaniu charakterystyki energetycznej systemu oświetlenia.

2.5.2 Propozycje zmian w metodyce obliczeń

W rozporządzeniu powinien zostać uszczegółowiony zakres stosowania oceny systemu oświetlenia i należy dodać zapisy jednoznacznie definiujące budynki, w których system jest oceniany, tzn. zapotrzebowanie na energię końcową do oświetlenia oceniane jest we wszystkich typach budynków poza budynkami mieszkalnymi jednorodzinnymi i wielorodzinnymi.

W normie PN-EN 15193-1 określono trzy metody wyznaczania liczbowego wskaźnika energii oświetlenia, zgodnie ze schematem na poniższym rysunku są to dwie metody obliczeniowe: dokładna i uproszczona oraz metoda zużyciowa.

³⁶PN-EN 15193-1:2017-08 – wersja angielska Efektywność energetyczna budynków -- Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia -- Część 1: Specyfikacje, Moduł M9, zwana dalej PN-EN 15193-1.



Rys. 4 Schemat blokowy ilustrujący metody określania zapotrzebowania na energię lub zużycia energii w systemie oświetlenia

Pierwsza metoda obliczeniowa obejmuje obliczanie zapotrzebowania na energię systemów oświetleniowych w budynkach mieszkalnych i niemieszkalnych, w których wykonano kompleksowy projekt systemu oświetlenia. Ta metoda obliczeniowa może być stosowana podczas projektowania systemów oświetlenia w nowych budynkach, modernizacji systemów oświetlenia w budynkach oraz do oceny systemów oświetlenia w budynkach istniejących. Metoda może być zastosowana jako metoda miesięczna lub godzinowa.

Druga z metod obliczeniowych obejmuje obliczenie zapotrzebowania na energię systemów oświetleniowych w budynkach mieszkalnych i niemieszkalnych, w których nie wykonano kompleksowego projektu systemu oświetlenia. W metodzie stosuje się referencyjne dane umożliwiające uproszczone obliczenia w celu oszacowania zapotrzebowania na energię przez system oświetlenia. Metoda może być zastosowana jako metoda miesięczna lub godzinowa.

Metoda zużyciowa polega na wyznaczeniu zużycia energii zużywanej przez systemy oświetlenia w budynkach mieszkalnych i niemieszkalnych na podstawie wskazań liczników. W tej metodzie określone jest rzeczywiste zużycie energii na cele oświetlenia i może być ona użyta także do weryfikacji metod obliczeniowych. Metoda może być zastosowana jako metoda miesięczna lub godzinowa.

Całkowita energia zużyta do oświetlenia, zgodnie z PN-EN 15193-1, jest sumą oszacowanego zapotrzebowania na energię do oświetlenia wymaganego do spełnienia funkcji i celów oświetlenia w budynku oraz oszacowanego zapotrzebowania na energię pasożytniczą wymaganą do dostarczenia energii ładowania dla oświetlenia awaryjnego i energii czuwania dla sterowania oświetleniem w budynku.

Zapotrzebowanie na energię do oświetlenia wymaganego do spełnienia funkcji i celów oświetlenia w budynku zależy od mocy wszystkich opraw oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie, współczynnika uwzględniającego obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, współczynnika uwzględniającego nieobecność użytkowników w miejscu pracy, współczynnika uwzględniającego wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, czasu użytkowania oświetlenia w ciągu dnia oraz czasu użytkowania oświetlenia w ciągu nocy. Natomiast zapotrzebowanie na energię pasożytniczą wymaganą do dostarczenia energii ładowania dla oświetlenia awaryjnego i energii czuwania dla sterowania oświetleniem w budynku można obliczyć na podstawie mocy wejściowej wszystkich systemów sterujących w oprawach oświetleniowych w pomieszczeniu lub strefie w czasie, gdy lampy nie działają, czasu przyjętego do określania jednego roku standardowego, czasu użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, czasu użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, mocy wejściowej ładowania wszystkich opraw do oświetlenia awaryjnego w pomieszczeniu lub strefie i czasu funkcjonowania podczas ładowania akumulatorów do oświetlenia awaryjnego.

Norma PN-EN 15193-1 opisuje algorytm obliczeń w sposób szczegółowy i uproszczony. W przypadku obliczeń zapotrzebowania na energię do oświetlenia można w kwestii standardowych budynków i braku danych projektowych skorzystać z określonych w załącznikach wartości domyślnych mocy systemu oświetlenia, współczynników oraz czasu działania systemu oświetlenia.

Tab. 12 Czas użytkowania oświetlenia zgodnie z załącznikiem normy PN-EN 15193-1

Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia		
	w ciągu dnia	w ciągu nocy	w ciągu roku
Budynek mieszkalny	1820	1680	3500
Budynek biurowy	2250	250	2500
Budynek na cele edukacyjne	1800	200	2000
Szpital	3000	2000	5000
Hotele	3000	2000	5000
Restauracje	1250	1250	2500
Obiekty sportowe	2000	2000	4000
Usługi hurtowe i detaliczne	3000	2000	5000
Zakłady produkcyjne	2500	1500	4000

Wartości współczynnika uwzględniającego wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu obliczane są w zależności od współczynnika dostarczanego światła dziennego oraz

współczynnika kontroli oświetlenia elektrycznego w zależności od światła dziennego. Natomiast wartości współczynnika uwzględniającego nieobecność użytkowników podano w zależności od rodzaju systemu sterowania oraz współczynnika nieobecności, który został zdefiniowany dla różnych rodzajów pomieszczeń w różnych typach budynków.

Odwołanie metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej i wyznaczanie liczbowego wskaźnika energii oświetlenia według Polskiej Normy dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków – wymaganie energetyczne dotyczące oświetlenia jest prawidłowe i jednoznaczne. Do obliczeń należy stosować, o ile to możliwe, opisaną w normie PN-EN 15193-1 pierwszą metodą obliczeniową. Zapewnia ona najdokładniejszą procedurę obliczeń i opata jest o kompleksowy projekt systemu oświetlenia. Metoda druga powinna być stosowana w budynkach, w których nie sporządzono kompleksowego projektu systemu oświetlenia, bo umożliwia ona uproszczone obliczenia na podstawie wartości referencyjnych. Metoda trzecia umożliwia uzyskanie informacji o rzeczywistym zużyciu energii przez system oświetlenia, jednak w większości budynków nie ma możliwości uzyskania danych dotyczących wyłącznie samego systemu oświetlenia (brak odpowiednich liczników pomiarowych jedynie do obwodów oświetleniowych). Dodatkowo pozostałe składniki bilansu energii pierwotnej w Polsce są wyznaczane w sposób obliczeniowy. Z powyższych względów nie rekomenduje się stosowania metody trzeciej – zużyciowej.

Ze względu na sformułowanie wymagań w warunkach technicznych na tym etapie nie zaleca się rozszerzenia i włączenia zapotrzebowania na energię przez system oświetlenia w budynkach mieszkalnych. Takie działanie powinno się rozważyć w przypadku nowelizacji Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065). Należy w rozporządzeniu w sprawie metodologii sporządzania charakterystyki energetycznej zachować obecny układ i przede wszystkim, przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku, obliczenia opierać o dane projektowe dotyczące mocy zainstalowanego oświetlenia podstawowego, awaryjnego oraz urządzeń sterujących oprawami oświetleniowymi. Jednym elementem do opracowania/zweryfikowania są czasy działania i współczynniki korekcyjne podane w normie PN-EN 15193-1, które powinny zostać opracowane na poziomie krajowym. W przypadku uproszczonej metodyki miesięcznej można stosować aktualny sposób liczenia oparty na wyżej opisanych danych.

2.6 Metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby systemów technicznych

2.6.1 Ocena aktualnej metodyki obliczeń

Metoda obliczania rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą końcową dostarczaną dla poszczególnych systemów technicznych, przedstawiona w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), uwzględnia energię pomocniczą dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz dla systemu chłodzenia. Poszczególne wartości cząstkowe odniesione do danego systemu technicznego wyznaczane są wg ogólnego wzoru:

$$E_{el,pom} = \sum_i q_{el,i} \cdot t_{el,i} \cdot A_f \cdot 10^{-3} \quad \text{kWh/rok} \quad (93)$$

gdzie:

$q_{el,i}$ zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu j-tego urządzenia pomocniczego, określone na podstawie danych projektowych lub z tabeli

	20 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) [W/m ²],
$t_{el,i}$	czas działania j-tego urządzenia pomocniczego w ciągu roku określony na podstawie danych projektowych lub z tabeli 20 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) [h/rok],
A_f	powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana) [m ²].

W Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) występuje zapis o wyznaczeniu wartości zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych w systemie ogrzewania, systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej i systemie chłodzenia na podstawie mocy zainstalowanych urządzeń pomocniczych, biorąc pod uwagę współczynniki korekcyjne uwzględniające strukturę sieci przewodów, jej zrównoważenie hydrauliczne i sposób sterowania. W przypadku braku takich danych należy przyjąć wartości zgodnie z tabelą 20. Powyższy zapis jest zasadny i uwzględnia wpływ rozwiązań technicznych, jednak Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie przywołuje, w jaki sposób oraz na podstawie jakiej normy lub dokumentu takie współczynniki korekcyjne należy przyjąć i jakie powinny być te wartości. Niejasność zapisu może prowadzić do nieprawidłowego wyznaczenia współczynników korekcyjnych oraz do korzystania w większym stopniu ze wskaźnikowych wartości tabelarycznych.

Czas działania urządzeń pomocniczych w systemach technicznych określa się aktualnie na podstawie danych projektowych i na podstawie przyjętego sposobu działania tych urządzeń. W przypadku ciągłej pracy urządzeń, tj. wentylatorów wyciągowych czy pomp cyrkulacyjnych c.w.u., należy przyjąć, że urządzenie działać będzie 8760h/rok. W przypadku pomp obiegowych – w zależności od długości sezonu grzewczego wyznaczanego zgodnie z normą PN-EN ISO 13790 (norma obecnie wycofana). W sytuacji nieciągłej pracy urządzeń, czas działania określać należy na podstawie przyjętego sposobu ich funkcjonowania oraz harmonogramu użytkowego. W sytuacji nieciągłej pracy instalacji wentylacji aktualna metoda uwzględnia zmniejszenie czasu działania wentylatorów w zależności od wykorzystania budynku lub części budynku w danym miesiącu. Podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) metoda określania czasu działania urządzeń wydaje się zatem zasadna, a wartości określone w tabeli 20 – słuszne. Zaleca się natomiast opracowanie standardowych profili użytkowania systemów technicznych, które mogłyby być wykorzystane w przypadku braku danych projektowych. Dla budynków biurowych częstą praktyką jest ograniczenie strumienia wentylacyjnego w ciągu nocy lub w czasie dni weekendowych. Okresowe zmniejszenie wydajności urządzenia wpływa na pobór prądu i jest jednym ze sposobów na zmniejszenie zużycia energii w budynku.

W przypadku braku danych projektowych, zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu danego urządzenia pomocniczego oraz czas jego działania w określonym systemie technicznym aktualnie określa się na podstawie tabeli 20 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). Wartości podane w wyżej przytoczonej tabeli dla większości urządzeń zostały uzależnione od powierzchni budynku o regulowanej temperaturze wg następującego kryterium:

- ▶ w budynku o powierzchni A_f do 250 m²,
- ▶ w budynku o powierzchni A_f powyżej 250 m².

W przypadku instalacji wentylacji, jednostkowa moc wentylatorów uzależniona została od typu urządzenia, liczby wymian oraz czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej.

Podstawową wadą obecnej metodyki jest określenie stałych wartości jednostkowej mocy dla danych systemów. Przede wszystkim wątpliwość budzi podział w zależności od powierzchni. Nie ma wyjaśnienia, z jakich powodów przyjęto kryterium powierzchni budynku wynoszące $A_f=250 \text{ m}^2$. Ponadto podane w tabeli wartości dotyczące jednostkowej mocy elektrycznej do napędu danego urządzenia oraz czasu jego działania stosowane są do wszystkich typów budynków niezależnie od ich przeznaczenia, sposobu użytkowania czy zastosowanych szczegółowych rozwiązań technicznych.

Pompa obiegowa

W przypadku pomp obiegowych w instalacji centralnego ogrzewania wartości zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych, podane w tabeli 20 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), nie uwzględniają szeregu parametrów oraz zastosowanych rozwiązań technicznych, które znacząco mogą wpłynąć na energochłonność urządzenia. Nie jest uwzględniany typ instalacji (instalacja jedno-, dwu-rurowa), parametry wody instalacyjnej, obciążenie cieplne budynku, sposób równoważenia instalacji, rodzaj sterowania zastosowany w źródle ciepła czy tryb działania pompy obiegowej. W efekcie pomijany jest wpływ zastosowana energooszczędnych rozwiązań czy poziomu izolacyjności budynku, zaś wszystkie budynki potraktowane zostały jednakowo. Wątpliwość budzi również odniesienie wartości jednostkowej mocy urządzenia do powierzchni ogrzewanej, niezależnie od obciążenia cieplnego budynku.

Moc pompy obiegowej w instalacji centralnego ogrzewania zależna jest od wymaganej wysokości podnoszenia i przepływu czynnika w instalacji. Wymagane ciśnienie w instalacji zależne jest od strat ciśnienia w obiegach grzewczych. Obecna metodyka uwzględnia pośrednio straty ciśnienia w instalacji poprzez odniesienie wartości jednostkowej mocy pompy do powierzchni ogrzewanej, a zatem określa pośrednio wielkość instalacji. Wydatek objętościowy wody instalacyjnej $V_i \text{ [m}^3/\text{h]}$ zależny jest natomiast od parametrów wody instalacyjnej oraz obciążenia cieplnego budynku. Dla budynków nowych o wysokim stopniu izolacyjności projektowe obciążenie cieplne, odniesione do powierzchni ogrzewanej, będzie znacznie niższe niż dla budynków istniejących, wybudowanych zgodnie z nieaktualnymi już Warunkami Technicznymi. Różnica w projektowym obciążeniu cieplnym budynku, w zależności od stopnia izolacyjności budynku, może być nawet 3-krotna. Roczne zużycie energii do napędu pomp obiegowych, obliczone według wskaźników podanych w tabeli 20 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), jest zatem wartościowo takie samo dla wszystkich budynków, istniejących i nowoprojektowanych, pomimo znacznych różnic w zastosowanych systemach i postępie technologicznego.

Kolejną wadą obowiązującej metody przy określaniu zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pompy obiegowej jest brak jasnej metody wyznaczania współczynników korekcyjnych z uwagi na przyjęty sposób regulacji instalacji, sposób regulacji mocy w źródle ciepła, poziom zrównoważenia hydraulicznego instalacji oraz tryb pracy pompy obiegowej. Powyższe rozwiązania mogą mieć znaczący wpływ na roczny pobór prądu. Analizując roczny profil obciążenia cieplnego budynków, zdecydowana większość instalacji w Polsce, zarówno grzewczych, jak i chłodniczych, nie przekracza 50% swojej wydajności przez 70-80% sezonu grzewczego. Z tego powodu pobór mocy pompy z regulacją wydajności będzie znacząco niższy niż dla pomp starszego typu, np. pompy 3-biegowej. Elektroniczne nowoczesne pompy

mogą pracować w różnych trybach, co bezpośrednio przekłada się na pobór energii. Automatyčna regulacja zapewnia płynne zmiany obrotów silnika, zatem wydajność pompy dostosowywana jest do aktualnego zapotrzebowania. W efekcie stosowanie elektronicznych pomp z regulacją wydajności, w porównaniu z pompami starszej generacji, może przynieść znaczne roczne oszczędności w poborze energii, które mogą sięgnąć nawet 80%. Analogicznie, przy zastosowaniu systemu sterowania, pracą źródła ciepła optymalizującego jego działanie oraz stosując bardziej zaawansowane rozwiązania dotyczące równoważenia i regulacji pracy instalacji (np. poprzez zawory równoważące z siłownikiem wpięte do systemu automatyki), roczny pobór prądu jest niższy niż w przypadku standardowych rozwiązań.

Minimalne wartości efektywności energetycznej pomp oraz ich klasyfikację energetyczną wprowadziło również Rozporządzenie Komisji (UE) NR 622/2012 z dnia 11 lipca 2012 r. zmieniające Rozporządzenie Komisji (UE) NR 641/2009 z dnia 22 lipca 2009 r.³⁷ Określa ono współczynnik efektywności energetycznej pomp, który od stycznia 2013 r. jest podawany na tabliczce znamionowej i opakowaniu pompy, obliczany jest względem jednakowego profilu obciążenia. Obecnie producenci pomp umożliwiają dodatkowo obliczenie średniej rocznej mocy pompy według dowolnego profilu użytkowania. Wartości te mogą zatem zostać wykorzystane jako wartości projektowe do obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą pomp.

Proponuje się zatem zmianę metodyki wyznaczania mocy elektrycznej urządzenia pomocniczego oraz rocznego zapotrzebowania na energię końcową do napędu pompy obiegowej, stosując dokładniejszą metodykę ujętą w normie PN-EN 15316-3³⁸, która uwzględnia zarówno typ instalacji grzewczej/chłodniczej, jak i stosowanie energooszczędnych rozwiązań technicznych.

Wentylatory

Moc jednostkowa podana dla urządzeń wentylacyjnych również budzi wątpliwość. Przede wszystkim w obecnej metodyce, moc jednostkowa wentylatorów odniesiona została do liczby wymian powietrza w podziale na:

- ▶ do 0,6 h⁻¹
- ▶ powyżej 0,6 h⁻¹

Podobnie jak w przypadku jednostkowego zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pompy obiegowej, wątpliwości budzi przyjęte kryterium. Z tego względu moc wentylatorów jest w głównej mierze szacowana i rzeczywiste zużycie energii może znacznie odbiegać od wartości obliczeniowej. Krotność wymian wynika z przyjętych strumieni powietrza i zależna jest od typu pomieszczeń i ich przeznaczenia. W budynkach jednorodzinnych wartość ta waha się od około 0,5 do 1,5 1/h w zależności od powierzchni mieszkania (więcej wymian dla

³⁷Rozporządzenie Komisji (UE) nr 622/2012 z dnia 11 lipca 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 641/2009 w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych wolnostojących i pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych zintegrowanych z produktami Tekst mający znaczenie dla EOG (OJ L 180, 12.7.2012, p. 4–8), zwane dalej Rozporządzenie 622/2012/UE.

³⁸PN-EN 15316-3:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 3: Instalacje rozprowadzenia (c.w.u., ogrzewanie i chłodzenie), Moduł M3-6, M4-6, M8-6, zwana dalej PN-EN 15316-3.

mieszkań o mniejszej powierzchni), w budynkach pasywnych zalecana krotność wymian powietrza wynosi około 0,4 1/h. Dla budynków biurowych, w zależności od przyjętego współczynnika zagęszczenia (6-12 m²/os) oraz przyjętego jednostkowego strumienia wentylacyjnego na osobę (20-50 m³/h), różnica w ilości wymian może być znacząca (0,6-2,8 1/h). Moc wentylatora zależna jest również od strat ciśnienia w instalacji, czyli sprężu dyspozycyjnego oraz strat własnych, czyli spadku ciśnienia wewnętrznego części pełniących funkcje w centrali wentylacyjnej.

W celu dokładniejszego wyznaczenia rocznego zużycia energii przez wentylatory zaleca się uzależnienie mocy urządzenia od strumienia wentylacyjnego, posługując się wskaźnikiem maksymalnej mocy właściwej wentylatorów (wskaźnik SFP, z j. ang. Specific Fan Power), którego zalecane wartości określone są w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 poz. 1065) oraz w normie PN-EN 16798-3³⁹. Wskaźnik SFP w sposób bardziej jednoznaczny i precyzyjny określa rzeczywistą moc urządzenia w zależności od rodzaju instalacji oraz elementów instalacji znajdujących się w centrali wentylacyjnej.

2.6.2 Propozycje zmian w metodyce obliczeń

Z uwagi na znaczne uproszczenia występujące w obecnej metodyce (Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)), proponuje się zmianę metodyki obliczania zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pomp i wentylatorów, która uwzględniać będzie postęp technologiczny oraz stosowanie energooszczędnych rozwiązań technicznych. Propozycję nowej metody opisano w rozdziale 2.6.2.1, rozdziale 2.6.2.2, rozdziale 2.6.2.3 oraz rozdziale 2.6.2.4.

W celu poprawnego obliczenia zapotrzebowania na energię pomocniczą końcową dostarczaną dla poszczególnych systemów technicznych, niezbędne jest również opracowanie krajowych harmonogramów użytkowania, które można przyjąć w przypadku braku informacji na temat sposobu użytkowania budynku.

2.6.2.1 Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową do napędu pomp obiegowych

Dotyczy pompy obiegowej w instalacji centralnego ogrzewania, ciepła technologicznego oraz wody lodowej. Metoda może być stosowana do obiegów pierwotnych i wtórnych.

Proponuje się zmianę metodyki obliczania zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pomp obiegowych. Opracowana metodyka bazuje na wytycznych ujętych w normie PN-EN 15316-3. Zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pompy uzależnione jest od wydatku objętościowego, spadku ciśnienia w obiegu, typu instalacji oraz warunków pracy pompy. Proponowana metoda zawiera również wytyczne określające sposób szacowania niektórych wartości, w przypadku braku szczegółowych informacji projektowych.

³⁹PN-EN 16798-3:2017-09 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 3: Wentylacja budynków niemieszkalnych -- Wymagania dotyczące właściwości systemów wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń (Moduł M5-1, M5-4), zwana dalej PN-EN 16798-3.

- roczne zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pomp obiegowych dla systemów wodnych grzewczych $E_{el,pom,H}$ i chłodniczych $E_{el,pom,C}$:

$$E_{el,pom,HC} = W_{hydr,HC} \cdot \varepsilon_{dis,HC} \quad [kWh] \quad (94)$$

gdzie:

$W_{hydr,HC}$ zapotrzebowanie na moc hydrauliczną, [kWh],

$\varepsilon_{dis,HC}$ współczynnik zużycia energii, [-],

- zapotrzebowanie na energię hydrauliczną W_{hydr} :

$$W_{hydr,HC} = P_{hydr,HC} \cdot \beta_{dis,HC} \cdot t_{el,HC} \cdot f_{cor} \quad kWh \quad (95)$$

gdzie:

$P_{hydr,HC}$ moc hydrauliczna pompy obiegowej, [kW],

$\beta_{dis,HC}$ średni stopień obciążenia instalacji przesyłowej, [-],

$t_{el,HC}$ czas pracy urządzenia, [h/rok],

f_{cor} współczynnik korekcyjny, uwzględniający specjalne rozwiązania projektowe instalacji wodnej, [-],

$$f_{cor} = f_{HB} \cdot f_s \quad (96)$$

f_{HB} współczynnik korekcyjny dla sposobu równoważenia instalacji, [-],
Wartości można przyjąć zgodnie z tabelą 13,

f_s specjalny współczynnik korekcyjny dla sposobu równoważenia instalacji, [-].

Tab. 13. Współczynniki korekcyjne uwzględniające sprawność instalacji

Oznaczenie	Opis	Wartość
f_{HB}	Instalacja z elementami równoważenia hydraulicznego	1
	Instalacja bez elementów równoważenia hydraulicznego	1,15

- moc hydrauliczną pompy można oszacować stosując wzór:

$$P_{hydr,HC} = \frac{\Delta p_{HC} \cdot V_{i,HC}}{3600} \quad [kW] \quad (97)$$

gdzie:

Δp_{HC} spadek ciśnienia w obiegu dla warunków projektowych, [kPa],

$V_{i,HC}$ przepływ objętościowy czynnika w instalacji dla warunków projektowych, [m³/h],

- wydatek objętościowy należy obliczyć korzystając ze wzoru:

$$V_{i,HC} = 3600 \cdot \frac{Q_{N,HC}}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t_{HC}} \quad \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad (98)$$

gdzie:

$Q_{N,HC}$	projektowe obciążenie cieplne/ chłodnicze, [kW],
c_p	ciepło właściwe, [kJ/kgK],
ρ	gęstość, [kg/m ³],
Δt_{HC}	różnica temperatury na zasileniu i powrocie, [K].

- spadek ciśnienia

Jeśli spadek ciśnienia w obiegu najbardziej niekorzystnym nie jest znany, można go obliczyć w sposób przybliżony korzystając z zależności:

$$\Delta p_{HC} = (1 + f_{comp}) \cdot R_{HC} \cdot L_{max} + \Delta p_{add,HC} \quad [\text{kPa}] \quad (99)$$

$$\Delta p_{add,HC} = \Delta p_{WC} + \Delta p_{ZT} + \Delta p_{HM} + \Delta p_{HR} + \Delta p_{ZC} + \Delta p_D \quad [\text{kPa}] \quad (100)$$

gdzie:

f_{comp}	współczynnik strat miejscowych na instalacji, dla instalacji typowych $f_{comp} = 0,3$, dla instalacji charakteryzujących się wielokrotnymi zmianami prowadzenia przewodów: $f_{comp} = 0,4$ [-];
EEI	wskaźnik efektywności energetycznej pompy, [-],
R_{HC}	współczynnik oporów liniowych, dla typowych instalacji w budynku $R=0,1$ [kPa/m], dla sieci cieplnych i chłodniczych $R=0,2$ [kPa/m],
L_{max}	maksymalna długość obiegu w instalacji (zasilanie i powrót), [m],
$\Delta p_{add,HC}$	spadek ciśnienia na elementach instalacji (straty miejscowe), [kPa],
Δp_{WC}	spadek ciśnienia na odbiorniku końcowym, [kPa],
Δp_{ZT}	spadek ciśnienia na zaworze termostatycznym, [kPa],
Δp_{HM}	spadek ciśnienia na liczniku ciepła, [kPa],
Δp_{HR}	spadek ciśnienia na elementach hydraulicznego równoważenia instalacji, [kPa],
Δp_{ZC}	spadek ciśnienia na źródle ciepła/ chłodu wraz z armaturą, [kPa],
Δp_D	spadek ciśnienia na dodatkowych elementach instalacji, [kPa].

Wartości spadku ciśnienia należy wyznaczyć na podstawie danych projektowych lub w przypadku braku danych można zastosować domyślne wartości. W normie PN-EN 15316-3 podane są niektóre wartości spadku ciśnienia. W tabeli 14 podano wartości przywołane w normie uzupełnione dodatkowo o wartości spadku ciśnienia typowe dla budynków polskich, oszacowane na podstawie danych technicznych zawartych w dokumentacjach projektowych instalacji HVAC.

Wartości spadku na odbiornikach końcowych mogą się znacznie różnić i wartości te należy przyjąć na podstawie specyfikacji danego urządzenia. Przykładowo, spadek ciśnienia na grzejniku płytowym jest pomijalnie mały, natomiast na jednostkach klimakonwektorowych może wynosić od 5 do nawet 30kPa.

Tab. 14. Zalecane wartości spadku ciśnienia na danych elementach instalacji wodnych

Źródło	Typ	Δp_{WC} [kPa]	Δp_{HM} [kPa]	Δp_{ZT} [kPa]	Δp_{HR} [kPa]	Δp_{ZC} [kPa]	
	Klimakonwektor	15					
Dane projektowe	Zawory regulacyjne i równoważące	$Q_N < 35kW$		5	10		
		$Q_N \geq 35kW$		10	20		
	Źródło ciepła	$Q_N < 35kW$					$20 \cdot V_i^2$
		$Q_N \geq 35kW$					50
	Nagrzewnica wodna					15	
Chłodnica wodna						25	
PN-EN 15316-3	Grzejnik konwekcyjny (z armaturą)	2					
	Grzejnik podłogowy	4,5					
	Licznik ciepła		10				
	Źródło ciepła o pojemności > 0,15 l/kW						1
Źródło ciepła o pojemności ≤ 0,15 l/kW	$Q_N < 35kW$					$20 \cdot V_i^2$	
	$Q_N \geq 35kW$					80	

- maksymalną długość obiegu w instalacji L_{max} , można oszacować stosując wzór:
Instalacja dwururowa:

$$L_{max} = 2 \cdot \left(L_L + \frac{L_W}{2} + N_k + H_k + l_c \right) \quad m \quad (101)$$

Instalacja jednorurowa:

$$L_{max} = L_L + L_W \quad (102)$$

gdzie:

- L_L długość strefy ogrzewanej/ chłodzonej, [m],
- L_W szerokość strefy ogrzewanej/ chłodzonej, [m],
- N_k liczba kondygnacji ogrzewanych/ chłodzonych, [m],
- H_k średnia wysokość kondygnacji w strefie, [m],
- l_c instalacja dwururowa: $l_c=10$, instalacja jednorurowa: $l_c=18$, [m].

- średni stopień obciążenia instalacji przesyłowej można określić na podstawie zależności:

$$\beta_{D,HC} = \frac{Q_{em,HC}}{\dot{Q}_{N,HC} \cdot t_{H,HC}} \quad (103)$$

gdzie:

$Q_{em,HC}$ sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania/chłód z uwzględnieniem sprawności systemu regulacji i wykorzystania, [kWh/rok],

$\dot{Q}_{N,HC}$ obliczeniowe obciążenie cieplne/chłodnicze w analizowanej strefie, określone zgodnie z normą PN-EN 12831⁴⁰, [kW],

$t_{H,HC}$ liczba godzin grzewczych/chłodniczych, [h/rok].

- współczynnik zużycia energii $\varepsilon_{dis,HC}$:

$$\varepsilon_{dis,HC} = f_{e,HC} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{D,HC}^{-1}) \cdot \frac{EEI}{0,25} \quad (104)$$

gdzie:

$f_{e,HC}$ współczynnik korekcyjny uwzględniający sprawność pompy, [-],

C_{P1}, C_{P2} stałe wyznaczone zgodnie z tabelą 15,

EEI wskaźnik efektywności energetycznej pompy, [-].

Tab. 15. Stałe do wyznaczenia współczynnika korekcyjnego dla sterowania pracą pompy obiegowej

Sposób sterowania pracą pompy		C_{P1}	C_{P2}
Instalacja wodna grzewcza	brak sterowania	0,25	0,75
	regulacja stałociśnieniowa	0,75	0,25
	regulacja proporcjonalna	0,9	0,1
Instalacja wodna chłodnicza	brak regulacji	0,25	0,75
	regulacja pompy	0,50	0,63

- współczynnik sprawności nowej pompy można wyznaczyć stosując wzór:

Dla pomp o mocy hydraulicznej $0,001 < P_{hydr} < 2,5$ kW, moc referencyjną należy wyznaczyć stosując zależność:

$$f_{e,HC} = \frac{P_{ref,HC}}{P_{hydr,HC}} \quad (105)$$

gdzie:

$P_{ref,HC}$ moc referencyjna pompy w instalacji ciepła/chodu, [kW].

Współczynnik EEI należy przyjąć zgodnie z danymi technicznymi pompy lub w przypadku braku danych przyjąć EEI=0,25.

Moc referencyjna pompy $P_{ref,HC}$:

⁴⁰PN-EN 12831-1:2017-08 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego -- Część 1: Obciążenie cieplne, Moduł M3-3, zwana dalej PN-EN 12831-1.

$$P_{ref,HC} = \left(1,7 \cdot P_{hydr,HC} + 17 \cdot (1 - e^{-0,3 \cdot P_{hydr,HC}})\right) \cdot 10^{-3} \text{ [kW]} \quad (106)$$

gdzie:

P_{hydr} moc hydrauliczna pompy obiegowej, [W].

Dla pozostałych pomp należy przyjąć współczynnik $EEl=0,25$ zaś współczynnik sprawności pompy należy wyznaczyć stosując zależność:

$$f_{e,HC} = \left(1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{hydr,HC}}\right)^{0,5}\right) \cdot b \quad (107)$$

gdzie:

b współczynnik doboru pompy uwzględniający rzeczywisty punkt pracy dobranej pompy w stosunku do wymaganego obliczeniowego punktu pracy.

Współczynnik sprawności pompy w istniejących instalacjach można wyznaczyć na podstawie jej mocy znamionowej (na podstawie danych technicznych pompy), stosując zależność:

$$f_e = \frac{P_{el}}{P_{hydr,HC}} \quad (108)$$

gdzie:

P_{el} moc znamionowa pompy, w przypadku pompy posiadającej kilka trybów pracy, należy przyjąć wartość mocy znamionowej dla trybu pracy, na którym działa pompa, [kW].

Wartość współczynnika EEl należy obliczyć zgodnie z Rozporządzeniem 622/2012/UE.

Czas pracy pompy obiegowej należy wyznaczyć zgodnie z normą PN-EN 13790, w zależności od długości sezonu grzewczego i chłodniczego lub liczby godzin grzewczych/chłodniczych.

Porównanie wartości dotyczących rocznego poboru energii dla pomp obiegowych c.o. obliczonych według aktualnej metodyki oraz według normy EN 15316-3 zestawiono w tabeli 17 dla budynku jednorodzinnego oraz w tabeli 18 dla budynku wielorodzinnego. Parametry budynku oraz instalacji, oraz dane wejściowe wykorzystane w obliczeniach pokazano w tabeli 16. W tabeli pokazano wpływ sposobu sterowania pracą pompy i zastosowanego typu regulacji w źródle ciepła na roczne zużycie energii.

Tab. 16. Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych

		Jednorodzinny	Wielorodzinny
Długość budynku (L_L)	m	9,50	19,40
Szerokość budynku (L_W)	m	9,00	11,60
Liczba kondygnacji (N)	-	2	8
Wysokość kondygnacji (H)	m	2,9	2,9
Powierzchnia strefy	m ²	150	1650
Typ instalacji		Centralne ogrzewanie, konwekcyjne	Centralne ogrzewanie, konwekcyjne
Charakterystyka instalacji		Dwururowa, układ pętli, regulacja i równoważenie na zaworach	Dwururowa, układ pętli, instalacja zrównoważona

		Jednorodzinny	Wielorodzinny
		termostatycznych	hydraulicznie, regulacja na zaworach termostatycznych
Długość sezonu grzewczego	h	5700	4700
Średni stopień obciążenia instalacji	-	0,45	0,3
Temperatura instalacji co zasilania/powrotu	°C	70/50	

Tab. 17. Zapotrzebowanie na energię elektryczną pompy obiegowej instalacji c.o. dla domu jednorodzinnego $E_{d,el}$ [kWh/(m²rok)]

Metodyka	Obciążenie cieplne q [W/m ²]	Brak regulacji	Tryb stało - Tryb		Tryb	
			ciśnieniowy	proporcj.	proporcj.	
		Pompa o średniej wydajności	Pompa o średniej wydajności	Pompa o średniej wydajności	Pompa o niskiej wydajności	Pompa o wysokiej wydajności
Wg PN - EN 15316-3	50	0,89	0,61	0,52	1,79	0,26
	100	3,13	2,14	1,84	6,27	0,92
	150	4,15	2,83	2,43	8,30	1,22
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)			1,71			

Tab. 18. Zapotrzebowanie na energię elektryczną pompy obiegowej instalacji c.o. dla budynku wielorodzinnego $E_{d,el}$ [kWh/(m²rok)]

Metodyka	Obciążenie cieplne q [W/m ²]	Brak regulacji	Tryb stało - Tryb		Tryb	
			ciśnieniowy	proporcj.	proporcj.	
		Pompa o średniej wydajności	Pompa o średniej wydajności	Pompa o średniej wydajności	Pompa o niskiej wydajności	Pompa o wysokiej wydajności
Wg PN - EN 15316-3	50	0,94	0,54	0,42	1,87	0,21
	100	1,80	1,03	0,81	3,59	0,40
	150	2,65	1,53	1,19	5,31	0,59
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)			0,705			

Aktualne Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) w sposób bardzo uproszczony określa metodykę obliczania zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pompy obiegowej oraz nie uwzględnia szeregu aspektów związanych ze specyfiką samego budynku oraz

zastosowania rozwiązań zmniejszających pobór prądu. Powyższe porównanie pokazuje, że występują znaczące różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi za pomocą metody PN-EN 15316-3, a metodą wskaźnikową przedstawioną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). Różnice mogą być nawet kilkukrotne. Wartości uzyskane przy zastosowaniu aktualnych wytycznych znajdują się w granicach wartości obliczonych według normy PN-EN 15316-3, jednakże, w celu uzyskania wyników bardziej dokładnych, zaleca się zmianę metodyki ze wskaźnikowej na obliczeniową. Proponowana metoda uwzględnia również wskaźnik efektywności energetycznej pompy EEL, który od dnia 1 stycznia 2013 r. jest podawany na tabliczce znamionowej pompy.

2.6.2.2 Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą do napędu pomp cyrkulacyjnych na potrzeby ciepłej wody użytkowej

Proponuje się zmianę metodyki obliczania zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pomp cyrkulacyjnych. Opracowana metodyka bazuje na wytycznych ujętych w normie EN-PN 15316-3. Zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pompy uzależnione jest od strumienia wody cyrkulacyjnej, spadku ciśnienia w instalacji oraz warunków pracy pompy. Proponowana metoda zawiera również wytyczne określające sposób szacowania niektórych wartości, w przypadku braku szczegółowych informacji projektowych.

- roczne zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pomp cyrkulacyjnych dla systemów wodnych grzewczych $E_{el,pom,H}$

$$E_{el,pom,W} = W_{hydr,W} \cdot \varepsilon_{dis,W} \quad [kWh] \quad (109)$$

gdzie:

$W_{hydr,W}$ zapotrzebowanie na moc hydrauliczną, [kWh],

$\varepsilon_{dis,HC}$ współczynnik zużycia energii, [-],

- zapotrzebowanie na energię hydrauliczną $W_{hydr,W}$:

$$W_{hydr,W} = P_{hydr,W} \cdot \beta_{dis,W} \cdot t_{el,W} \cdot f_{cor} \quad kWh \quad (110)$$

gdzie:

$P_{hydr,W}$ moc hydrauliczna pompy cyrkulacyjnej, [kW],

$\beta_{dis,W}$ średni stopień obciążenia instalacji przesyłowej, [-],

$t_{el,W}$ czas pracy urządzenia, [h/rok],

f_{cor} współczynnik korekcyjny, uwzględniający specjalne rozwiązania projektowe instalacji wodnej, [-],

$$f_{cor} = f_{HB} \cdot f_s \quad (111)$$

f_{HB} współczynnik korekcyjny dla sposobu równoważenia instalacji, [-]. Wartości można przyjąć zgodnie z tabelą 13,

f_s specjalny współczynnik korekcyjny dla sposobu równoważenia instalacji, [-].

- moc hydrauliczną pompy można oszacować stosując wzór:

$$P_{hydr,W} = \frac{\Delta p_W \cdot V_{i,W}}{3600} \quad [\text{kW}] \quad (112)$$

gdzie:

Δp_W spadek ciśnienia w obiegu dla warunków projektowych, [kPa],

$V_{i,W}$ przepływ objętościowy czynnika w instalacji dla warunków projektowych, [m³/h].

- jeśli przepływ objętościowy wody cyrkulacyjnej c.w.u. nie jest znany, wydatek objętościowy należy obliczyć:
 - metodą dokładną korzystając ze wzoru:

$$V_{i,W} = \frac{\Delta \dot{Q}_{W,d}}{1,15 \cdot \Delta t_{cwu}} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (113)$$

gdzie:

$\Delta \dot{Q}_{W,d}$ straty ciepła związane z przesyłem ciepłej wody użytkowej, [kW],

Δt_{cwu} różnica temperatury na zasileniu i powrocie, $\Delta t_{cwu} = 5\text{K}$ [K].

Straty ciepła związane z przesyłem ciepłej wody użytkowej można wyznaczyć z zależności

$$\Delta \dot{Q}_{W,d} = \sum_{i=1}^i q_{l,i} \cdot l_{z,i} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (114)$$

gdzie:

$q_{l,i}$ – jednostkowe straty ciepła na instalacji dla warunków projektowych, [W/m], można wyznaczyć na podstawie tabeli 10 zawartej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376),

$l_{z,i}$ – zastępcza długość i-tego odcinka instalacji przesyłu ciepłej wody użytkowej, [m].

- lub w sposób uproszczony (na podstawie wytycznych Veolii⁴¹) przyjmując, że natężenie przepływu w cyrkulacji ciepłej wody wynosi:

$$V_{i,W} = 0,4 \cdot V_{cwu,max} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (115)$$

gdzie:

$V_{cwu,max}$ natężenie przepływu ciepłej wody w szczycie rozbioru, [m³/h]

- spadek ciśnienia w obiegu Δp_W :

$$\Delta p = (1 + f_{comp}) \cdot R_W \cdot L_{max} + \Delta p_{ZRT} + \Delta p_{ZC} \quad [\text{kPa}] \quad (116)$$

gdzie:

L_{max} maksymalna długość obiegu w instalacji, [m],

Δp_{ZR} spadek ciśnienia na termostatycznym zaworze cyrkulacyjnym, [kPa],

Δp_{ZC} spadek ciśnienia na wymienniku ciepła wraz z armaturą, [kPa].

⁴¹Wytyczne projektowania węzłów cieplnych Część 1, VEOLIA ENERGIA WARSZAWA S.A, 2019.

Wartości spadku ciśnienia należy wyznaczyć na podstawie danych projektowych lub w przypadku braku danych, można zastosować domyślne wartości. Norma PN-EN 15316-3 nie podaje wartości miejscowych strat ciśnienia na instalacji cyrkulacji na potrzeby c.w.u. W tabeli 19 podano przykładowe wartości spadku ciśnienia oszacowane na podstawie danych technicznych zawartych w dokumentacjach projektowych.

Tab. 19. Zalecane wartości spadku ciśnienia w danych elementach instalacji cyrkulacyjnej c.w.u.

Δp_{ZR} [kPa]	Δp_{ZC} [kPa]
10	15

- maksymalną długość obiegu w instalacji dla budynków o kształcie prostokąta L_{max} , można oszacować stosując wzór:

$$L_{max} = 2 \cdot L_L + 2,5 + N_k \cdot H_k \quad [m] \quad (117)$$

W pozostałych przypadkach należy określić długość korzystając z innego przybliżenia.

gdzie:

- L_L długość budynku [m],
- N_k liczba kondygnacji, [m],
- H_k średnia wysokość kondygnacji, [m],

- średni stopień obciążenia instalacji przesyłowej można określić na podstawie zależności:

$$\beta_{D,HC} = \frac{Q_{em,W}}{\dot{Q}_{N,W} \cdot t_{H,W}} \quad (118)$$

gdzie:

- $Q_{em,HC}$ sezonowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową z uwzględnieniem sprawności systemu regulacji i wykorzystania, [kWh/rok],
- $\dot{Q}_{N,HC}$ obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową, [kW],
- $t_{H,HC}$ czas pracy urządzenia, [h/rok].

Jeśli nie przewiduje się okresów ograniczenia zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową, należy przyjąć wartość $\beta_{D,HC}=1$.

- współczynnik zużycia energii $\varepsilon_{dis,HC}$:

$$\varepsilon_{dis,W} = f_{e,W} \cdot (C_{P1} + C_{P2} \cdot \beta_{D,W}^{-1}) \cdot \frac{EEI}{0,25} \quad (119)$$

gdzie:

- $f_{e,W}$ współczynnik korekcyjny uwzględniający sprawność pompy, [-],
- C_{P1}, C_{P2} stałe wyznaczone zgodnie z tabelą 20,
- EEI wskaźnik efektywności energetycznej pompy, [-].

Tab. 20. Stałe do wyznaczenia współczynnika korekcyjnego dla sterowania pracą pompy

	Sposób sterowania pracą pompy	C _{P1}	C _{P2}
Instalacja c.w.u.	brak regulacji	0,25	0,94
	regulacja pompy	0,50	0,63

- współczynnik sprawności nowej pompy można wyznaczyć stosując wzór:

Dla pomp o mocy hydraulicznej $0,001 < P_{hydr} < 2,5$ kW, moc referencyjną należy wyznaczyć stosując zależność:

$$f_{e,W} = \frac{P_{ref,W}}{P_{hydr,W}} \quad (120)$$

gdzie:

$P_{ref,HC}$ moc referencyjna pompy w instalacji wody cyrkulacyjnej, [kW],

Współczynnik EEI należy przyjąć zgodnie z danymi technicznymi pompy lub w przypadku braku danych przyjąć EEI=0,25.

Moc referencyjna pompy $P_{ref,HC}$:

$$P_{ref,W} = \left(1,7 \cdot P_{hydr,W} + 17 \cdot (1 - e^{-0,3 \cdot P_{hydr,W}}) \right) \cdot 10^{-3} \text{ [kW]} \quad (121)$$

gdzie:

$P_{hydr,W}$ moc hydrauliczna pompy cyrkulacyjnej, [W].

Dla pozostałych pomp należy przyjąć współczynnik EEI=0,25 zaś współczynnik sprawności pompy należy wyznaczyć stosując zależność:

$$f_{e,W} = \left(1,25 + \left(\frac{0,2}{P_{hydr,W}} \right)^{0,5} \right) \cdot b \quad (122)$$

gdzie:

b współczynnik doboru pompy uwzględniający rzeczywisty punkt pracy dobranej pompy w stosunku do wymaganego obliczeniowego punktu pracy.

Współczynnik sprawności pompy w istniejących instalacjach można wyznaczyć na podstawie jej mocy znamionowej (na podstawie danych technicznych pompy) stosując zależność:

$$f_{e,W} = \frac{P_{el}}{P_{hydr,W}} \quad (123)$$

gdzie:

P_{el} moc znamionowa pompy, w przypadku pompy posiadającej kilka trybów pracy, należy przyjąć wartość mocy znamionowej dla trybu pracy, na którym działa pompa, [kW].

Wartość współczynnika EEI należy obliczyć zgodnie z Rozporządzeniem 622/2012/UE.

Czas pracy urządzenia należy wyznaczyć na podstawie założeń projektowych. W tabeli 21 podano przykładowe czasy pracy w ciągu roku pompy cyrkulacyjnej na potrzeby c.w.u.

w zależności od długości przerw w działaniu. Dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych należy przyjąć ciągły czas pracy.

Tab. 21. Czas pracy pompy cyrkulacyjnej na potrzeby c.w.u.

Założone długości przerw pracy pompy cyrkulacyjnej	t_{el} [h/rok]
o działaniu ciągłym w budynku – budynki mieszkalne	8760
o pracy przerywanej do 4 godzin na dobę	7300
o pracy przerywanej do 8 godzin na dobę	5840

Sposób oparty na metodzie szacunkowej dla budynku jednorodzinnego - jeśli nie są dostępne dane techniczne pompy obiegowej

Dla budynku jednorodzinnego można przyjąć wskaźnikowy sposób określania energii pomocniczą do napędu pomp cyrkulacyjnych wynoszący $0,08 \text{ W/m}^2$ (przyjęto 20 W/budynek jednorodzinny) dla budynków wybudowanych od 2015 roku oraz $0,15 \text{ W/m}^2$ dla budynków wybudowanych przed rokiem 2015 (aktualny wskaźnik występujący w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376)). W zależności od sposobu użytkowania można przyjąć ciągły czas pracy ($t_{el}=8760 \text{ godz./rok}$) lub z przerwą nocną wynoszącą 4 godz. ($t_{el}=7300 \text{ godz./rok}$).

Porównanie wartości dotyczących rocznego poboru energii dla pompy cyrkulacyjnej w instalacji ciepłej wody użytkowej dla budynku wielorodzinnego, obliczonego wg aktualnej metodyki z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) oraz wg normy PN-EN 15316-3, zestawiono w tabeli 23. Charakterystyka budynku, instalacji c.w.u., oraz dane wejściowe wykorzystane w obliczeniach pokazano w tabeli 22. Wykonano 4 warianty obliczeń:

- a) wariant 1:
 - pompa o przeciętnej efektywności energetycznej
 - regulacja pompy – stała prędkość obrotowa
- b) wariant 2:
 - pompa o przeciętnej efektywności energetycznej
 - regulacja pompy – regulacja proporcjonalna
- c) wariant 3:
 - pompa o niskiej efektywności energetycznej
 - regulacja pompy – stała prędkość obrotowa
- d) wariant 3:
 - pompa o wysokiej efektywności energetycznej
 - regulacja pompy – regulacja proporcjonalna

Analizowane warianty pokazują zróżnicowanie w zapotrzebowaniu na energię elektryczną do napędu pompy cyrkulacyjnej w instalacji ciepłej wody użytkowej.

Tab. 22. Dane przyjęte do obliczeń porównawczych dla budynku wielorodzinnego

Parametr	Jednostka	Wielkość
Szerokość budynku (B)	m	11,60
Długość budynku (L)	m	19,40
Liczba kondygnacji (n)	-	8
Wysokość kondygnacji	m	2,9

Parametr	Jednostka	Wielkość
Powierzchnia użytkowa	m ²	1634
Czas działania instalacji	h	8760
Średni stopień obciążenia instalacji	-	0,8
Temperatura zasilania instalacji c.w.u.	°C	60

Tab. 23. Zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu pompy cyrkulacyjnej instalacji c.w.u. dla budynku wielorodzinnego

		Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4
$q_{el,w}$ $\left[\frac{W}{m^2} \right]$	Wg PN-EN 15316-3	0,025	0,023	0,045	0,013
	Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)	0,04			
$E_{el,pom,w}$ $\left[\frac{kWh}{m^2 rok} \right]$	Wg PN-EN 15316-3	0,218	0,198	0,396	0,115
	Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)	0,35			

Aktualne Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) w sposób bardzo uproszczony określa metodykę obliczania zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu pompy cyrkulacyjnej na potrzeby c.w.u. Wartość podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20 jest zbliżona do wartości pompy dla najbardziej niekorzystnego wariantu – pompy o niskiej efektywności energetycznej przy braku regulacji jej pracy. Przy zastosowaniu bardziej energooszczędnych rozwiązań roczny pobór prądu może zmniejszyć się nawet 3-krotnie. Proponowana metodyka uwzględnia zastosowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych bazujących m.in. na wskaźniku efektywności energetycznej pompy.

W całkowitym bilansie energetycznym budynku, zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu pompy cyrkulacyjnej jest niewielkie. Zaleca się jednak, zmianę metodyki na metodę ujętą w normie PN-EN 15316-3, która będzie spójna z pozostałymi częściami dotyczącymi m.in. wyznaczenia energii pomocniczej na potrzeby innych urządzeń technicznych, np. pompy obiegowej.

2.6.2.3 Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową do napędu pompy ładującej zasobnik ciepła w systemie ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz pompy w instalacji solarnej

a) pompa ładująca zasobnik c.w.u.

Zaleca się aby, roczne zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pomp ładujących zasobnik ciepła w systemie ciepłej wody użytkowej i systemie ogrzewania $E_{el,pom}$ wyznaczyć analogicznie do metody określającej zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pomp cyrkulacyjnych w systemach wodnych, opisanej w rozdziale 2.6.2.2.. Zasobniki c.w.u. znajdują się w przeważanie w tym samym pomieszczeniu, w którym znajduje się kocioł lub wymiennik

ciepła. Stąd można przyjąć uproszczenie, że opory liniowe na instalacji są pomijalnie małe. Wartości pozostałych oporów miejscowych można przyjąć zgodnie z danymi projektowymi lub oszacować na podstawie kart katalogowych urządzeń o podobnej charakterystyce. W przypadku braku danych projektowych można przyjąć wartość zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych znajdującej się w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20, zaś wartość zapotrzebowanie na energię do napędu pompy obliczyć stosując wzór (94).

b) pompa w instalacji solarnej

Zaleca się aby, roczne zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pompy w instalacji solarnej $E_{el,pom}$ wyznaczyć analogicznie do metody określającej zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu pomp obiegowych w systemach wodnych, opisanej w rozdziale 2.6.2.1. Długości instalacji oraz opory miejscowe należy oszacować na podstawie danych projektowych, w zależności od specyfiki instalacji. Wartości oporów miejscowych można przyjąć zgodnie z danymi projektowymi lub oszacować na podstawie kart katalogowych urządzeń o podobnej charakterystyce. W przypadku braku danych projektowych można przyjąć wartość zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych znajdującej się w aktualnym Rozporządzeniu w tabeli 20, zaś wartość zapotrzebowanie na energię do napędu pompy obliczyć stosując wzór (94).

2.6.2.4 Roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą końcową do napędu wentylatorów

W aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065) podane są zalecane wartości maksymalnej mocy właściwej wentylatora. Wartości te wprowadzone zostały w przepisach Rozporządzenia (Dz.U. z 2008 poz. 1238). Wprowadzenie pojęcia maksymalnej mocy właściwej wentylatorów (wskaźnik P_{SFP} , z j. ang. Specific Fan Power) było konsekwencją implementacji Dyrektywy 2002/91/WE. W Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065) w tabeli nr 10 podane są następujące zalecane wartości P_{SFP} :

10.⁷⁴⁾ Moc właściwa wentylatorów stosowanych w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych powinna nie przekraczać wartości określonych w poniższej tabeli:

Lp.	Rodzaj i zastosowanie wentylatora	Maksymalna moc właściwa wentylatora [kW/(m ³ /s)]
1	2	3
1	Wentylator nawiewny: a) instalacja klimatyzacji lub wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1,60
	b) instalacja wentylacji nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła oraz wentylacji nawiewnej	1,25
2	Wentylator wywiewny: a) instalacja klimatyzacji lub wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1,00
	b) instalacja wentylacji nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła oraz wentylacji nawiewnej	1,00
	c) instalacja wywiewna	0,80

Oraz poziom zwiększenia mocy właściwej wentylatora z uwagi na dodatkowe elementy instalacji zawarty w tabeli 11:

11.⁷⁵⁾ Dopuszcza się zwiększenie mocy właściwej wentylatora w przypadku zastosowania wybranych elementów instalacji do wartości określonej w poniższej tabeli:

Lp.	Dodatkowe elementy instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej	Dodatkowa moc właściwa wentylatora [kW/(m ³ /s)]
1	2	3
1	Dodatkowy stopień filtracji powietrza	0,3
2	Dodatkowy stopień filtracji powietrza z filtrami klasy H10 i wyższej	0,6
3	Filtry do usuwania gazowych zanieczyszczeń powietrza	0,3
4	Wysoko skuteczne urządzenie do odzysku ciepła (sprawność temperaturowa większa niż 90%)	0,3

Pojęcie mocy właściwej wentylatorów wraz z klasyfikacją urządzenia w zależności od tego wskaźnika P_{SFP} wprowadziła norma PN-EN 13779 (obecnie wycofana). Aktualna norma PN-EN 16798-3, zastępująca normę PN-EN 13779, również przywołuje definicję parametru mocy właściwej wentylatorów, aktualizuje domyślne wartości wskaźnika P_{SFP} oraz wprowadza dodatkową klasę SFP 0 (Tabela 24).

Tab. 24 Wartości wskaźnika P_{SFP} w zależności od kategorii zgodnie z normą PN-EN 16798-3

Kategoria	P_{SFP} kW/(m ³ /s)
SFP 0	< 0,300
SFP 1	≤ 0,500
SFP 2	≤ 0,750
SFP 3	≤ 1,250
SFP 4	≤ 2,000
SFP 5	≤ 3,000
SFP 6	≤ 4,500
SFP 7	> 4,500

Norma PN-EN 16798-3 podaje również domyślne zalecane wartości wskaźnika P_{SFP} w zależności od typu instalacji. Im system bardziej rozbudowany, a zatem wyposażony w różne elementy kształtowania parametrów powietrza wentylacyjnego, tym wyższa dopuszczalna wartość mocy właściwej wentylatora.

Tab. 25 Zalecana kategoria wartości wskaźnika SFP w zależności od typu instalacji przywołana w normie PN-EN 16798-3

Instalacja	Kategoria	Domyślna wartość
Wentylator nawiewny		
– Instalacja klimatyzacji	SFP1-SPF5	SPF4
– Prosta instalacja wentylacji	SFP1-SPF4	SPF3
Wentylator wywiewny		

Instalacja	Kategoria	Domyślna wartość
– Instalacja klimatyzacji lub instalacja wentylacji z rekuperacją	SFP1-SPF5	SPF3
– Prosta instalacja wentylacji	SFP1-SPF4	SPF2

Proponowana metodyka bazująca na wartości wskaźnika P_{SFP}

a) roczne zapotrzebowanie na energię pomocniczą do napędu wentylatorów $E_{el,pom,v}$ należy wyznaczyć ze wzoru:

$$E_{el,pom,v} = P_{v,i} \cdot t_{el,i} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (124)$$

gdzie:

$P_{v,i}$ pobór mocy elektrycznej wentylatora, [kW];

$t_{el,i}$ czas pracy urządzenia, [h/rok].

b) pobór mocy elektrycznej wentylatora

Moc elektryczną wentylatora należy wyznaczyć na podstawie mocy właściwej wentylatora P_{SFP} zawartego w dokumentacji technicznej dobranego urządzenia, korzystając ze wzoru:

$$P_{v,i} = \frac{P_{SFP,i} \cdot V_i}{3600} \quad [kW] \quad (125)$$

gdzie:

$P_{SFP,i}$ moc właściwa wentylatora, [kW/(m³/s)], na podstawie danych technicznych urządzenia,

V_i strumień powietrza przepływający przez wentylator, [m³/h], na podstawie danych projektowych,

$t_{el,i}$ czas działania wentylatora w danym trybie [h/rok].

Jeśli wartość P_{SFP} nie jest znana, moc elektryczną wentylatora należy ją przyjąć na podstawie nominalnej mocy wentylatora dla maksymalnego strumienia powietrza, podanej na tabliczce znamionowej lub w danych technicznych urządzenia (dane zawarte w dokumentacji technicznej).

W przypadku braku informacji i danych projektowych (danych technicznych dobranych urządzeń) moc właściwą wentylatora należy wyznaczyć w zależności od rodzaju i zastosowania wentylatora oraz elementów instalacji wentylacyjnej, określonych w tabeli 26, w której zawarto dodatkowo wartości P_{SFP} dla wentylatorów w jednostkach klimakonwektorowych oraz wentylatorów hybrydowych.

Tab. 26. Zalecane wartości wskaźnika SFP w zależności od typu instalacji

Lp.	Rodzaj i zastosowanie wentylatora	P _{SFP} kW/(m ³ /s)	
		Budynki wybudowane od 2014	Budynki wybudowane przed 2014
1	Wentylator nawiewny:		
	a) instalacja klimatyzacji lub wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1,6**	2,6***
	b) instalacja wentylacji nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła oraz instalacja wentylacji nawiewnej	1,25**	2,3***
2	Wentylator wywiewny:		
	a) instalacja klimatyzacji lub wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła	1,0**	1,8***
	b) instalacja wentylacji nawiewno-wywiewnej bez odzysku ciepła oraz instalacja wentylacji wywiewnej	1,0**	1,8***
	c) instalacja wywiewna (wentylator wyciągowy)	0,8**	4,8***
	d) wentylator hybrydowy	0,25****	0,8****
3	Wentylator nawiewny - klimakonwektor	0,25****	0,5****
4	Dodatkowy stopień filtracji powietrza (oprócz filtra 1-szego stopnia)	0,3*	0,5****
	Dodatkowy stopień filtracji powietrza z filtrami HEPA	1*	1*
	Filtry do usuwania gazowych zanieczyszczeń powietrza	0,3*	0,5****
	Wysoko skuteczne urządzenie do odzysku ciepła klasy H1 lub H2 wg PN-EN 13053:2006 + A:2011	0,3*	0,5****

*Wartości wyznaczone na podstawie normy PN-EN 16798-3,

**Wartości wyznaczone na podstawie Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065),

***Wartości wyznaczone na podstawie wartości podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376),

****Wartości wyznaczone na podstawie danych katalogowych urządzeń.

Porównanie wartości dotyczących rocznego poboru energii dla napędu wentylatorów obliczonych wg aktualnej metodyki z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) oraz wg proponowanej metody dla domu jednorodzinnego zestawiono w tabeli 28, dla budynku biurowego w tabeli 29. Parametry budynku, instalacji oraz dane wejściowe wykorzystane w obliczeniach pokazano w tabeli 27.

Tab. 27. Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych

		Jednorodzinny	Biurowy 1	Biurowy 2
powierzchnia budynku A	m ²	250	10.000	10.000
kubatura budynku V	m ³	750	30.000	30.000
Liczba osób	–	4	6 m²/os	12m²/os
Czas działania instalacji	h/rok	8760	6570	6570
centrala wentylacyjna				
ilość nawiewanego powietrza	m ³ /h	225	50.000	25.000
liczba wymian	1/h	0,3	1,7	0,83
wyciąg miejscowy				
ilość wyciąganego powietrza	m ³ /h	145	5.000	2.500
liczba wymian	1/h	0,2	–	–
SFP				
centrala wentylacyjna:	kW/(m ³ /s)	2,9	2,9	2,9
– wentylator nawiewny	kW/(m ³ /s)	1,9	1,9	1,9
– wentylator wywiewny	kW/(m ³ /s)	1	1	1
wentylator wyciągowy	kW/(m ³ /s)	0,8	0,8	0,8

Tab. 28. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu wentylatorów dla budynku jednorodzinnego E_{v,el} [kWh/(m²rok)]

Metodyka	Centrala wentylacyjna	Wentylatory wyciągowe
na podstawie P _{SFP}	6,9	1,1
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)	8,8	21,0

Tab. 29. Jednostkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu wentylatorów dla budynku biurowego E_{v,el} [kWh/(m²rok)]

Metodyka	Biurowy 1	Biurowy 2
na podstawie P _{SFP}	26,3	13,1
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)	17,1	17,1

Aktualne Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) w sposób bardzo uproszczony określa metodykę obliczania zapotrzebowania na moc elektryczną do napędu wentylatorów. Powyższe porównanie pokazuje, że występują różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi za pomocą metody dokładnej wykorzystującej wskaźnik P_{SFP} oraz metodą wskaźnikową przedstawioną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). Wartości obliczone dla innych typów budynków, w których liczba wymian może znacznie odbiegać od kryterium przyjętego w aktualnym Rozporządzeniu mogą być jeszcze wyższe. Zaleca się zmianę metodyki wyznaczania zapotrzebowania na energię pomocniczą dla wentylatorów wykorzystując wskaźnik P_{SFP} , która pozwala na obliczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą dla dowolnego urządzenia z wbudowanym wentylatorem. Wartości wskaźnika P_{SFP} są wartościami podawanymi w dokumentacji technicznej dotyczącej central wentylacyjnych, wentylatorów wyciągowych czy wentylatorów w jednostkach klimakonwektorowych. Stosowanie proponowanej metody w prosty i jasny sposób pozwala oszacować zapotrzebowanie na energię pomocniczą do napędów urządzeń wentylacyjnych.

2.7 Wartości współczynników domyślnych określonych w metodyce obliczeń

2.7.1 Ocena i propozycje zmian w zakresie sprawności całkowitej systemów

2.7.1.1 System ogrzewania

W obowiązującej metodyce obliczania charakterystyki energetycznej budynków (Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)), roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku lub części budynku dla systemu ogrzewania $Q_{k,H}$ wyznacza się według wzoru:

$$Q_{k,H} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,tot}} \quad (126)$$

gdzie:

$$\eta_{H,tot} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,e} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,s} \quad (127)$$

$\eta_{H,tot}$	średnia sezonowa sprawność całkowita systemu ogrzewania,
$\eta_{H,g}$	średnia sezonowa sprawność wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła,
$\eta_{H,e}$	średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej,
$\eta_{H,d}$	średnia sezonowa sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej,
$\eta_{H,s}$	średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewania.

Przedstawiona powyżej metoda obliczeń, pozwala na uwzględnienie wpływu na zapotrzebowanie na energię parametrów poszczególnych obszarów systemów grzewczych, należy jednak zwrócić uwagę, że dokładność tej metody jest ściśle uzależniona od dokładności określenia poszczególnych składowych sprawności całkowitej. O ile zatem ogólna metoda

obliczeń nie wymaga wprowadzania zmian, zalecana jest weryfikacja sposobu określania wartości poszczególnych sprawności cząstkowych.

Poniżej zaproponowano sposób określania poszczególnych składowych sprawności całkowitej na podstawie norm europejskich EN 15316, wymienianych na liście CEN wśród norm pozwalających na obliczanie wartości energii dostarczonej do budynków.

Należy podkreślić, że w przypadku zaproponowania metod obliczeniowych to właśnie te metody powinny być wykorzystywane do określenia sprawności systemów, referencyjne wartości podawane w tabelach powinny być wykorzystywane jedynie w przypadku braku danych do obliczeń. Z tego względu wartości podane w tabelach powinny reprezentować przeciętny dolny poziom sprawności tak, aby wykorzystywanie dokładnych metod obliczeniowych pozwalało na wykazanie rzeczywistej, lepszej charakterystyki energetycznej budynku.

2.7.1.1.1. Sprawność źródeł ciepła

Normy z grupy EN 15316 zawierają opis metod obliczeniowych pozwalających na oszacowanie sezonowej sprawności wytwarzania lub rocznego uzysku energetycznego:

- 1) kotły – PN-EN 15316 4-1 – charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-1: Źródła ciepła i c.w.u. w pomieszczeniach, instalacje z paleniskami (kotły, biomasa)⁴²;
- 2) pompy ciepła - EN 15316 4-2 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-2: Źródła ciepła w pomieszczeniach, instalacje z pompami ciepła⁴³,
- 3) węzły ciepłowniczy - Norma PN-EN 15316-4-5 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu - Część 4-5: Ogrzewanie i chłodzenie zdalaczynne⁴⁴.

W obowiązującej metodyce obliczania charakterystyki energetycznej budynków (Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)) wartość średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła $\eta_{H,g}$ przyjmuje się na podstawie danych udostępnionych przez producenta lub dostawcę źródła ciepła. W budynkach, w których zostały przeprowadzone kontrole systemu ogrzewania, wartość $\eta_{H,g}$ powinna zostać określona na podstawie wyników tych kontroli. W przypadku braku takich danych przyjmuje się wartości $\eta_{H,g}$ określone w tabeli.

⁴²PN-EN 15316 4-1:2017-06 wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-1: Źródła ciepła i c.w.u. w pomieszczeniach, instalacje z paleniskami (kotły, biomasa), Moduł M3-8-1, M8-8-1, zwana dalej PN-EN 15316 4-1.

⁴³PN-EN 15316 4-2:2017-06 wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-2: Źródła ciepła w pomieszczeniach, instalacje z pompami ciepła, Moduł M3-8-2, M8-8-2, zwana dalej PN-EN 15316 4-2.

⁴⁴PN-EN 15316 4-5:2017-06 wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-5: Ogrzewanie i chłodzenie zdalaczynne, Moduł M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5, zwana dalej PN-EN 15316 4-5.

Norma PN-EN 15316 4-1 opisuje m.in. uproszczoną procedurę określania sezonowej sprawności kotłów na paliwa płynne (gaz ziemny, LPG i olej opałowy) w oparciu o typ kotła (typology method). W metodzie tej wykorzystuje się zależności pozwalające na obliczenie sprawności sezonowej kotła na podstawie typu kotła, jego daty produkcji, oraz realizowanego trybu pracy.

Poniżej przedstawiono porównanie wartości sprawności, kotłów na paliwa płynne, określonej na podstawie normy PN-EN 15316 4-1, oraz wartości sprawności przedstawionych w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 30 Porównanie wartości sprawności określonej na podstawie normy PN-EN 15316 4-1, oraz wartości sprawności przedstawionych w metodologii Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Typ kotła	Rozporządzenie	PN EN 15316 4-1	
	(Dz.U. z 2015 poz. 376)	od	do
Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	0,86	0,75	0,85
Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej:			
a) do 50 kW,	0,87	0,80	0,90
b) powyżej 50 do 120 kW,	0,91	0,80	0,90
c) powyżej 120 do 1200 kW	0,95	0,82	0,92
Kotły gazowe kondensacyjne (70/55°C) o mocy nominalnej:			
a) do 50 kW,	0,91	0,88	0,99
b) powyżej 50 do 120 kW,	0,92	0,89	0,99
c) powyżej 120 do 1200 kW	0,95	0,90	1,00
Kotły gazowe kondensacyjne niskotemperaturowe (55/45°C) o mocy nominalnej:			
a) do 50 kW	0,94	0,90	1,00
b) powyżej 50 do 120 kW	0,95	0,90	1,01
c) powyżej 120 do 1200 kW	0,98	0,91	1,02

Norma PN-EN 15316 4-1 umożliwia również określanie sprawności kotłów na paliwa stałe, podane w załączniku normy współczynniki umożliwiają obliczenie sprawności kotła w zależności od mocy, okresu produkcji (przed 1978, w latach 1978-1987 oraz po 1987), oraz rodzaju palnika (atmosferyczny lub wspomagany wentylatorem). Brak jest natomiast wytycznych dotyczących nowoczesnych kotłów z podajnikiem automatycznym. Z kolei

obecnie obowiązujące rozporządzenie ministra przedsiębiorczości⁴⁵ określające m.in. wartości graniczne sprawności, dotyczy jedynie mocy znamionowej kotłów obecnie produkowanych, tj. spełniających wymagania Ecodesign (odpowiadające 5 klasie). Aby uwzględnić w analizie porównawczej kotły starszej konstrukcji wykorzystano wartości sprawności określone na podstawie normy PN-EN 303-5:2012⁴⁶, w której opisano wymagania dla kotłów w klasach 3-5.

Tab. 31 Wartości sprawności kotłów na paliwa stałym przedstawione w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Typ kotła	Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)
węglowe wyprodukowane:	
a) przed 1980 r.,	0,60
b) w latach 1980–2000,	0,65
c) po 2000 r.	0,82
2 Kotły na biomasę (słoma), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy:	
a) do 100 kW,	0,63
b) powyżej 100 kW	0,70
3 Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), wrzutowe, z obsługą ręczną, o mocy do 100 kW	0,65
4 Kotły na biomasę (słoma) automatyczne o mocy:	
a) do 100 kW,	0,70
b) powyżej 100 kW do 600 kW	0,75

Poniżej przedstawiono zestawienie wymaganych wartości sprawności, dla kotłów na paliwa stałe, określonej na podstawie normy PN-EN 303-5:2012.

⁴⁵Rozrządzenie Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 21 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. 2019, poz. 363), zwane dalej Rozrządzenie (Dz.U. 2019, poz. 363).

⁴⁶PN-EN 303-5:2012 Kotły grzewcze -- Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW -- Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie, zwana dalej PN-EN 303-5:2012.

Tab. 32 Wymagane wartości sprawności kotłów na paliwa stałe zgodnie z PN-EN 303:5 2012

Moc kotła kW	PN-EN 303:5 2012		
	klasa 3	klasa 4	klasa 5
10	0,73	0,82	0,88
50	0,77	0,83	0,89
100	0,79	0,84	0,89
200	0,80	0,85	0,89

Porównując wymagania określone normą PN-EN 303:5 2012 oraz wartości sprawności określone w obowiązującej metodologii obliczania charakterystyki energetycznej widać, że w przypadku nowych kotłów przyjmowanie przedstawionych w metodologii wartości sprawności może skutkować zawyżeniem zapotrzebowania na energię końcową, szczególnie w przypadku nowoczesnych konstrukcji kotłów spełniających wymagania 5-klasy. Ponieważ decydujący wpływ na sprawność kotła ma okres jego produkcji i wynikające z niego wymagania, oraz jego moc proponuje się zmianę tabeli przedstawiającej wartości sprawności dla kotłów na paliwa stałe w nowej metodologii.

Tab. 33 Proponowana tabela wartości sprawności kotłów na paliwa stałe

Typ kotła	Sprawność
Kotły na paliwa stałe wyprodukowane przed 2000 o mocy:	
a) poniżej 50 kW	0,60
b) od 50 do 200 kW	0,65
c) powyżej 200 kW	0,70
Kotły na paliwa stałe wyprodukowane w latach 2000-2012 o mocy:	
a) poniżej 50 kW	0,73
b) od 50 do 200 kW	0,77
c) powyżej 200 kW	0,79
Kotły na paliwa stałe wyprodukowane po roku 2012:	
a) poniżej 50 kW	0,82
b) od 50 do 200 kW	0,83
c) powyżej 200 kW	0,85

Norma PN-EN 15316-4-5 opisuje metodykę obliczania wartości strat ciepła związanych z eksploatacją węzłów ciepłowniczych, w zależności od rodzaju oraz parametrów

eksploatacyjnych węzła. W poniższej tabeli przedstawiono wyniki obliczeń sprawności wytwarzania ciepła określonej dla dwóch wariantów budynków referencyjnych NAPE⁴⁷.

Tab. 34 Sprawności węzłów cieplnych dla dwóch wariantów budynków referencyjnych NAPE

Izolacja węzła	Budynek jednorodzinny		Budynek wielorodzinny	
	grawitacyjna	mechaniczna	grawitacyjna	mechaniczna
Brak izolacji	0,94	0,92	0,97	0,96
Węzeł zaizolowany	0,95	0,94	0,98	0,97

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że sprawność wymiennika ciepła zależy zarówno od parametrów samego węzła, takich jak moc oraz stopień zaizolowania, jak również od zapotrzebowania budynku na ciepło. Proponuje się zatem aby w miarę dostępności danych przyjmować w obliczeniach wielość strat ciepła obliczoną na podstawie normy PN-EN 15316-4-5, a w przypadku braku odpowiednich danych, wykorzystanie danych szacunkowych zgodnych z poniższą tabelą.

Tab. 35 Proponowane wartości sprawności węzłów cieplnych

Rodzaj węzła	Sprawność
Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej:	
a) do 100 kW,	0,98
b) powyżej 100 kW	0,99
Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej:	
a) do 100 kW,	0,91
b) powyżej 100 do 300 kW,	0,93
c) powyżej 300 kW	0,95

Norma EN 15316 4-2 opisuje sposób określania wartości sCOP pomp ciepła, można tam znaleźć również graniczne wartości sCOP dla różnych rozwiązań pomp ciepła. W poniższej tabeli podano wartości graniczne sCOP w zależności od wymaganej temperatury podgrzewanego czynnika oraz wykorzystywanego dolnego źródła ciepła.

⁴⁷<https://nape.pl/pl/budynki-referencyjne-nape>.

Tab. 36 Średnia sezonowa efektywność grzewcza pomp ciepła w zależności od wymaganej temperatury podgrzewanego czynnika oraz wykorzystywanego dolnego źródła ciepła

Rodzaj dolnego źródła ciepła	Wymagana temperatura czynnika	
	$t < 35^{\circ}\text{C}$	$35^{\circ}\text{C} < t < 45^{\circ}\text{C}$
- grunt	3,8	3,4
- wody gruntowe	4,5	4,1
- powietrze atmosferyczne	3,7	3,3

Wartości te jedynie w niewielkim stopniu odbiegają od wartości podawanych w obowiązującej metodyce, z tego względu proponuje się zachowanie wartości sprawności pomp ciepła.

Należy podkreślić, że w przypadku średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła $\eta_{H,g}$, podstawą analizy powinny być dane dostarczone przez producenta lub dostawcę źródła ciepła, lub w budynkach, w których zostały przeprowadzone kontrole systemu ogrzewania, wyniki tych kontroli.

Przedstawione w tabeli dane liczbowe powinny reprezentować dolną granicę średnich sezonowych sprawności wytwarzania, tak aby zachęcać audytora do odszukania odpowiednich danych produktu, lub też samodzielnego wykonania obliczeń wartości sprawności sezonowej.

Porównanie podanych w Rozporządzeniu (Dz. U. z 2015 poz. 376) sprawności źródeł ciepła z wartościami określonymi na podstawie norm w większości przypadków wykazało dość dobrą zbieżność. Zaproponowane zmiany obejmują:

- ▶ przy braku danych producenta, określanie sprawności kotłów na paliwa stałe, ciekłe i gazowe na podstawie normy PN-EN 15316-4-1:2017-06: Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-1: Źródła ciepła i c.w.u. w pomieszczeniach, instalacje z paleniskami (kotły, biomasa), Moduł M3-8-1, M8-8-1,
- ▶ przy braku danych producenta, określanie sprawności pomp ciepła na podstawie normy PN-EN 15316-4-2:2017-06 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-2: Źródła ciepła w pomieszczeniach, instalacje z pompami ciepła, Moduł M3-8-2, M8-8-2, proponuje się dopuszczenie obliczeń również na podstawie normy PN-EN 14825 Klimatyzatory, agregaty do chłodzenia cieczy oraz pompy ciepła ze sprężarkami napędzanymi elektrycznie, do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń -- Badanie i ocena w warunkach częściowego obciążenia oraz obliczanie wydajności sezonowej,
- ▶ określanie sprawności węzłów ciepłowniczych na podstawie normy PN-EN 15316-4-5 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-5: Ogrzewanie i chłodzenie zdalaczynne.

Do czasu przetłumaczenia norm z grupy PN-EN 15136 oraz norm PN-EN 14825 proponuje się dopuszczenie wykorzystania danych przybliżonych przedstawionych w tabeli tak jak to miało miejsce w obowiązującym rozporządzeniu, proponuje się jednak zmianę wartości

przedstawionych w obecnie obowiązującym rozporządzeniu, w zakresie kotłów na paliwa stałe, zgodnie z tabelą 33.

2.7.1.1.2. Straty ciepła związane z działaniem systemu regulacji, wykorzystaniem emisji ciepła w pomieszczeniach

Metodykę obliczania strat ciepła związanych z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem ciepła w pomieszczeniach opisuje norma PN-EN 15316-2 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 2: Instalacje przekazywania ciepła (grzewcze i chłodzące), Moduł M3-5, M4-5⁴⁸

Straty ciepła związane z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem ciepła w pomieszczeniach dla poszczególnych miesięcy można określić na podstawie zależności:

$$\Delta Q_{em} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_H \quad (128)$$

gdzie:

ΔQ_{em}	roczne straty ciepła związane z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem ciepła, kWh/rok;
Q_H	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji, kWh/rok,
f_{hydr}	współczynnik korekcyjny ze względu na zrównoważenie hydrauliczne instalacji, [-],
f_{im}	współczynnik korekcyjny ze względu na przerwy w działaniu instalacji grzewczej (jako przerwy w działaniu należy rozumieć, występowanie zgodnego z harmonogramem czasowym obniżen temperatury w przestrzeni ogrzewanej), w przypadku ciągłej pracy instalacji grzewczej $f_{im} = 1,0$
f_{rad}	współczynnik korekcyjny ze względu na wpływ wymiany ciepła na drodze promieniowania (uwzględniany jedynie w przypadku systemów ogrzewania promiennikowych),
η_{em}	obliczeniowa średnia sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej.

Obliczeniową sprawność regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej można określić za pomocą zależności:

$$\eta_{em} = \frac{1}{(4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb}))} \quad (129)$$

⁴⁸PN-EN 15316-2 2017-06 – wersja angielska, Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 2: Instalacje przekazywania ciepła (grzewcze i chłodzące), Moduł M3-5, M4-5, zwana dalej PN-EN 15316-2.

gdzie:

η_{str}	sprawność wynikająca z pionowego gradientu temperatury w przestrzeni ogrzewanej,
η_{ctr}	sprawność wynikająca z działania wykorzystywanego systemu regulacji temperatury w przestrzeni ogrzewanej,
η_{emb}	sprawność wynikająca z występowania strat przez przegrody zewnętrzne.

Tab. 37 Sprawności instalacji grzejnikowych (wysokość pomieszczenia <4m)

Parametr	Sprawność		
	η_{str}	η_{ctr}	η_{emb}
	brak regulacji miejscowej, centralna regulacja temperatury zasilania		0,8
	czujnik temperatury w pomieszczeniu reprezentatywnym		0,88
	centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K		0,93
Układ regulacji	centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K,		0,95
	centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym PI		0,97
	centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą		0,99
		η_{str1}	η_{str2}
Różnica temperatury	60K (np. 90/70 °C)	0,88	
	42,5K (np. 70/55 °C)	0,93	
	30K (np. 55/45 °C)	0,95	
Straty przez przegrody zewnętrzne	grzejniki przy ścianach wewnętrznych	0,87	1
	grzejniki przy ścianach zewnętrznych		
	- powierzchnia przeszklona bez osłony przed promieniowaniem	0,83	1

Parametr	Sprawność		
	η_{str}	η_{ctr}	η_{emb}
- przegroda przeszklona z osłoną przed promieniowaniem	0,88		1
- przegroda zewnętrzna nieprzeźroczysta	0,95		1

Sprawność wynikającą z pionowego gradientu temperatury w przestrzeni ogrzewanej, określa się na podstawie zależności:

$$\eta_{str} = \frac{\eta_{str1} + \eta_{str2}}{2} \quad (130)$$

Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania wodnego z grzejnikami członowymi lub płytowymi należy określić na podstawie poniższej tabeli.

Tab. 38 Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania wodnego z grzejnikami członowymi lub płytowymi

Współczynnik korekcyjny	Parametry wpływające na zużycie ciepła	Wartość współczynnika korekcyjnego
f_{im}	brak okresowego obniżenia temperatury	1,00
	zastosowano okresowe obniżenie temperatury	0,97
f_{rad}	-	1,0
	Systemy niezrównoważone hydraulicznie	1,03
f_{hydr}	Systemy zrównoważone hydraulicznie – powyżej 8 grzejników na jeden zawór regulacji różnicy ciśnień lub systemy zrównoważone statycznie	1,01
	Systemy zrównoważone hydraulicznie – do 8 grzejników na jeden zawór regulacji różnicy ciśnień,	1,00

Tab. 39 Sprawności ogrzewania zintegrowanego z powierzchnią przegród (wysokość pomieszczenia <4m)

Parametr	Sprawność		
	η_{str}	η_{ctr}	η_{emb}
Układ regulacji	Czynnik roboczy – woda		
	– brak regulacji	0,75	
	– brak regulacji miejscowej, centralna regulacja temperatury zasilania	0,78	
	– brak regulacji miejscowej, centralna regulacja temperatury średniej	0,83	

Parametr	Sprawność		
	η_{str}	η_{ctr}	η_{emb}
– czujnik temperatury w pomieszczeniu reprezentatywnym		0,88	
– regulator dwustopniowy/proporcjonalny		0,93	
– regulator PI		0,95	
Ogrzewanie elektryczne			
– regulator dwustopniowy		0,91	
– regulator PI		0,93	
Ogrzewanie podłogowe	η_{str}		η_{emb1} η_{emb2}
– system mokry	1		0,93
– system suchy	1		0,96
– system suchy z lekkim pokryciem	1		0,98
Ogrzewanie ścienne	0,96		0,93
Ogrzewanie sufitowe	0,93		0,93
Straty przez podłogę			
Niska izolacyjność podłoga			0,86
Średnia izolacyjność podłoga			0,95
Wysoka izolacyjność podłoga			0,99

Sprawność wynikającą ze strat przez przegrody zewnętrzne, określa się na podstawie zależności:

$$\eta_{emb} = \frac{\eta_{emb1} + \eta_{emb2}}{2} \quad (131)$$

Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania wodnego z grzejnikami zintegrowanymi z powierzchnią przegród należy określić na podstawie poniższej tabeli.

Tab. 40 Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania zintegrowanego z powierzchnią przegród

Współczynnik korekcyjny	Parametry wpływające na zużycie ciepła	Wartość współczynnika korekcyjnego
f_{im}	brak okresowego obniżenia temperatury	1,00
	zastosowano okresowe obniżenie temperatury	0,98
f_{rad}	–	1,0
f_{hydr}	Systemy niezrównoważone hydraulicznie	1,03

Współczynnik korekcyjny	Parametry wpływające na zużycie ciepła	Wartość współczynnika korekcyjnego
	Systemy zrównoważone hydraulicznie – powyżej 8 grzejników na jeden zawór regulacji różnicy ciśnień, lub systemy zrównoważone statycznie	1,01
	Systemy zrównoważone hydraulicznie – do 8 grzejników na jeden zawór regulacji różnicy ciśnień,	1,00

Tab. 41 Sprawności ogrzewania z grzejnikami elektrycznymi (wysokość pomieszczenia <4m)

Parametr	Sprawność całkowita	
		η_{em}
Grzejniki przy ścianach zewnętrznych	Ogrzewanie bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P (1K)	0,91
	Ogrzewanie bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym PI (z optymalizacją)	0,94
	Ogrzewanie akumulacyjne bez regulatora	0,78
	Ogrzewanie akumulacyjne z regulatorem proporcjonalnym P (1K)	0,88
	Ogrzewanie akumulacyjne z regulatorem proporcjonalno-całkująco różniczkującym PID z optymalizacją	0,91
Grzejniki przy ścianach wewnętrznych	Ogrzewanie bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym P (1K)	0,88
	Ogrzewanie bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem proporcjonalnym PI (z optymalizacją)	0,91
	Ogrzewanie akumulacyjne bez regulatora	0,75
	Ogrzewanie akumulacyjne z regulatorem proporcjonalnym P (1K)	0,85
	Ogrzewanie akumulacyjne z regulatorem proporcjonalno-całkująco różniczkującym PID z optymalizacją	0,88

Tab. 42 Wartości współczynników korekcyjnych w przypadku ogrzewania z grzejnikami elektrycznymi

Współczynnik korekcyjny	Parametry wpływające na zużycie ciepła	Wartość współczynnika korekcyjnego
f_{im}	brak okresowego obniżenia temperatury	1,0
	zastosowano okresowe obniżenie temperatury	0,97
f_{rad}	-	1,0
f_{hydr}	-	1,0

Tab. 43 Sprawności ogrzewania powietrznego (wysokość pomieszczenia <4m)

Parametr sterujący		η_{em}	
		niska jakość regulacji	wysoka jakość regulacji
Ogrzewanie nawiewanym powietrzem	Temperatura powietrza w pomieszczeniu	0,82	0,87
	Temperatura powietrza w pomieszczeniu (regulacja kaskadowa temperatury powietrza nawiewanego)	0,88	0,90
	Temperatura powietrza wywiewanego	0,81	0,85
Ogrzewania powietrzem recyrkulowanym	Temperatura powietrza w pomieszczeniu	0,89	0,93

W celu porównania dokładności uzyskiwanych wyników porównano wartości obliczeniowej średniej sezonowej sprawności regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej $\eta_{H,e}$, podane w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) z wartościami sprawności obliczonymi na podstawie normy PN-EN 15316-2 dla czterech różnych wariantów:

1. Ogrzewanie wysokoparametrowe (90/70°C), instalacja zrównoważona hydraulicznie
2. Ogrzewanie wysokoparametrowe (90/70°C), instalacja niezrównoważona hydraulicznie
3. Ogrzewanie niskoparametrowe (55/45°C), instalacja zrównoważona hydraulicznie
4. Ogrzewanie niskoparametrowe (55/45°C), instalacja niezrównoważona hydraulicznie

Tab. 44 Porównanie wartości sprawności regulacji i wykorzystania określonej na podstawie normy PN-EN 15316 2-1, oraz na podstawie metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Rodzaj systemu ogrzewania	Metodologia Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)	PN-EN 15316 2-1			
		1	2	3	4
Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji:					
a) centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej	0,77	0,80	0,76	0,82	0,78
b) automatycznej miejscowej	0,82	0,86	0,81	0,88	0,83
c) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K	0,88	0,89	0,84	0,92	0,87
d) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K	0,89	0,91	0,86	0,94	0,88
d) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą	0,93	0,94	0,89	0,97	0,92

Zgodnie z wynikami obliczeń dla przedstawionych wariantów różnice w wartości sprawności wykorzystania i regulacji sięgają nawet 5 pkt. procentowych, co może w znacznym stopniu zmniejszać dokładność obliczeń charakterystyki energetycznej budynku. Ponadto metoda określona w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie pozwala na uwzględnienie szeregu czynników mających wpływ na sprawność regulacji i wykorzystania takich jak, temperatura czynnika w instalacji, zastosowanie przerw w ogrzewaniu, rozregulowanie hydrauliczne instalacji, wysokość pomieszczeń w strefie ogrzewanej.

Z tego względu rekomenduje się zastąpienie obecnej metodyki określania sprawności regulacji i wykorzystania metodyką przedstawioną w normie PN-EN 15316 2.

Do czasu przetłumaczenia normy PN-EN 15316-2-1 proponuje się umożliwić wykorzystywanie sposobu określania sprawności regulacji opisanego w obowiązującej obecnie metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

2.7.1.1.3. Straty ciepła związane z przesyłem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej

Sprawność przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej można określić na podstawie zależności

$$\eta_{H,d} = \frac{Q_{H,nd}}{Q_{H,nd} + \Delta Q_{H,d}} \quad (132)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}$	roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania, kWh,
$\Delta Q_{H,d}$	roczne straty ciepła związane z przesyłem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej, kWh.

Jeżeli źródło ciepła znajduje się w przestrzeni ogrzewanej, tj. np. w przypadku systemów ogrzewania mieszkaniowych, grzejników elektrycznych, pieców kaflowych, czy kominków grzewczych, wartość strat ciepła związanych z przesyłem ciepła należy przyjmować jako 0.

Wartość strat ciepła związanych z przesyłem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej można obliczyć na podstawie metodologii przedstawionej w normie PN-EN 15316-3.

W przypadku gdy źródło ciepła lub elementy instalacji rozprowadzającej, znajdują się poza przestrzenią ogrzewaną, wartość sezonowych strat ciepła w systemie ogrzewania w instalacji przesyłu ciepła można obliczać na podstawie zależności:

$$Q_{H,d} = \sum_j k_{L,u,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_{u,j} \cdot t_H \quad (133)$$

gdzie:

$k_{L,u}$	liniowy współczynnik przenikania ciepła, odcinka w przestrzeni nieogrzewanej, W/mK
θ_m	średnia temperatura czynnika grzewczego, °C,
θ_i	średnia temperatura otoczenia, °C,
L	zastępcza długość odcinka uwzględniająca armaturę oraz podpory m,
t_H	liczba godzin grzewczych, h,
j	numer odcinka.

W przypadku systemów grzewczych o temperaturze zasilania regulowanej na podstawie wartości temperatury zewnętrznej, średnią temperaturę czynnika grzewczego w instalacji można określić na podstawie zależności:

$$\theta_m = \Delta\theta_a \cdot \beta^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad (134)$$

gdzie:

β	średnie obciążenie systemu grzewczego,
$\Delta\theta_a$	różnica temperatury pomiędzy obliczeniową temperaturą czynnika grzewczego a temperaturą w przestrzeni ogrzewanej:

$$\Delta\theta_a = \frac{\theta_{sa} - \theta_{ra}}{2} - \theta_i \quad (135)$$

n	wykładnik zależny od rodzaju systemu grzewczego (1,33 – w przypadku ogrzewania grzejnikowego, 1,1 – w przypadku ogrzewania podłogowego),
θ_{sa}	obliczeniowa zasilania w instalacji grzewczej, °C,
θ_{ra}	obliczeniowa temperatura powrotu w instalacji grzewczej, °C.

Średni stopień obciążenia instalacji przesyłowej można określić na podstawie zależności:

$$\beta_D = \frac{Q_{em}}{\dot{Q}_N \cdot t_H} \quad (136)$$

gdzie:

Q_{em}	sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem sprawności systemu regulacji i wykorzystania, kWh/rok,
\dot{Q}_N	obliczeniowe obciążenie cieplne w analizowanej strefie, określone zgodnie z normą PN-EN 12831, kW,
t_H	liczba godzin grzewczych, h.

W przypadku obiegów grzewczych o nieregulowanej temperaturze zasilania, straty związane z dystrybucją ciepła powinny zostać obliczone na podstawie stałej wartości temperatury.

Długości poszczególnych odcinków instalacji przesyłu ciepła, powinna zostać określona na podstawie dokumentacji projektowej, w przypadku braku tych danych długość przewodów do obliczeń, w zależności od rodzaju instalacji przesyłu ciepła, można określić na podstawie długości (L) i szerokości (B) budynku, oraz wysokości (h_G) i liczby kondygnacji (n_G) za pomocą zależności przedstawionych w poniższej tabeli.

Tab. 45 Przybliżone długości przewodów dla instalacji dwu- i jednorurowych

Typ instalacji	Rozprowadzenie do pionów L_V	Piony L_S	Przewody przyłączeniowe grzejników L_A
Piony prowadzone w ścianach zewnętrznych	$2 \cdot L + 0,01625 \cdot L \cdot B^2$	$0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	$0,55 \cdot L \cdot B \cdot n_G$
Piony prowadzone wewnątrz budynku	$2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6$	$0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	$0,55 \cdot L \cdot B \cdot n_G$
Instalacja jednorurowa	$2 \cdot L + 0,0325 \cdot L \cdot B + 6$	$0,025 \cdot L \cdot B \cdot h_G \cdot n_G + 2 \cdot (L + B) \cdot n_G$	$0,1 \cdot L \cdot B \cdot n_G$

Wartości dodatku do długości ze względu na straty ciepła zainstalowanej armatury należy określić na podstawie poniższej tabeli.

Tab. 46 Wartości dodatku do długości ze względu na straty ciepła zainstalowanej armatury

Zawory wraz z kołnierzami	ΔL	
	Średnica przewodu $D \leq 100 \text{ mm}$	Średnica przewodu $D > 100 \text{ mm}$
nieizolowane cieplnie	4,0	6,0
izolowane cieplnie	1,5	2,5

Aby uwzględnić straty ciepła w miejscach występowania podpór, należy uwzględnić dodatek o wartości 15% długości odcinka przewodów, na którym występują podpory. Jeżeli zastosowano specjalne podpory o izolacyjności zbliżonej do izolacji przewodów, wartość dodatku może zostać pominięta.

Tab. 47 Wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła przewodów z zależności od średnicy nominalnej oraz grubości zastosowanej izolacji

DN	Brak izolacji	Półowa wymaganej grubości	Wymagana grubość	2 krotność wymaganej grubości
mm	W/mK	W/mK	W/mK	W/mK
10	0,546	0,211	0,160	0,120
15	0,676	0,243	0,180	0,133
20	0,854	0,286	0,207	0,149
25	1,069	0,337	0,240	0,169
32	1,345	0,327	0,225	0,157
40	1,533	0,307	0,208	0,146
50	1,913	0,317	0,211	0,147
65	2,415	0,305	0,202	0,140
80	2,821	0,314	0,206	0,142
100	3,627	0,326	0,211	0,144
125	4,433	0,378	0,240	0,161
150	5,239	0,430	0,268	0,176

W metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) zaproponowano dwie metody określania wielkości strat ciepła związanych z przesyłem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej:

- a) metoda wskaźnikowa
- b) uproszczona metoda tabelaryczna

W przypadku metody wskaźnikowej wielkość strat ciepła określa się na podstawie zależności:

$$\Delta Q_{H,d} = \sum_j (l_{zi} \cdot q_{li} \cdot t_{sG}) \cdot 10^{-3} \quad (137)$$

gdzie:

- l_{zi} zastępcza długość -tego odcinka instalacji przesyłu ciepła, m,
- q_{li} jednostkowa strata ciepła -tego odcinka instalacji przesyłu ciepła, określona na podstawie tabeli, W/m,
- t_{sG} czas trwania sezonu grzewczego.

W przypadku braku danych wymaganych do wykorzystania tej metody, metodologia zezwala na wykorzystanie uproszczonej metody tabelarycznej, w której wielkość strat ciepła określa się na podstawie średniej sezonowej sprawności przesyłu odczytanej z tabeli.

Poniżej przedstawiono wyniki porównawcze obliczeń wykonanych dla dwóch typów budynków w dwóch wariantach.

Tab. 48 Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych

	jedn.	Jednorodzinny		Wielorodzinny	
		grawitacyjna	mechaniczna	grawitacyjna	mechaniczna
Szerokość budynku (B) wymiar wew.	m		9,24		11,62
Długość budynku (L) wymiar wew.	m		9,33		19,40
Liczba kondygnacji (n)			2		8
Wysokość kondygnacji	m		2,9		2,9
Powierzchnia strefy	m ²		150		1634
Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania	kWh	16304	12953	89514	54164
Sprawność regulacji i wykorzystania				0,88	
Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem sprawności regulacji i wykorzystania	kWh	18527	14719	101720	61550
Temperatura instalacji co zasilania/powrotu	°C			90/70	
Temperatura w przestrzeni ogrzewanej	°C			20	
Temperatura w przestrzeni nieogrzewanej	°C			13	
Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	8,43	8,14	46,3	34,0
Długość sezonu grzewczego	h			5000	

Tab. 49 Wyniki obliczeń porównawczych metod określania sprawności przesyłu ciepła w instalacji grzewczej

Rodzaj systemu ogrzewania	Jednorodzinny		Wielorodzinny	
	grawitacyjna	mechaniczna	grawitacyjna	mechaniczna
Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku: – z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej				
metoda uproszczona PN-EN 15316-3	0,92	0,91	0,98	0,98
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda wskaźnikowa	0,93	0,91	0,97	0,96
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda tabelaryczna			0,9	
– z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej				
metoda uproszczona PN-EN 15316-3	0,71	0,69	0,61	0,52
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) –	0,62	0,56	0,74	0,63

Rodzaj systemu ogrzewania	Jednorodzinny		Wielorodzinny	
	grawitacyjna	mechaniczna	grawitacyjna	mechaniczna
metoda wskaźnikowa				
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda tabelaryczna			0,8	

Przeprowadzona analiza wykazała znaczne rozbieżności pomiędzy wartościami sprawności uzyskiwanymi za pomocą poszczególnych metod. Szereg uproszczeń przyjętych w metodach podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) sprawia, że obliczona wartość sprawności przesyłu nie uwzględnia szeregu czynników związanych z budową oraz działaniem instalacji, dlatego też zaleca się zastąpienie metody wskaźnikowej metodą opartą na normie PN-EN 15316-3:2017.

Do czasu przetłumaczenia normy PN-EN 15316 3 proponuje się wykorzystywanie sposobu określania sprawności regulacji na podstawie metody opisanej powyżej.

2.7.1.2 Instalacja przygotowania ciepłej wody użytkowej

2.7.1.2.1. Straty ciepła związane z przesyłem ciepłej wody użytkowej do zaworów czerpalnych

W normie PN-EN 15316-3 opisano metodykę obliczania strat ciepła związanych z przesyłem ciepłej wody użytkowej na podstawie długości przewodów. Zgodnie z przedstawioną tam metodą obliczeniową, wartość strat ciepła związanych z przesyłem ciepłej wody użytkowej można obliczyć na podstawie zależności:

$$\Delta Q_{W,d,i} = \frac{1}{1000} \cdot k_i \cdot L_i \cdot (\theta_{w,d,i} - \theta_{amb}) \cdot t_w \cdot z \quad (138)$$

gdzie:

k_i	liniowy współczynnik przenikania ciepła przewodów dystrybucyjnych, W/mK,
L_i	długość rozpatrywanego odcinka rur, m,
$\theta_{w,d,i}$	średnia temperatura czynnika dla danego odcinka rur, °C,
θ_{amb}	średnia temperatura otoczenia dla danego odcinka rur, °C,
t_w	liczba dni, dla których jest realizowane zapotrzebowanie na ciepłą wodę (dni/miesiąc),
z	czas pracy pompy cyrkulacyjnej.

Sumaryczne roczne straty ciepła związane z przesyłem ciepłej wody użytkowej do zaworów czerpalnych można obliczyć jako:

$$\Delta Q_{W,d} = \Delta Q_{W,d,i} \quad (139)$$

W dokładnych obliczeniach powinno się uwzględnić ponadto dodatek ze względu na straty ciepła w okresach, gdy nie działa cyrkulacja:

$$\Delta Q_{W,d,off} = c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{w,d,i} - \theta_{amb}) \cdot N_{norm} \quad (140)$$

gdzie:

- c_w ciepło właściwe wody, kWh/m³K,
 V_w całkowita objętość wody zawarta w rurach, m³,
 $\theta_{w,d,i}$ średnia temperatura czynnika dla danego odcinka rur, °C,
 θ_{amb} średnia temperatura otoczenia dla danego odcinka rur, °C,
 N_{norm} liczba cykli cyrkulacyjnych w analizowanym okresie.

Długość poszczególnych odcinków przewodów dystrybucyjnych powinna być określona na podstawie dokumentacji projektowej, w przypadku braku danych, długość przewodów można określić na podstawie długości (A) i szerokości (B) budynku, oraz wysokości (h_G) i liczby kondygnacji (n_G) za pomocą zależności przedstawionych w poniższej tabeli.

Tab. 50 Przybliżone długości przewodów dla instalacji ciepłej wody

Typ instalacji	Rozprowadzenie do pionów L_V	Piony L_S	Przewody do punktów poboru L_{SL}
Długość pętli cyrkulacyjnej	$2 \cdot A + 0,0125 \cdot A \cdot B$	$0,075 \cdot A \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	
Długość głównego przewodu dystrybucyjnego	$A + 0,0625 \cdot A \cdot B$	$0,038 \cdot A \cdot B \cdot h_G \cdot n_G$	
Długość przewodów doprowadzających wodę do punktów poboru w przypadku, gdy piony prowadzone są w tej samej ścianie			$0,05 \cdot A \cdot B \cdot n_G$
Długość przewodów doprowadzających wodę do punktów poboru w pozostałych przypadkach			$0,075 \cdot A \cdot B \cdot n_G$

Średnia temperatura otoczenia do obliczeń strat ciepła zależy od lokalizacji i sposobu prowadzenia przewodów i może być obliczona na podstawie zależności:

$$\theta_{amb} = \theta_{int} - b_{w,d} \cdot (\theta_{int} - \theta_{ext}) \quad (141)$$

gdzie:

- θ_{int} temperatura w przestrzeni ogrzewanej, °C,
 θ_{ext} średnia temperatura zewnętrzna, °C,
 $b_{w,d}$ współczynnik zależny od położenia rur.

Tab. 51 Przyjmowane w obliczeniach wartości współczynnika $b_{w,d}$

Lokalizacja przewodów	$b_{w,d}$
Poza budynkiem	1
W przestrzeni nieogrzewanej budynku	0,8
W przestrzeni ogrzewanej budynku	0
Inne (np. przewody prowadzone w ścianach)	wartość do obliczenia

W metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) zaproponowano dwie metody określania wielkości strat ciepła związanych z przesyłem ciepłej wody użytkowej:

- metoda wskaźnikowa
- uproszczona metoda tabelaryczna

W przypadku metody wskaźnikowej wielkość strat ciepła określa się na podstawie zależności:

$$\Delta Q_{W,d} = \sum_j (l_{zi} \cdot q_{li} \cdot t_{sW}) \cdot 10^{-3} \quad (142)$$

gdzie:

- l_{zi} zastępcza długość -tego odcinka instalacji przesyłu ciepłej wody, m,
- q_{li} jednostkowa strata ciepła -tego odcinka instalacji przesyłu ciepła, określona na podstawie tabeli, W/m,
- t_{sW} liczba godzin w roku.

Po obliczeniu wartości rocznych strat ciepła średnią roczną sprawność przesyłu ciepła do zaworów czerpalnych można obliczyć na podstawie zależności:

$$\eta_{W,d} = \frac{Q_{W,nd}}{Q_{W,nd} + \Delta Q_{W,d}} \quad (143)$$

gdzie:

- $Q_{W,nd}$ roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody, kWh.

W przypadku braku danych wymaganych do wykorzystania tej metody, metodologia zezwala na wykorzystanie uproszczonej metody tabelarycznej, w której wielkość strat ciepła określa się na podstawie średniej sezonowej sprawności ciepłej wody odczytanej z tabeli.

Poniżej przedstawiono wyniki porównawcze obliczeń wykonanych dla dwóch typów budynku w dwóch wariantach instalacji cwu.

Tab. 52 Parametry budynków przyjęte do obliczeń porównawczych

Parametr	Jedn.	Jednorodzinny	Wielorodzinny
Powierzchnia mieszkalna	m ²	150	1634
Temperatura w przestrzeni ogrzewanej	°C		20

Parametr	Jedn.	Jednorodzinny	Wielorodzinny
Średnia temperatura zewnętrzna	°C		8,9
Temperatura cwu w instalacji	°C		55
Zapotrzebowanie na cwu	kWh/rok	4129	56227

Tab. 53 Wyniki obliczeń porównawczych metod określania sprawności przesyłu ciepłej wody

Rodzaj systemu ogrzewania	Jednorodzinny		Wielorodzinny	
	przewody izolowane	przewody nieizolowane	przewody izolowane	przewody nieizolowane
metoda PN-EN 15316-3	0,63	0,25	0,83	0,50
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376)– metoda wskaźnikowa	0,74	0,18	0,90	0,40
Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) – metoda tabelaryczna	0,60		0,60	0,50

Zgodnie z wynikami obliczeń występują znaczące różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi za pomocą metody PN-EN-15316-3, oraz obiema metodami przedstawionymi w metodyce z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). Wykazane różnice w obliczonej sprawności mogą skutkować nawet przeszło 3-krotnym zawyżeniem wartości strat ciepła na przesył ciepłej wody (w przypadku budynku jednorodzinnego).

W porównaniu do metod obliczeniowych opisanych w metodyce z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) metoda przedstawiona w normie PN-EN-15316-3 pozwala na uwzględnienie rzeczywistych parametrów takich jak stopień zaizolowania cieplnego przewodów, czy czas pracy pomp cyrkulacyjnych.

Z tego względu należałoby zmienić metodykę określania sprawności instalacji tak, aby uzyskiwane wyniki bardziej odpowiadały zapotrzebowaniu występującemu w rzeczywistości.

Do czasu przetłumaczenia normy PN-EN 15316 3 proponuje się wykorzystywanie sposobu określania sprawności regulacji i wykorzystania opisanego powyżej.

2.7.1.2.2. Średnia roczna sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu (CO i CWU)

W normie PN-EN 15316-5:2017 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 5: Ogrzewanie pomieszczeń i instalacje magazynowania c.w.u. (bez chłodzenia)⁴⁹ opisano

⁴⁹PN-EN 15316-5:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 5: Ogrzewanie pomieszczeń i instalacje magazynowania c.w.u. (bez chłodzenia), Moduł M3-7, M8-7, zwana dalej PN-EN 15316-5.

metodykę obliczania wydajności wodnych podsystemów magazynujących używanych do ogrzewania, ciepłej wody użytkowej lub kombinacji obu układów.

Obliczenia wykonywane są na podstawie wartości postojowych strat ciepła w warunkach testowych określanych przez producenta oraz, rzeczywistych warunków eksploatacyjnych. Dla w pełni naładowanego zasobnika można zapisać:

$$Q_{sto;vol;ls,i} = \frac{H_{sto;ls}}{1000} \cdot (\vartheta_{sto;vol,i} - \vartheta_{sto;amb}) \cdot t_s \quad (144)$$

gdzie:

$H_{sto;ls}$ współczynnik postojowych strat ciepła, W/K,

$\vartheta_{sto;vol,i}$ temperatura wody w zasobniku, °C,

$\vartheta_{sto;amb}$ temperatura otoczenia, °C.

t_s liczba godzin w analizowanym okresie.

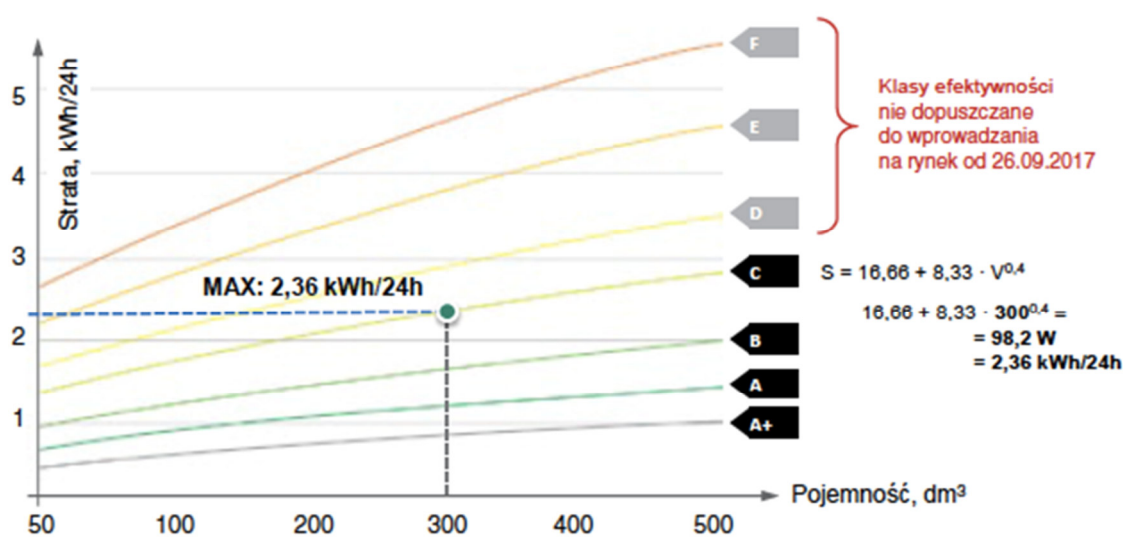
Od 26.09.2015 r. urządzenia grzewcze muszą odpowiadać minimalnym wymaganiom pod względem efektywności energetycznej zgodnie z dyrektywą UE nr 2009/125/WE (ekoprojekt, ecodesign)⁵⁰. Muszą być także znakowane etykietami energetycznymi zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 z dnia 4 lipca 2017 r. ustanawiające ramy etykietowania energetycznego i uchylające dyrektywę 2010/30/UE⁵¹. Zgodnie z Rozporządzeniem Delegowanym Komisji (UE) NR 812/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla podgrzewaczy wody, zasobników ciepłej wody użytkowej i zestawów zawierających podgrzewacz wody i urządzenie słoneczne⁵², dotyczy to również podgrzewaczy i zasobników ciepłej wody użytkowej czy wody grzewczej oraz zestawów (np. kocioł grzewczy z instalacją solarną).

Początkowo wprowadzono zakres klas efektywności dla podgrzewaczy od G do A i dopuszczono do sprzedaży podgrzewacze w szerokim zakresie klasy od F do A. Większość podgrzewaczy miało klasę efektywności C lub D. Od 26.09.2017 wymagania dla takich urządzeń uległy jednak zaostrzeniu, a zakres klas uległ przesunięciu „w górę” – od klasy F do nowej klasy A+.

⁵⁰Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (Tekst mający znaczenie dla EOG) (OJ L 285, 31.10.2009, p. 10–35), zwana dalej Dyrektywa 2009/125/WE.

⁵¹Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 z dnia 4 lipca 2017 r. ustanawiające ramy etykietowania energetycznego i uchylające dyrektywę 2010/30/UE (Tekst mający znaczenie dla EOG), zwane dalej Rozporządzenie 2017/1369/UE.

⁵²Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 812/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla podgrzewaczy wody, zasobników ciepłej wody użytkowej i zestawów zawierających podgrzewacz wody i urządzenie słoneczne (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz.U. L 239 z 6.9.2013, s.83) zwane dalej Rozporządzenie 812/2013/UE.



Rys. 5 Klasyfikacja efektywności zasobników wody w zależności od pojemności [Instal Reporter 10/2018⁵³]

Tab. 54 Przyjęte w obliczeniach podstawowe parametry budynków

Parametr	jednostka	Jednorodzinny	Wielorodzinny
powierzchnia mieszkalna	m ²	150	1634
temperatura w przestrzeni ogrzewanej	°C	20	
średnia temperatura zewnętrzna	°C	8,9	
temperatura cwu w instalacji	°C	55	
Zapotrzebowanie na cwu z uwzględnieniem sprawności przesyłu	kWh	6882	93711

Poniżej przedstawiono porównanie wartości sprawności określonych na podstawie tabeli oraz metodyki wskaźnikowej przedstawionej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 55 Porównanie sprawności określonych na podstawie tabeli oraz metodyki wskaźnikowej przedstawionej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Metoda	Jednorodzinny			Wielorodzinny		
	100mm	50mm	20mm	100mm	50mm	20mm
metoda wskaźnikowa	0,92	0,89	0,81	0,97	0,96	0,93
metoda tabelaryczna	0,85	0,85	0,60	0,85	0,85	0,60

⁵³Wymagania efektywności energetycznej dla pojemnościowych podgrzewaczy wody, Instal Reporter 10/2018.

Zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE z późniejszymi zmianami zasobniki ciepłej wody użytkowej są kwalifikowane do jednej z 8 klas energetycznych, zależnie od wartości deklarowanej przez producenta straty postojowej.

Tab. 56 Zakresy wartości straty postojowej dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE

Klasa energetyczna	200		2000	
	od	poniżej	od	poniżej
-	W	W	W	W
A+	0	32	0	72
A	32	43,9	72	97,4
B	43,9	61,4	97,4	136,0
C	61,4	86,0	136,0	190,9
D	86,0	107,0	190,9	237,0
E	107,0	139,7	237,0	311,7
F	139,7	169,7	311,7	379,4
G	169,7		379,4	

Poniżej przedstawiono obliczone wartości sprawności magazynowania dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE. Zgodnie z wynikami obliczeń osiągnięte sprawności magazynowania ciepłej wody, dla większości klas energetycznych zasobnika, są znacznie wyższe niż wartości podane w obecnie obowiązującej metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków, wg. której dla zasobników wyprodukowanych po roku 2005 należy przyjmować sprawność magazynowania 0,85, niezależnie od typu obiektu. Jak widać na podstawie przeprowadzonych obliczeń porównawczych, wprowadzenie metody obliczania sprawności magazynowania na podstawie rzeczywistych strat postojowych zasobników ciepła pozwoliłoby na zwiększenie dokładności obliczeń.

Tab. 57 Obliczone wartości sprawności magazynowania dla klas energetycznych zasobników zgodnie z Rozporządzeniem 812/2013/UE

Klasa energetyczna zasobnika	Sprawność magazynowania	
	Jednorodzinny	Wielorodzinny
A+	0,98	0,99
A	0,95	0,99
B	0,93	0,98
C	0,90	0,98

Klasa zasobnika	energetyczna	Sprawność magazynowania	
		Jednorodzinny	Wielorodzinny
D		0,88	0,97
E		0,85	0,96
F		0,82	0,96
G		0,70	0,92

Ze względu na większą dokładność obliczeń w przypadku strat ciepła związanych ze średnią roczną sprawnością akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu (c.o. i c.w.u.) proponuje się wykorzystanie w nowej metodyce obliczeń świadectw charakterystyki energetycznej budynków metody obliczeniowej opisanej w normie PN-EN 15316-5.

Do czasu przetłumaczenia normy PN-EN 15316-5 proponuje się wykorzystywanie sposobu określania sprawności regulacji i wykorzystania opisanego powyżej.

2.7.1.3 System chłodzenia

2.7.1.3.1. Średni sezonowy współczynnik efektywności energetycznej wytwarzania chłodu

W obowiązującej metodologii średni sezonowy współczynnik efektywności energetycznej wytwarzania chłodu z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła chłodu (SEER) określa się na podstawie referencyjnego średniego współczynnika efektywności energetycznej (SEER_{ref}).

W przypadku agregatów do schładzania cieczy wartość SEER_{ref} przyjmuje się na podstawie wartości średniego europejskiego współczynnika efektywności chłodzenia (ESEER), na podstawie specyfikacji technicznej wyrobu, a w przypadku braku takich danych – na podstawie danych tabelarycznych lub wytycznych Eurovent.

W przypadku systemów chłodzenia z bezpośrednim schładzaniem powietrza SEER_{ref} wyznacza się na podstawie wartości EER w warunkach referencyjnych lub zgodnie z wytycznymi Eurovent.

Obowiązująca metodyka oraz podane wartości referencyjne pozwalają na uzyskanie dobrej dokładności obliczeń w standardowych warunkach eksploatacji. W przypadku budynków, w których parametry eksploatacyjne w znacznym stopniu odbiegają od założeń przyjmowanych do określenia efektywności urządzeń przez producentów, wskazane jest dopuszczenie obliczenia SEER na podstawie normy PN-EN 14825:2019-03, Klimatyzatory, agregaty do chłodzenia cieczy oraz pompy ciepła ze sprężarkami napędzanymi elektrycznie, do

ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń – Badanie i ocena w warunkach częściowego obciążenia oraz obliczanie wydajności sezonowej⁵⁴ (po uprzednim jej przetłumaczeniu).

2.7.1.3.2. Średnia sezonowa sprawność przesyłu chłodu ze źródła chłodu do przestrzeni chłodzonej

Według obowiązującej metodologii wartość średniej sezonowej sprawności przesyłu chłodu powinna być określana na podstawie wartości zysków ciepła w instalacji przesyłania chłodu określonej taki sam sposób jak straty ciepła w systemie ogrzewania i w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Przy braku wymaganych danych zezwala się na wykorzystanie danych dla różnych systemów chłodzenia, podanych w tabeli wg Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Wykorzystanie wartości sprawności podanych w tabeli, pozwala na osiągnięcie odpowiedniej dokładności obliczeń w przypadku typowych rozwiązań systemów chłodzenia (zdecentralizowane chłodzenie bezpośrednie w oparciu o urządzenia monoblokowe, oraz split lub duo-split). W przypadku większych systemów (chłodzenie scentralizowane) w których przyjęte rozwiązania znacznie odbiegają od standardowych założeń może to jednak prowadzić do znacznych niedokładności, dlatego, też dla instalacji scentralizowanych, zaleca się wprowadzenie obligatoryjnego określania sprawności przesyłu w oparciu o wartość zysków ciepła określonych metodą opisaną dla zysków ciepła zgodnie z metodą przedstawioną w normie PN-EN 15316-3.

Do czasu przetłumaczenia normy PN-EN 15316 3 proponuje się wykorzystywanie sposobu określania sprawności regulacji na podstawie metody opisanej w punkcie dotyczącym strat ciepła w instalacji grzewczej.

2.7.1.3.3. Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej

W obowiązującej metodologii średnią sezonową sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej $\eta_{c,e}$ przyjmuje się na podstawie danych określonych w tabeli z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), w zależności od rodzaju instalacji i sposobu regulacji (skokowa lub ciągła). Podane w tabeli wartości dość dobrze odpowiadają rzeczywistości, dlatego też zaleca się pozostawienie metody określania średniej sezonowej sprawności regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej bez zmian.

2.7.1.3.4. Średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia

W obowiązującej metodologii średnią sezonową sprawność akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia, zaleca się obliczać w taki sam sposób jak straty ciepła

⁵⁴PN-EN 14825:2019-03 – wersja angielska Klimatyzatory, agregaty do chłodzenia cieczy oraz pompy ciepła ze sprężarkami napędzanymi elektrycznie, do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń -- Badanie i ocena w warunkach częściowego obciążenia oraz obliczanie wydajności sezonowej, zwana dalej PN-EN 14825.

elementów pojemnościowych w systemie ogrzewania i w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej.

W systemach magazynowania chłodu wartość różnicy temperatury pomiędzy czynnikiem w zasobniku a otoczeniem jest znacznie mniejsza niż w przypadku instalacji c.w.u. czy c.o., a zatem różnice w sprawności magazynowania również powinny być mniejsze. Z tego względu, w przypadku braku danych do obliczeń, zaleca się wykorzystanie wartości średniej sezonowej sprawności akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia odczytanej z tabeli, pozostawionej bez zmian.

2.7.2 Ocena i propozycje zmian w zakresie mocy elektrycznej i czasu działania urządzeń pomocniczych

W rozporządzeniu w sprawie metodologii sporządzania charakterystyki energetycznej należy przede wszystkim zalecać obliczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą na podstawie danych projektowych. Następnie w przypadku braku danych technicznych posługiwania się wartościami wskaźnikowymi.

W rozdziale 2.6.2 przedstawiono zmianę sposobu wyznaczenia zapotrzebowania na energię pomocniczą dla pomp zgodnie z metodą ujętą w normie PN-EN 15316-3, oraz dla wentylatorów, posługując się wskaźnikiem maksymalnej mocy właściwej wentylatorów (wskaźnik SFP), który przywołuje zarówno norma PN-EN 16798-3 jak i Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065). Proponowane zmiany uwzględniają energooszczędne rozwiązania techniczne. Umożliwiają obliczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą zarówno na podstawie dokumentacji technicznej, jak również pozwalają oszacować niektóre parametry urządzenia i wskaźniki w przypadku braku danych projektowych.

W całkowitym bilansie energetycznym budynku, zapotrzebowanie na energię elektryczną do napędu pompy cyrkulacyjnej jest niewielkie. Dopuszcza się zatem pozostawienie wartości wskaźnikowych. Zaleca się jednak, zmianę metodyki na metodę ujętą w normie PN-EN 15316-3, która będzie spójna z pozostałymi częściami dotyczącymi wyznaczenia energii pomocniczej do napędu pomp obiegowych w instalacjach wodnych.

Pozostałe wartości jednostkowej mocy urządzenia ($q_{el,pom}$, [W/m²]) zawarte w tabeli 20 w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) mogą zostać zachowane i wykorzystane w obliczeniach, jeżeli nie są dostępne dane projektowe lub nie jest dostępna dokumentacja techniczna. Wartości domyślne charakteryzują się zawyżonymi wartościami w stosunku do wartości typowych dla obecnych rozwiązań technicznych, co powinno w większym stopniu wymusić korzystanie z rzeczywistych danych projektowych.

W tabeli 58 pokazano analizę jednostkowej mocy do napędu pomocniczego i regulacji kotła dla kotłów kondensacyjnych o różnej nominalnej mocy grzewczej Q_N i różnych producentów. Dla budynku jednorodzinnego moc odniesiona do powierzchni ogrzewanej wynosi od 0,24 W/m² do 0,89 W/m². Dla pozostałych budynków o wysokim obciążeniu cieplnym (budynki o powierzchni większej od 250 m²) $q_{el,pom,HW}$ wynosi 0,12-0,13 W/m². Wartości podane w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20 są zatem prawidłowe i nie wymagają zmiany. Należy jednak podkreślić, że obliczone wartości wskaźnikowe występują dla kotła pracującego przy pełnym obciążeniu. Przy uwzględnieniu przerw w ogrzewaniu (praca kotła w trybie stand-by) oraz pracy przy częściowym obciążeniu, rzeczywista jednostkowa moc kotła będzie niższa.

Tab. 58. Wyniki analizy jednostkowej mocy do napędu pomocniczego i regulacji kotła (na podstawie danych technicznych urządzeń)

Typ kotła	Q _N		P _N		t _{el,pom,H}	t _{el,pom,W}	q _{el,pom,HW}	E _{el,pom,HW}
	kW	W	W	W	h/rok	h/rok	$\frac{W}{m^2}$	$\frac{kWh}{m^2rok}$
		pełne obciążenie	częściowe obciążenie	tryb stand-by				
Vaillant ecoTEC	35	115	50	5	2520	310	0,33	1,01
Vaillant ecoTEC plus VCW	35	95	45	5	2520	310	0,27	0,85
Buderus Logano plus GB125-30	29	259	83	7	2520	310	0,89	2,67
Bosch Condens GC7000iW	20	47	14	2	2520	310	0,24	0,72
Condens 7000 F	233	298	49	9	3900	410	0,13	0,57
Buderus Logano plus GB402	620	734	49	10	3900	410	0,12	0,52
Buderus Logano plus GB402	350	449	45	5	3900	410	0,13	0,56

W tabeli 59 pokazano podsumowanie zmian w odniesieniu do aktualnej metodyki ujętej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Czas działania urządzeń pomocniczych

Zweryfikowano czas urządzeń pomocniczych zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20.

a) pompa obiegowa c.o., c.t. i w.l.

W ogólnym zaleceniu, należy zawsze przyjmować czas działania urządzeń na podstawie danych projektowych i na podstawie przyjętego sposobu działania systemów instalacyjnych. W przypadku pomp obiegowych w instalacji centralnego ogrzewania, czas pracy zależy od długości sezonu grzewczego wyznaczanego, określanego zgodnie z normą PN-EN 52016-1 (punkt 6.6.13. Długość sezonu ogrzewania i chłodzenia dla eksploatacji urządzeń pomocniczych):

„(...) przy braku szczegółowych danych, długość sezonu ogrzewania można oszacować sumą miesięcy, dla których zapotrzebowanie na energię ogrzewania jest większe od zera. W przypadku gdy należy ocenić czas pracy urządzeń pomocniczych zależnych od sezonu, takich jak wentylatory w systemie chłodzenia, przy braku szczegółowych danych, długość sezonu chłodzenia można oszacować sumą miesięcy, dla których zapotrzebowanie na energię chłodzenia jest większe od zera”.

b) pompa cyrkulacyjna c.w.u.

Czas pracy urządzenia należy wyznaczyć na podstawie założeń projektowych. Standardowe czasy pracy w ciągu roku pompy cyrkulacyjnej na potrzeby c.w.u. zależne są od przyjętych długości przerw w działaniu. Dla budynków mieszkalnych wielorodzinnych należy przyjąć

ciągły czas pracy. W stosunku do aktualnego Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), utrzymano te same wartości czasu działania pompy. Zaleca się natomiast opracowanie krajowych harmonogramów użytkowania w zależności od typu budynku i jego przeznaczenia.

c) pompa ładująca zasobnik c.w.u.

Przeciętnie w domu jednorodzinnym pompa ładująca zasobnik działa przez 30-60 min w ciągu dnia. Średni roczny czas działania urządzenia wynosi zatem od 180 do 360 h/rok. W budynkach charakteryzujących się większym zapotrzebowaniem na c.w.u. występuje dłuższy czas ładowania zasobnika wynoszący średnio 60-90 min. Wartości czasu działania pompy ładującej zasobnik c.w.u. podane w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20 są poprawne i nie wymagają zmiany.

d) pompa w instalacji solarnej

Czas pracy pompy w instalacji solarnej w ciągu roku związany jest z średnią liczbą długością trwania dnia w okresie maj – wrzesień (10 godzin), wynoszącą 1520 godzin/rok. Wartości czasu działania pompy podane w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20 są poprawne i nie wymagają zmiany.

e) Wentylatory w instalacji wentylacyjnej

Czas działania wentylatorów należy określić na podstawie sposobu użytkowania budynku. Jeśli w dokumentacji projektowej brak powyższej informacji, należy skorzystać z wartości podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20, uwzględniając współczynnik β , określający udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu równy wykorzystaniu budynku w miesiącu.

Posumowanie propozycji zmian wyznaczania rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą końcową dostarczaną do budynku zestawiono w tabeli 59.

Tab. 59. Podsumowanie propozycji zmian w zakresie mocy elektrycznej i czasu działania urządzeń

Rodzaj urządzenia pomocniczego	Nowa metodyka	Metoda wskaźnikowa	$\frac{q_{el}}{W}$ $\frac{m^2}{m^2}$	$\frac{t_{el}}{h}$ $\frac{rok}{rok}$	Uwagi
Pompy obiegowe w systemie ogrzewania z grzejnikami członowymi lub płytowymi przy granicznej temperaturze ogrzewania:	wg PN-EN 15316-3			5700 4700	W przypadku braku harmonogramu użytkowania, zaleca się, aby czas działania pomp obiegowych przyjąć zgodnie z długością sezonu grzewczego/chłodniczego
Pompy obiegowe w systemie ogrzewania z grzejnikami podłogowymi	wg PN-EN 15316-3			6700	
Pompy obiegowe w systemie ciepła technologicznego	wg PN-EN 15316-3			4700	
Pompy cyrkulacyjne w systemie przygotowania ciepłej wody użytkowej:					
a) o działaniu ciągłym w budynku	wg PN-EN 15316-3	Dopuszczona w przypadku braku danych projektowych			
b) o pracy przerywanej do 4 godzin na dobę w budynku			0,15	8760	
c) o pracy przerywanej do 8 godzin na dobę w budynku			0,04	7300	
			0,04	5840	

Rodzaj urządzenia pomocniczego	Nowa metodyka	Metoda wskaźnikowa	qel W m ²	tel h rok	Uwagi
Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody użytkowej w budynku o powierzchni Af: a) do 250 m ² , b) powyżej 250 m ² ,	Zalecana nowa metodyka wg PN-EN 15316-3	Dopuszczona w przypadku braku danych projektowych	0,25 0,20	270 580	
Pompa ładująca zasobnik ciepła w systemie ogrzewania w budynku o powierzchni Af: a) do 250 m ² , b) powyżej 250 m ² ,	Zalecana nowa metodyka wg PN-EN 15316-3	Dopuszczona w przypadku braku danych projektowych	0,20 0,04	1500 1500	
Napęd pomocniczy i regulacja kotła do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku o powierzchni Af: a) do 250 m ² , b) powyżej 250 m ² ,		Bez zmian	1,40 0,50	310 410	
Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania w budynku o powierzchni Af: a) do 250 m ² , b) powyżej 250 m ² ,		Bez zmian	0,50 0,15	2520 3900	
Napęd pomocniczy pompy ciepła woda/woda w systemie: a) ogrzewania, b) przygotowania ciepłej wody użytkowej		Bez zmian	0,70 0,70	1600 400	
Napęd pomocniczy pompy ciepła glikol/woda w systemie: a) ogrzewania, b) przygotowania ciepłej wody użytkowej		Bez zmian	0,45 0,45	1600 400	
Regulacja węzła cieplnego obsługującego system ogrzewania i system przygotowania ciepłej wody użytkowej		Bez zmian	0,09	8760	
Pompy i regulacja instalacji solarnej w budynku o powierzchni Af: a) do 500 m ² , b) powyżej 500 m ²	Na podstawie P _{SFP}	Bez zmian	0,40 0,30	1530 1530	
Wentylator w centrali nawiewno-wywiewnej, krotność wymiany powietrza:	Na podstawie P _{SFP}			8760 · β*)	Czas pracy wentylatorów na podstawie harmonogramu użytkowania budynku
Wentylator w centrali wywiewnej, krotność wymiany powietrza:	Na podstawie P _{SFP}			8760 · β*)	
Wentylator miejscowy systemu wentylacyjnego	Na podstawie P _{SFP}			8760 · β*)	

*) β – udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu równy wykorzystaniu budynku w miesiącu, wyznaczony, zgodnie z pkt 5.5.2wg aktualnego Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

W celu poprawnego obliczenia zapotrzebowania na energię pomocniczą końcową dostarczaną dla poszczególnych systemów technicznych, zaleca się opracowanie krajowych harmonogramów użytkowania, które można przyjąć w przypadku braku informacji na temat sposobu użytkowania budynku.

2.7.3 Ocena i propozycje zmian w zakresie określania strumienia powietrza wentylacyjnego i wentylacji hybrydowej

2.7.3.1 Ocena obecnego sposobu wyznaczania strumienia powietrza

Mając na uwadze aktualną procedurę obliczeń, przedstawioną w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), można zauważyć, że na etapie określania energii użytkowej w zakresie przenoszenia ciepła przez wentylację, jedyne możliwości wpływu na charakterystykę energetyczną budynku są poprzez modyfikację współczynnika korekty temperatury (b_{ve}) lub strumienia powietrza (V_{ve}) występujących w równaniu 57 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). Równanie to, definiujące współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację, ma postać:

$$H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \sum_k (b_{ve,k} \cdot V_{ve,k}) \quad (144)$$

Analizując możliwości dopasowania współczynnika b_{ve} można zauważyć szereg ograniczeń. Np. tabela 21 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) podaje wprost wartości b_{ve} dla budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz użytkowanych całodobowo budynków użyteczności publicznej, pozwalając uwzględnić odzysk ciepła z powietrza usuwanego lub wstępne podgrzanie w wymienniku gruntowym jedynie dla wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej. Pozostałe przypadki, w tym bardzo popularne, np. najpopularniejsze w budynkach mieszkalnych systemy wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej wywiewnej, pozostawione są bez możliwości zmiany współczynnika b_{ve} , który jest dla nich z definicji równy 1. Prowadzi to do braku możliwości prawidłowego opisu, np. systemów wentylacji sterowanych wg zapotrzebowania. Kolejna tabela (Tab. 22) Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) pozwala z kolei uwzględnić jedynie czasową pracę instalacji w budynkach użyteczności publicznej użytkowanych z przerwami. Czas pracy instalacji wentylacyjnej wyznacza się jako czas użytkowania budynku lub, jeśli brak takich danych, to Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) odsyła do normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia. Ponieważ nie jest przywołany konkretny nr normy w rozporządzeniu to należy rozumieć, że odwołanie kieruje do aktualnej normy. Obecnie jest to: PN-EN ISO 52016-1. Niestety obecna norma nie jest przetłumaczona na język polski, ale nawet w przypadku przetłumaczenia pojawi się problem związany ze zmianą jakościową aktualnej normy z poprzednią (PN-EN ISO 13790). Zmianie uległa nie tylko struktura, zakres, lecz także wprowadzone zostały procedury i algorytmy obliczeniowe nieadekwatne w stosunku do obowiązującej obecnie metody miesięcznej znajdującej się w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376.).

Z kolei strumień powietrza wentylacyjnego został w obecnie obowiązującej metodzie zdefiniowany dla czterech przypadków:

- podstawowy strumień w okresie użytkowania budynku,

- dodatkowy strumień w okresie użytkowania budynku,
- podstawowy strumień w okresie nieużytkowania budynku,
- dodatkowy strumień w okresie nieużytkowania budynku.

Strumień powietrza podstawowy należy rozumieć jako intencjonalną wymianę powietrza w budynku, podczas gdy strumień dodatkowy jako niepożądaną i niekontrolowaną infiltrację. W ogólnym przypadku wyznaczanie uśrednionego w czasie strumienia powietrza zewnętrznego odbywa się na podstawie Tab. 21 i Tab. 22 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Kluczowy, w obliczaniu wentylacji, średni podstawowy strumień powietrza (V_0 , V_{ex} , V_{su}) w okresie użytkowania budynku wyznacza się w zależności od rodzaju budynku i rodzaju wentylacji jako wskaźnik odniesiony do 1 m² powierzchni strefy ogrzewanej. I tak według Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) wskaźnik ten dla wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej wywiewnej jest wyznaczany zgodnie z danymi w Tab. 23, Tab. 24 i Tab. 25. Warto w tym miejscu zauważyć, że obecna metodologia pominęła system wentylacji hybrydowej wprowadzony w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065) przed ostatnią nowelizacją metodologii obliczeń. Dla tego systemu wentylacji nie podano sposobu przyjęcia podstawowego strumienia powietrza.

Uzależnienie wielkości strumienia powietrza od powierzchni powoduje niedokładności i nie jest dobrze skorelowane z wartościami wymaganymi przez jakość środowiska wewnętrznego i prawidłową eksploatację pomieszczeń. W większości przypadków strumień powietrza wynika z liczby osób i/lub z konieczności usuwania zanieczyszczeń powstałych w wyniku użytkowania kuchni, łazienki, toalety itp. Porównanie strumienia powietrza określonego dla różnej wielkości mieszkań lub domów, zgodnie z obowiązującą Metodologią (suma strumienia podstawowego i dodatkowego) oraz zgodnie z normą PN-B-03430:1983/Az3:2000⁵⁵, przedstawiono w Tab. 60.

Tab. 60 Porównanie strumieni powietrza wyznaczonych wg Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) i według PN-B-03430

Opis przypadku	Stosunek strumienia wyznaczonego wg Rozporządzenia do strumienia wg normy	
	wentylacja grawitacyjna	wentylacja mechaniczna wywiewna z obniżeniem nocnym
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 30 m ² dla wyposażenia kuchni:		
kuchenka gazowa:	38,9%	29,6%
kuchenka elektryczna:	58,4%	44,5%
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 60 m ² dla wyposażenia kuchni:		

⁵⁵PN-B-03430:1983/Az3:2000, Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania, Zwana dalej normą PN-B-03430.

Opis przypadku	Stosunek strumienia wyznaczonego wg Rozporządzenia do strumienia wg normy	
	wentylacja grawitacyjna	wentylacja mechaniczna wywiewna obniżeniem nocnym z
kuchenka gazowe:	62,3%	47,4%
kuchenka elektryczna:	71,9%	54,7%
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 90 m ² dla wyposażenia kuchni:		
kuchenka gazowe:	84,9%	64,7%
kuchenka elektryczna:	96,6%	73,6%
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 150 m ² (wszystkie pomieszczenia na jednym poziomie) dla wyposażenia kuchni:		
kuchenka gazowe:	123,3%	92,9%
kuchenka elektryczna:	138,3%	104,1%
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 150 m ² (część pomieszczeń na innym poziomie) dla wyposażenia kuchni:		
kuchenka gazowe:	93,1%	70,1%
kuchenka elektryczna:	101,4%	76,4%
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 210 m ² (wszystkie pomieszczenia na jednym poziomie) dla wyposażenia kuchni:		
kuchenka gazowe:	148,6%	111,9%
kuchenka elektryczna:	163,8%	123,4%
Powierzchnia mieszkania/domu wynosząca 210 m ² (część pomieszczeń na innym poziomie) dla wyposażenia kuchni:		
kuchenka gazowe:	104,7%	78,9%
kuchenka elektryczna:	112,1%	84,4%

*Kolorem czerwonym zaznaczono odstępstwa od wartości wymaganej normą PN-B-03430 o więcej niż ±10%.

Z przedstawionego zestawienia wynika, że szczególnie w przypadku niewielkich mieszkań lub domów (do powierzchni ok. 60 m² włącznie), których udział na rynku jest największy – następuje szczególnie duże niedoszacowania strumienia powietrza wentylacyjnego podczas wyznaczania ich charakterystyki energetycznej. W dalszej części opracowania (rys. 6) przedstawiono szersze porównanie średniego strumienia powietrza dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego (opis w rozdziale 6.1. opracowania) uzyskanego przy pomocy różnych metod, w tym metody symulacyjnej wykorzystanej do oceny możliwości dopasowania strumienia do aktualnego zapotrzebowania.

W przypadku wentylacji nawiewno-wywiewnej podstawowy strumień powietrza zewnętrzny oblicza się zgodnie z równaniem:

$$V_{ve} = r_n \cdot V_{ve,n} \quad (146)$$

W tym przypadku za niewystarczające należy uznać tylko jedną wartość predefiniowaną (przy braku zdefiniowania podstawy przyjęcia innej wartości) współczynnika stopnia zmniejszenia strumienia (r_n).

Warto zaznaczyć, że podstawowy strumień powietrza, według opisu równania (146), można również wyznaczyć na podstawie Polskiej Normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia. Ponieważ nie jest przywołany konkretny nr normy w rozporządzeniu to należy rozumieć, że odwołanie kieruje do aktualnej normy. Obecnie jest to: PN-EN ISO 52016-1. Niestety norma ta nie jest przetłumaczona na język polski, ale nawet w przypadku przetłumaczenia pojawi się problem związany ze zmianą jakościową aktualnej normy z poprzednią - PN-EN ISO 13790. Zmianie uległa nie tylko struktura, zakres, ale także wprowadzone zostały procedury i algorytmy obliczeniowe nieadekwatne w stosunku do metody miesięcznej znajdującej się w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). Odwołania do nowej normy PN-EN ISO 52016-1 pojawiają się w obecnej metodologii jeszcze kilkakrotnie np. w przypadku wyznaczenia średniej temperatury wewnętrznej w strefie ogrzewanej, lub skuteczności odzysku ciepła z powietrza wywiewanego. W każdym z przypadków powoduje to problemy lub wręcz uniemożliwia przeprowadzenie obliczeń.

Obok strumienia podstawowego, całkowity strumień powietrza składa się jeszcze ze strumienia dodatkowego – oznaczonego jako V_{inf} , $V_{x,ex}$, $V_{x,su}$. Średni dodatkowy strumień powietrza V_{inf} (przypadek wentylacji grawitacyjnej) wyznacza się w zależności od kubatury (V) i wyniku próby szczelności (n_{50}):

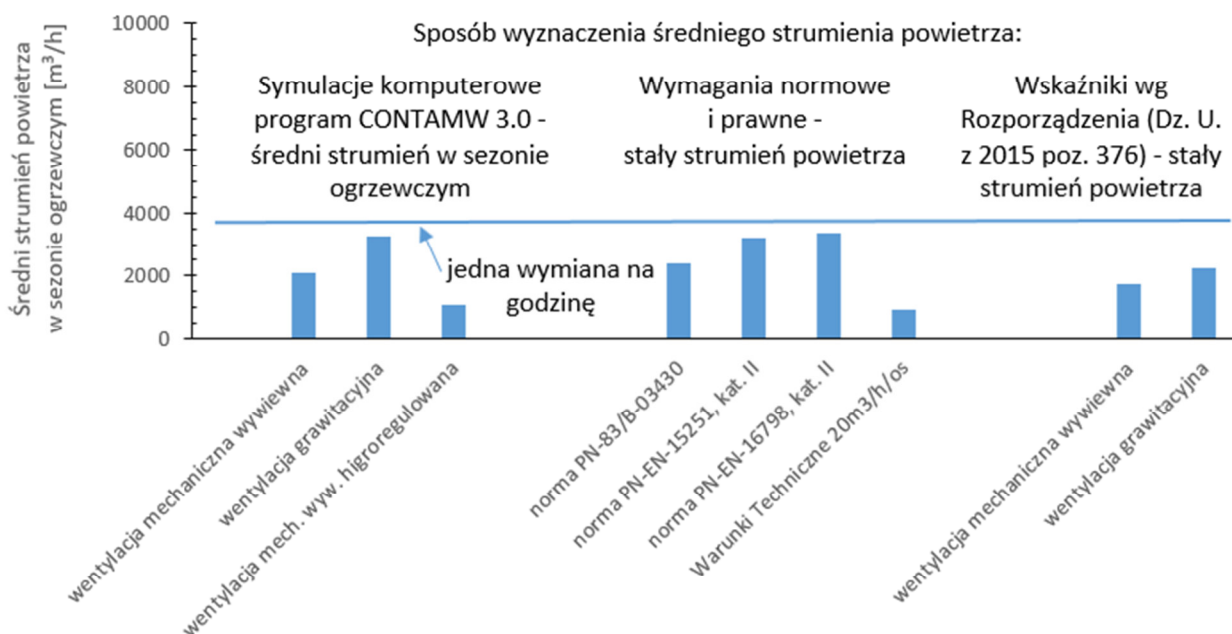
$$V_{inf} = 0,05 \cdot n_{50} \cdot V \quad (147)$$

Jeśli brak takiej próby to należy przyjmować wartości domyślne odpowiadające $n_{50} = 4$ dla budynków wzniesionych po 1995r. lub z wymienioną po tym roku stolarką okienną lub $n_{50} = 6$ w pozostałych przypadkach. Warto w tym miejscu zauważyć, że nie zostało doprecyzowane o jakiej próbie szczelności jest mowa (szczelność obudowy budynku lub szczelność użytkowanego budynku), nie zdefiniowano również procedury wykonania próby lub normy wg, której powinna być wykonana.

W przypadku wentylacji mechanicznej wywiewnej lub nawiewno-wywiewnej średni dodatkowy strumień powietrza wyznacza się na podstawie Polskiej Normy dotyczącej cieplnych właściwości użytkowych budynków – współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację – metoda obliczania. Obecnie jest to norma PN-EN ISO 13789. Norma nie podaje wprost zależności na strumień dodatkowy, a jedynie odsyła do „normy lub innych dokumentów” i jako wybór domyślny podaje normę PN-EN 16798-7. W poprzedniej wersji tej normy znajdowało się równanie, które umożliwiało obliczenia strumienia powietrza dodatkowego w zależności od szczelności powietrznej obudowy budynku, osłonięcia budynku oraz liczby fasad eksponowanych na działanie wiatru. W obecnej wersji normy, zharmonizowanej z metodą zawartą w PN-EN ISO 52016-1, znajduje się algorytm wyznaczania strumienia powietrza infiltrującego, który wymaga zastosowania metody symulacyjnej nieadekwatnej do miesięcznej metody obliczeń.

Wartości strumienia powietrza podstawowego podanego w tabelach 23, 24 i 25 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) określają strumień V_{ve} na poziomie minimalnym wymaganym, a często poniżej wymaganego (patrz tabela 56). Nie ulega wątpliwości, że mogą one powodować dyskomfort użytkowników, a jednocześnie przyjęcie wyższych wartości niż domyślne powoduje „popsucie” charakterystyki energetycznej.

Przykładowo dla referencyjnego budynku wielorodzinnego stosując wskaźnik z tabeli 23 uzyskano strumień powietrza stanowiący ok. 75% wartości wymaganej przez Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065) – odwołujące się do normy PN-B-03430. Jeszcze mniejszy procent stanowi odniesienie do kategorii II wg normy PN-EN-16798-7 lub PN-EN-15251:2012⁵⁶. Warto zauważyć, że jest to wartość bardzo zbliżona do uzyskanej na drodze dynamicznych symulacji komputerowych, ale dla wentylacji higrosterowanej – wartość uzyskana w wyniku założonego profilu użytkowania mieszkań i ograniczająca strumień powietrza w okresie nieużytkowania mieszkań. Porównanie wartości strumienia powietrza dla różnych systemów i wyznaczonych różnymi metodami przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6 Ilustracja wielkości średniego strumienia powietrza w sezonie ogrzewczym dla przykładowego budynku mieszkalnego wielorodzinnego wyznaczonego różnymi metodami

⁵⁶PN-EN-15251:2012 – wersja polska, Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko cieplne, oświetlenie i akustykę, zastąpiona przez angielską wersję normy PN-EN 16798-1:2019-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 1: Parametry wejściowe. środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do jakości powietrza wewnętrznego, środowiska cieplnego, oświetlenia i akustyki -- Moduł M1-6, zwana dalej PN-EN-15251.

Z kolei dla przykładowego budynku biurowego (opis w rozdziale 6.2. opracowania), określony podobnie strumień powietrza wynosi ok. 20 m³/h/os, co jest wartością minimalną dopuszczoną przez Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065), podczas gdy przyjęte dla tego budynku założenia projektowe definiują strumień na ok. dwukrotnie większy. Warto zauważyć, że strumienie te dotyczą oczywiście przypadku $k = 1$, czyli czasu, w którym budynek jest użytkowany.

Może się więc zdarzyć, że nowoczesne i zaawansowane rozwiązania techniczne w aktualnie obowiązującej metodzie wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku dadzą wynik, gorszy niż dla przyjętych domyślnie prostych i niezaawansowanych systemów. Brak możliwości dopasowania współczynnika b_{ve} lub strumienia powietrza do występującego w budynku systemu wentylacji (w szczególności dla budynków mieszkalnych) należy uznać za istotne ograniczenie obecnej metodologii i wymaga zmian.

Podsumowując ocenę obecnej metodologii w zakresie wyznaczania strumienia energii przenoszonego na drodze wentylacji można wymienić szereg ograniczeń, dla których należy zaproponować zmiany. Wśród nich znajdują się:

1. Brak wyraźnego odwołania do dokumentacji projektowej w przypadku wyznaczania strumienia powietrza dla wentylacji grawitacyjnej lub mechanicznej wywiewnej. W sposób pośredni można założyć, że umożliwi to opis oznaczeń w równaniu 2 – jednak taka konstrukcja zapisu sugeruje, że należy w pierwszej kolejności korzystać z punktu 5.5.1 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) – czyli strumieni odniesionych do 1 m² powierzchni, następnie z Polskiej Normy i dopiero norma pozwala na wykorzystanie danych projektowych.
2. Ograniczenie korekty strumienia powietrza zewnętrznego dla wentylacji nawiewno-wywiewnej jedynie do jednej wartości (współczynnik r_n w równaniu 122 – podczas gdy np. wymagania ekoprojektu podane w Rozporządzeniu 1253/2014/UE rozróżnia przy obliczeniach jednostkowego zapotrzebowania na energię, cztery rodzaje sterowania systemem wentylacji. Jeszcze inne, bardziej ogólne rozwiązanie, można znaleźć w normie PN-EN 16798-7. Wymagany strumień powietrza zewnętrznego do obliczeń energetycznych podany w punkcie 6.4.3.2.1 normy uwzględnia: redukcję strumienia ze względu na sterowanie, korektę związaną z dystrybucją powietrza, oraz efektywność wentylacji (efektywność rozdziału powietrza).
3. Brak uwzględnienia przypadku wentylacji hybrydowej, która została wprowadzona w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065). Obecnie, jeśli w budynku zastosowano wentylację hybrydową, to Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie daje podstaw do wykonania obliczeń.
4. Brak uwzględnienia strumienia energii wynikającego z nawilżania powietrza oraz strumienia ciepła utajonego.
5. Brak wyraźnego dopuszczenia zróżnicowania strumienia powietrza wentylacyjnego w okresie zimowym, przejściowym i letnim.
6. Brak poprawnego zdefiniowania szeregu wartości, których definicja lub sposób wyznaczania został odniesiony do „według Polskiej Normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia” – która, nie jest przetłumaczona, zmieniła charakter i stała się nieadekwatna do wykorzystania w metodzie miesięcnej

2.7.3.2 Propozycje zmian sposobu wyznaczania strumienia powietrza

2.7.3.2.1. Wyznaczanie średniego strumienia powietrza zewnętrznego

Propozycje zmian w zakresie wyznaczania strumienia powietrza wentylacyjnego opisane w rozdziale 2.7.3.2 dotyczą metody miesięcznej obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową opisaną w rozdziale 2.3.4. Opisaną poniżej metodę dopuszcza się również do wyznaczania średniego miesięcznego strumienia powietrza wentylacyjnego w metodzie miesięcznej opisanej normą PN-EN ISO 52016-1 (zgodnie z klasyfikacją metody obliczania w zależności od typu obiektu przedstawioną w tabeli 2). W metodzie godzinowej wg PN-EN ISO 52016-1, strumień powietrza zewnętrznego powinno się wyznaczać zgodnie z procedurą, do której odsyła norma PN-EN ISO 52016-1.

Metoda klasyfikowana jako metoda miesięczna wg Rozporządzenia i miesięczna wg PN-EN ISO 52016-1 (klasyfikacja zgodna z tabelą 2), ma zastosowanie do następujących budynków:

- ▶ domy jednorodzinne,
- ▶ bloki mieszkalne,
- ▶ budynki zamieszkania zbiorowego niskie o powierzchni użytkowej do 2 000 m² włącznie,
- ▶ biura niskie i średniowysokie o powierzchni użytkowej do 9 000 m² włącznie,
- ▶ inne budynki zużywające energię niskie i średniowysokie o powierzchni użytkowej do 9 000 m² włącznie.

Propozycja wyznaczania średniego miesięcznego strumienia powietrza dla powyższych typów budynków dotyczy następujących systemów wentylacji:

- ▶ wentylacji grawitacyjnej,
- ▶ wentylacji hybrydowej⁵⁷,
- ▶ wentylacji mechanicznej wywiewnej,
- ▶ wentylacji mechanicznej nawiewnej,
- ▶ wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej.

Wartość średniego miesięcznego strumienia powietrza $q_{ve,H/C,z,m}$, w m³/s, dla kondycjonowanej cieplnie strefy z w miesiącu m , na potrzeby metody miesięcznej obliczenia zapotrzebowania podstawowego opisanego powyżej i wg normy PN-EN ISO 52016-1 dla ograniczonych powyżej kategorii budynków i wymienionych systemów wentylacji (w tym wentylacji hybrydowej), określa się z uwzględnieniem podstawowych i dodatkowych

⁵⁷Wentylacja hybrydowa została przywołana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 poz. 1065), ale bez zdefiniowania tego rodzaju wentylacji; proponuje się umieścić definicję wentylacji hybrydowej w aktualizacji Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, lub tymczasowo przynajmniej w aktualizacji Rozporządzenia w sprawie wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku; definicję wentylacji hybrydowej można przytoczyć np. za normą PN-EN 12792:2006 Wentylacja budynków -- Symbole, terminologia i oznaczenia na rysunkach w myśl, której wentylacja hybrydowa to: „wentylacja działająca na zasadzie, w myśl której wentylacja naturalna może być co najmniej okresowo wspomagana lub zastępowana wentylacją mechaniczną”.

strumieni powietrza w czasie użytkowania budynku i w czasie przerw w jego użytkowaniu, zgodnie z równaniem:

$$q_{ve,H/C,z,m} = \frac{1}{3600} \sum_k (b_{ve,k,H/C,m} \cdot V_{ve,k,H/C,m}) \quad (148)$$

gdzie, dla każdej kondycjonowanej cieplnie strefy z i miesiąca m :

$V_{ve,k,H/C,m}$ średni miesięczny strumień objętości powietrza strumienia k wprowadzonego do strefy z , dla ogrzewania lub chłodzenia, zgodnie z opisem poniżej, w m^3/h ,

$b_{ve,k,H/C,m}$ bezwymiarowy współczynnik dostosowania temperatury strumienia powietrza k , dla ogrzewania lub chłodzenia, określony poniżej,

k reprezentuje każdy z istotnych strumieni powietrza, takich jak infiltracja powietrza, wentylacja naturalna, wentylacja mechaniczna i/lub dodatkowa wentylacja do chłodzenia w nocy.

Rodzaj strumienia powietrza wprowadzanego do kondycjonowanej cieplnie strefy z w miesiącu m jest identyfikowany indeksem k , który określa:

- ▶ **$k=1$** podstawowy strumień powietrza dla czasu użytkowania budynku lub części budynku (wyznaczony zgodnie z punktem 2.7.3.2.3),
- ▶ **$k=2$** dodatkowy strumień powietrza dla czasu użytkowania budynku lub części budynku (wyznaczony zgodnie z punktem 2.7.3.2.4),
- ▶ **$k=3$** podstawowy strumień powietrza, dla czasu nieużytkowania budynku lub części budynku (wyznaczony zgodnie z punktem 2.7.3.2.3),
- ▶ **$k=4$** dodatkowy strumień powietrza, dla czasu nieużytkowania budynku lub części budynku (wyznaczony zgodnie z punktem 2.7.3.2.4).

Dla każdego z powyższych przypadków strumień powietrza należy skorygować współczynnikami dostosowania temperatury $b_{ve,k,H/C,m}$, które powinny uwzględniać:

- ▶ czas działania wentylacji (użytkowania budynku),
- ▶ odzysk ciepła, w tym ogrzanie lub ochłodzenie powietrza w gruntowym wymienniku ciepła i/lub innych urządzeniach zmieniających temperaturę powietrza zewnętrznego, a nie uwzględnionych w procedurze wyznaczania zapotrzebowania na ciepło na cele ogrzewania i wentylacji,
- ▶ regulację strumienia powietrza, w tym czasowe obniżenie intensywności wentylacji oraz ręczne lub automatyczne dostosowanie strumienia powietrza do potrzeb.

2.7.3.2.2. Współczynnik dostosowania temperatury

Wartość współczynnika dostosowania temperatury $b_{ve,k,H/C,m}$ w pierwszej kolejności należy przyjmować zgodnie z informacjami znajdującymi się budowlanej dokumentacji technicznej. W przypadku braku takiej dokumentacji lub w istniejącej dokumentacji nie ma tego typu informacji wówczas wartość $b_{ve,k,H/C,m}$ dla każdego strumienia powietrza k w miesiącu m , należy określić zgodnie z poniższym wzorem:

- ▶ jeżeli **$k=1$** to:

$$b_{ve,k,H/C,m} = f_{ve,red,k,m} \cdot (1 - \eta_{ht,rec,k,m}) \cdot (1 - \eta_{gr,ex,k,m}) \cdot (1 - \eta_{add,k,m}) \cdot r_{ctrl,k,m} \quad (149)$$

gdzie, dla każdego podstawowego strumienia powietrza k dostarczanego do strefy kondycjonowanej cieplnie i miesiąca m :

$f_{ve,red,k,m}$ bezwymiarowy współczynnik redukcji czasu pracy wentylacji podstawowej dostarczającej strumień powietrza k w miesiącu m **dla czasu użytkowania obiektu**, należy obliczać według wzoru 150 na podstawie sposobu użytkowania budynku lub części budynku, z uwzględnieniem wymagań określonych w przepisach techniczno-budowlanych, dla budynków mieszkalnych należy przyjmować $f_{red,k,m} = 1$,

$\eta_{ht,rec,k,m}$ średnia miesięczna skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego wyznaczona **dla czasu użytkowania obiektu**, którą należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji to na podstawie informacji od producenta zgodnej z wymogami ekoprojektu dla systemów wentylacyjnych, jeśli brak takiej informacji to należy przyjąć $\eta_{ht,rec,k,m} = 0,5$,

$\eta_{gr,ex,k,m}$ bezwymiarowa średnia miesięczna skuteczność gruntowego wymiennika ciepła wyznaczona **dla czasu użytkowania obiektu**, którą należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji to na podstawie informacji udostępnionych przez producenta lub dostawcę, jeśli brak takiej informacji to należy przyjąć $\eta_{gr,ex,k,m} = 0$,

$\eta_{add,k,m}$ bezwymiarowa średnia miesięczna skuteczność dodatkowego podgrzania powietrza zewnętrznego przez systemy inne niż uwzględnione w obliczaniu zapotrzebowania na ciepło na potrzeby ogrzewania i wentylacji, np. słoneczne kolektory powietrzne, ściany słoneczne wyznaczona **dla czasu użytkowania obiektu**, które należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji to na podstawie informacji udostępnionych przez producenta lub dostawcę, jeśli brak takiej informacji to należy przyjąć $\eta_{add,k,m} = 0$,

$r_{ctrl,k,m}$ bezwymiarowy współczynnik uwzględniający rodzaj sterowania strumieniem powietrza wyznaczony **dla czasu użytkowania obiektu**, który należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji lub w dokumentacji brak informacji, wówczas $r_{ctrl,k,m}$ wyznacza się na podstawie tabeli 61.

Bezwymiarowy współczynnik redukcji czasu pracy wentylacji podstawowej lub dodatkowej dostarczającej strumień powietrza k w miesiącu m oblicza się na podstawie wzoru:

$$f_{ve,red,k,m} = \frac{\Delta t_{ve,red,k,m}}{\Delta t_m} \quad (150)$$

gdzie dla każdego strumienia powietrza k wentylacji podstawowej lub dodatkowej i miesiąca m :

$\Delta t_{ve,red,k,m}$ liczba godzin działania wentylacji podstawowej lub dodatkowej **w czasie użytkowania obiektu** dostarczającej strumień powietrza k do kondycjonowanej cieplnie strefy w miesiącu m , w h,

Δt_m liczba godzin miesiąca m , w h.

Tab. 61 Wartości współczynnika uwzględniającego rodzaj sterowania strumienia podstawowego w okresie użytkowania obiektu, w przypadku braku informacji w budowlanej dokumentacji technicznej

Rodzaj sterowania	Współczynnik r_{cntr}
Brak sterowania lub sterowanie ręczne (oznacza każdy rodzaj sterowania, w którym nie stosuje się sterowania według zapotrzebowania)	1,00
Sterowanie czasowe (oznacza przystosowany do obsługi przez człowieka interfejs z zegarem (sterowanie w zależności od pory dnia), pozwalający na regulację prędkości wentylatora/natężenia przepływu w systemie wentylacyjnym, przynajmniej z możliwością ręcznego zaprogramowania natężenia przepływu na każdy dzień tygodnia z co najmniej dwoma okresami obniżonej aktywności, tj. okresami ze zredukowanym lub zerowym natężeniem przepływu)	<p>w budynkach mieszkalnych 0,87</p> <p>w budynkach innych niż mieszkalne 0,95</p>
Sterowanie wg zapotrzebowania (oznacza regulację za pomocą urządzenia (lub zestawu urządzeń), zintegrowanego lub dostarczanego oddzielnie, które mierzy określony parametr sterowania i wykorzystuje wyniki pomiaru do automatycznego regulowania natężenia przepływu w systemie lub natężeń przepływu w kanałach powietrza)	<p>centralne 0,85</p> <p>lokalne 0,65</p>

► jeżeli $k=2$ to: $b_{ve,k,H/C,m} = f_{ve,red,k,m}$ (151)

gdzie:

$f_{ve,red,k,m}$

bezwymiarowy współczynnik redukcji czasu pracy wentylacji dodatkowej dostarczającej strumień powietrza k w miesiącu m **dla czasu użytkowania obiektu**, należy obliczać według wzoru 150 na podstawie sposobu użytkowania budynku lub części budynku, z uwzględnieniem wymagań określonych w przepisach techniczno-budowlanych, dla budynków mieszkalnych należy przyjmować $f_{red,k,m} = 1$,

▶ jeżeli $k=3$ to:

$$b_{ve,k,H/C,m} = (1 - f_{ve,red,k,m}) \cdot (1 - \eta_{u,ht,rec,k,m}) \cdot (1 - \eta_{u,gr,ex,k,m}) \cdot (1 - \eta_{u,add,k,m}) \cdot r_{u,ctrl,k,m} \quad (152)$$

gdzie, dla każdego podstawowego strumienia powietrza k dostarczanego do strefy kondycjonowanej ciepłnie i miesiąca m :

 $f_{ve,red,k,m}$

bezwymiarowy współczynnik redukcji czasu pracy wentylacji podstawowej dostarczającej strumień powietrza k w miesiącu m **dla czasu użytkowania obiektu**, należy obliczać według wzoru powyżej na podstawie sposobu użytkowania budynku lub części budynku, z uwzględnieniem wymagań określonych w przepisach techniczno-budowlanych, dla budynków mieszkalnych należy przyjmować $f_{red,k,m} = 1$,

 $\eta_{u,ht,rec,k,m}$

średnia miesięczna skuteczność odzysku ciepła z powietrza wywiewanego wyznaczona **dla czasu nieużytkowania obiektu**, którą należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji to na podstawie informacji od producenta zgodnej z wymogami ekoprojektu dla systemów wentylacyjnych, jeśli brak takiej informacji to należy przyjąć $\eta_{u,ht,rec,k,m} = 0,5$,

 $\eta_{u,gr,ex,k,m}$

bezwymiarowa średnia miesięczna skuteczność gruntowego wymiennika ciepła wyznaczona **dla czasu nieużytkowania obiektu**, którą należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji to na podstawie informacji udostępnionych przez producenta lub dostawcę, jeśli brak takiej informacji to należy przyjąć $\eta_{u,gr,ex,k,m} = 0$,

 $\eta_{u,add,k,m}$

bezwymiarowa średnia miesięczna skuteczność dodatkowego podgrzania powietrza zewnętrznego przez systemy inne niż uwzględnione w obliczaniu zapotrzebowania na ciepło na potrzeby ogrzewania i wentylacji, np. słoneczne kolektory powietrzne, ściany słoneczne wyznaczona **dla czasu nieużytkowania obiektu**, które należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji to na podstawie informacji udostępnionych przez producenta lub dostawcę, jeśli brak takiej informacji to należy przyjąć $\eta_{u,add,k,m} = 0$,

$r_{u,ctrl,k,m}$

bezwymiarowy współczynnik uwzględniający rodzaj sterowania strumieniem powietrza wyznaczony **dla czasu nieużytkowania obiektu**, który należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej, jeśli brak takiej dokumentacji lub w dokumentacji brak informacji, wówczas $r_{u,ctrl,k,m}$ wyznacza się na podstawie tabeli 62.

Tab. 62 Wartości współczynnika uwzględniającego rodzaj sterowania strumienia podstawowego w okresie nieużytkowania obiektu, w przypadku braku informacji w budowlanej dokumentacji technicznej

Rodzaj sterowania i wentylacji		Współczynnik r_{ctrl}
Brak sterowania lub sterowanie ręczne		1,00
Sterowanie czasowe (oznacza przystosowany do obsługi przez człowieka interfejs z zegarem (sterowanie w zależności od pory dnia), pozwalający na regulację prędkości wentylatora/natężenia przepływu w systemie wentylacyjnym, przynajmniej z możliwością ręcznego zaprogramowania natężenia przepływu na każdy dzień tygodnia z co najmniej dwoma okresami obniżonej aktywności, tj. okresami ze zredukowanym lub zerowym natężeniem przepływu)		0,95
Sterowanie wg zapotrzebowania (oznacza regulację za pomocą urządzenia (lub zestawu urządzeń), zintegrowanego lub dostarczanego oddzielnie, które mierzy określony parametr sterowania i wykorzystuje wyniki pomiaru do automatycznego regulowania natężenia przepływu w systemie lub natężeń przepływu w kanałach powietrza)	centralne	0,85
	lokalne	0,65

▶ jeżeli $k=4$ to: $b_{ve,k,H/C,m} = 1 - f_{ve,red,k,m}$ (153)

gdzie:

 $f_{ve,red,k,m}$

bezwymiarowy współczynnik redukcji czasu pracy wentylacji dodatkowej dostarczającej strumień powietrza k w miesiącu m **dla czasu użytkowania obiektu**, należy obliczać według wzoru 150 na podstawie sposobu użytkowania budynku lub części budynku, z uwzględnieniem wymagań określonych w przepisach techniczno-budowlanych, dla budynków mieszkalnych należy przyjmować $f_{red,k,m} = 1$,

2.7.3.2.3. Podstawowy strumień powietrza wentylacyjnego

Wartość podstawowego strumienia powietrza w okresie użytkowania obiektu ($k=1$) oraz w okresach jego nieużytkowania ($k=3$), należy przyjmować się zgodnie z informacjami znajdującymi się budowlanej dokumentacji technicznej. W przypadku braku dokumentacji lub braku informacji w istniejącej dokumentacji wartość podstawowego strumienia powietrza wentylacyjnego określa się następująco:

- ▶ strumień podstawowy powietrza wentylacyjnego $V_{ve,k,H/C,m}$, w m^3/h , w okresie użytkowania obiektów ($k = 1$) dla budynków jednorodzinnych, bloków mieszkalnych, a także budynków zamieszkania zbiorowego niskich o powierzchni użytkowej do $2\,000\,m^2$ włącznie (zgodnie z klasyfikacją metod obliczeniowych dla różnych typów budynków w tabeli 6 rozdział 2.3.2): wartości zgodne z normą PN-B-03430 z zastrzeżeniami:
 - ▶ nie mniej niż wymagania minimalne zawarte w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065),
 - ▶ w skali mieszkania lub budynku strumień powietrza zewnętrznego nie powinien przekraczać krotności wymian równej $1,5\,h^{-1}$ w miesiącach, w których występuje zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i wentylacji,
- ▶ strumień podstawowy powietrza wentylacyjnego $V_{ve,k,H/C,m}$, w m^3/h , w okresie użytkowania ($k=1$) dla biur niskich i średniowysokich o powierzchni użytkowej do $9\,000\,m^2$ włącznie oraz innych budynków zużywających energię niskich i średniowysokich o powierzchni użytkowej do $9\,000\,m^2$ włącznie (zgodnie z klasyfikacją metod obliczeniowych dla różnych typów budynków w tabeli 6 rozdział 2.3.2) oblicza się zgodnie z równaniem:

$$V_{ve,k,H/C,m} = n_{oc,z,k,m} \cdot V_{oc,z} + A_{use,z} \cdot V_{area,z,k,m} \quad (154)$$

gdzie, dla każdego podstawowego strumienia powietrza k dostarczanego do strefy z kondycjonowanej cieplnie i miesiąca m :

$n_{oc,z,k,m}$	liczba użytkowników strefy kondycjonowanej cieplnie, należy przyjmować na podstawie sposobu użytkowania strefy cieplnej, z uwzględnieniem wymagań określonych w przepisach techniczno-budowlanych,
$V_{oc,z}$	strumień powietrza wentylacyjnego w odniesieniu do jednego użytkownika w strefie kondycjonowanej cieplnie, należy przyjmować na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej lub $V_{oc,z} = 25,2\,m^3/(h \cdot os)$ jeżeli brak informacji, w $m^3/(h \cdot os)$.
$A_{use,z}$	pole powierzchni użytkowej podłogi strefy cieplnej z , w m^2 ,
$V_{area,z,k,m}$	Jednostkowy strumień powietrza wentylacyjnego w odniesieniu do jednego metra kwadratowego pola powierzchni użytkowej podłogi strefy cieplnej z , jak określono w tabeli 63, w $m^3/(h \cdot m^2)$.

Tab. 63 Jednostkowy strumień powietrza wentylacyjnego w odniesieniu do pola powierzchni użytkowej podłogi strefy ciepłej

Rodzaj budynku	Strumień powietrza V_{area} $m^3/(h \cdot m^2)$
Budynki niespełniające kryterium niskiej emisji zanieczyszczeń (tzn. stare lub nowe budynki, w których nie dołożono starań, aby wybrać materiały o niskiej emisji oraz te, w których nie zakazano czynności związanych z emisją zanieczyszczeń).	5,04
Budynki o niskiej emisji zanieczyszczeń (tzn. budynki, w których dołożono starań, aby wybrać materiały o niskiej emisji zanieczyszczeń oraz te, w których ograniczono lub zakazano czynności związanych z emisją zanieczyszczeń (np. palenia tytoniu).	2,52
Budynki o bardzo niskiej emisji zanieczyszczeń (tzn. budynki, w których dołożono wszelkich starań, aby wybrać materiały o niskiej emisji zanieczyszczeń, w których zakazano czynności związanych z emisją zanieczyszczeń (np. palenia tytoniu) oraz, w których nie występowały wcześniej żadne źródła emisji (jak np. dym tytoniowy).	1,26

- ▶ strumień podstawowy wentylacji w okresie nieużytkowania obiektów ($k = 3$) dla budynków zamieszkania zbiorowego niskich o powierzchni użytkowej do 2 000 m² włącznie, biur niskich i średniowysokich o powierzchni użytkowej do 9 000 m² włącznie oraz innych niskich i średnio wysokich budynków o powierzchni użytkowej do 9 000 m² włącznie zużywających energię (zgodnie z klasyfikacją metod obliczeniowych dla różnych typów budynków w tabeli 6 rozdział 2.3.2) powinien wynosić nie mniej niż 0,54 m³/h na 1 m² pola powierzchni użytkowej danej strefy ciepłej, z zastrzeżeniem, że nie mniej niż wymagania minimalne zawarte w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065); zakłada się, że strumień podstawowy w okresie nieużytkowania nie ma zastosowania dla budynków jednorodzinnych i bloków mieszkalnych.

2.7.3.2.4. Dodatkowy strumień powietrza wentylacyjnego

Wartość dodatkowego strumienia powietrza wentylacyjnego w okresach użytkowania obiektu ($k = 2$) oraz w okresach, jego nieużytkowania ($k = 4$), należy przyjmować zgodnie z informacjami znajdującymi się budowlanej dokumentacji technicznej. W przypadku braku dokumentacji lub braku informacji w istniejącej dokumentacji wartość dodatkowego strumienia powietrza wentylacyjnego $V_{ve,k,H/C,m}$, w m³/h, określa się następująco:

- ▶ w przypadku wentylacji grawitacyjnej i hybrydowej⁵⁸ dodatkowy strumień powietrza wentylacyjnego w okresie użytkowania ($k = 2$) oraz w okresach nieużytkowania ($k = 4$) oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$V_{ve,k,H/C,m} = e_{z,k} \cdot n_{50,z,k} \cdot V_{z,k} \quad (155)$$

gdzie, dla każdego dodatkowego strumienia powietrza k dostarczanego do strefy z kondycjonowanej cieplnie i miesiąca m :

$e_{z,k}$ bezwymiarowy współczynnik osłonięcia budynku przypisany do strefy z kondycjonowanej cieplnie,

$n_{50,z,k}$ liczba krotności wymian powietrza dla próby szczelności obudowy budynku, przypisana do strefy z kondycjonowanej cieplnie, w h^{-1} ,

$V_{z,k}$ kubatura strefy z kondycjonowanej cieplnie, w m^3 .

W przypadku, gdy próba szczelności obudowy budynku nie była przeprowadzana przyjmuje się $n_{50,z,k} = 4 h^{-1}$. Dla budynków projektowanych strumień dodatkowy powietrza wentylacyjnego należy przyjąć z budowlanej dokumentacji technicznej lub obliczyć za pomocą równania 131 przy założeniu wartości $n_{50,z,k}$ równej założeniom projektowym. Wartości współczynnika osłonięcia $e_{z,k}$ należy przyjmować zgodnie z tabelą 64.

- ▶ W przypadku wentylacji mechanicznej dodatkowy strumień powietrza wentylacyjnego w okresie użytkowania ($k = 2$) oraz w okresie nieużytkowania ($k = 4$) oblicza się za pomocą wzoru:

$$V_{ve,k,H/C,m} = \frac{e_{z,k} \cdot n_{50,z,k} \cdot V_{z,k}}{1 + \frac{f_{z,k}}{e_{z,k}} \cdot \left(\frac{V_{sup,z,k} - V_{ex,z,k}}{n_{50,z,k} \cdot V_{z,k}} \right)^2} \quad (156)$$

gdzie, dla każdego dodatkowego strumienia powietrza k dostarczanego do strefy z kondycjonowanej cieplnie i miesiąca m :

$e_{z,k}$ bezwymiarowy współczynnik osłonięcia budynku przypisany do strefy z kondycjonowanej cieplnie, przyjmowany zgodnie z tabelą 64,

$f_{z,k}$ bezwymiarowy współczynnik osłonięcia budynku przypisany do strefy z kondycjonowanej cieplnie, przyjmowany zgodnie z tabelą 64,

$n_{50,z,k}$ liczba krotności wymian powietrza dla próby szczelności obudowy budynku, przypisana do strefy z kondycjonowanej cieplnie, w h^{-1} ,

$V_{z,k}$ kubatura strefy z kondycjonowanej cieplnie, w m^3 ,

$V_{sup,z,k}$ strumień podstawowy wentylacji wprowadzany do strefy z kondycjonowanej cieplnie w okresie użytkowania lub nieużytkowania,

⁵⁸Konieczna definicja patrz przypis nr 57.

$V_{ex,z,k}$ jak określono powyżej, w m³/h,
 strumień podstawowy wentylacji usuwany ze strefy z kondycjonowanej
 cieplnie w okresie użytkowania lub nieużytkowania, jak określono
 powyżej, w m³/h.

W przypadku, gdy próba szczelności obudowy budynku nie była przeprowadzana przyjmuje się $n_{50,z,k} = 4 \text{ h}^{-1}$. Dla budynków projektowanych strumień dodatkowy powietrza wentylacyjnego należy przyjąć z budowlanej dokumentacji technicznej lub obliczyć za pomocą równania 156 przy założeniu wartości $n_{50,z,k}$ równej założeniom projektowym. Wartości współczynników osłonięcia $e_{z,k}$ i $f_{z,k}$ należy przyjmować zgodnie z tabelą 64.

Tab. 64 Wartości współczynników osłonięcia e i f

Klasa osłonięcia	Współczynniki dla więcej niż jednej nieosłoniętej fasady		Współczynniki dla jednej nieosłoniętej fasady	
	e	f	e	f
Nieosłonięte: budynki na otwartej przestrzeni, wysokie budynki w centrach miast	0,10	15	0,03	20
Średnie osłonięcie: budynki wśród drzew lub innych budynków, budynki na przedmieściach	0,07	15	0,02	20
Mocno osłonięte: budynki średniej wysokości w miastach, budynki w lasach	0,04	15	0,01	20

2.7.4 Ocena i propozycje zmian w zakresie określania jednostkowych wewnętrznych zysków ciepła

Zgodnie z obowiązującą metodyką obliczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia miesięczne zyski ciepła obliczane są w zależności od obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła, powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza oraz liczby godzin w poszczególnych miesiącach.

W Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) na stronie 34 podana jest zależność pozwalająca na określenie zysków ciepła w sezonie grzewczym, a na stronie 36 – w sezonie chłodniczym.

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int,H}$ w sezonie grzewczym wyznacza się według wzoru:

$$Q_{int,H} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad \frac{kWh}{mies.} \quad (157)$$

gdzie:

q_{int} obciążenie cieplne pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła, w W/m²,

- A_f powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana), w m²,
- t_M liczba godzin w miesiącu, w h.

Miesięczne wewnętrzne zyski ciepła $Q_{int,C}$ w sezonie chłodniczym wyznacza się według wzoru:

$$Q_{int,C} = q_{int} \cdot A_f \cdot t_M \cdot 10^{-3} \quad \frac{kWh}{mies.} \quad (158)$$

gdzie:

- q_{int} obciążenie cieplne pomieszczeń strefy chłodzonej wewnętrznymi zyskami ciepła, w W/m²,
- A_f powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana), w m².
- t_M liczba godzin w miesiącu, w h.

Obciążenie cieplne pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła określone jest w tabeli 26 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), a w przypadku braku tych danych – wyznaczone według Polskiej Normy dotyczącej energetycznych właściwości użytkowych budynków – obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

Na stronie 40 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376), punkt 5.5.3, podano wartości obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła w zależności od typu budynku oraz P i β .

Tab. 65 Wartości obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła q_{int} [W/m²] zgodnie z Rozporządzeniem (Dz.U. z 2015 poz. 376)

Lp.	Rodzaj budynku	q_{int} [W/m ²]
1	Mieszkalny wielorodzinny	7,1 ^{*)} 1,0 ^{**)}
2	jednorodzinny	6,8
3	Użyteczności publicznej biurowy	$(20,0 \cdot P_1 + 8,0 \cdot (1 - P_1)) \cdot \beta$ $+ (2,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot (1 - P_1)) \cdot (1 - \beta)^{***),****)$
4	przeznaczony na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki	$12,0 \cdot \beta + 1,0 \cdot (1 - \beta)^{****)$
5	przeznaczony na potrzeby opieki zdrowotnej	8,0
6	przeznaczony na potrzeby	$10,0 \cdot \beta + 1,0 \cdot (1 - \beta)^{****)$

	gastronomii	
7	przeznaczony na potrzeby sportu	$9,0 \cdot \beta + 1,0 \cdot (1 - \beta)^{****}$
8	przeznaczony na potrzeby handlu, usług	$10,0 \cdot \beta + 1,0 \cdot (1 - \beta)^{****}$
9	Zamieszkania zbiorowego	$6,0 \cdot \beta + 2,0 \cdot (1 - \beta)^{****}$
10	Magazynowy	$2,0 \cdot \beta + 1,0 \cdot (1 - \beta)^{****}$
11	Produkcyjny	indywidualnie w zależności od rodzaju produkcji i sposobu użytkowania

*) Lokale mieszkalne;

***) Klatki schodowe;

****) P_1 – udział powierzchni pomieszczeń biurowych w powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku biurowym;

$(1 - P_1)$ – udział powierzchni pomieszczeń pomocniczych w powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza w budynku biurowym. Przy standardowym sposobie użytkowania budynków biurowych ($P_1 = 0,6$ i $\beta = 0,3$): $q_{int} = 5,7 \text{ W/m}^2$;

*****) β – udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu, równy wykorzystaniu budynku w miesiącu, wyznaczony zgodnie z pkt 5.5.2. Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Zapisy rozporządzenia wprost nakazują przyjmowanie obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła zgodnie z tabelą 26 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). W ramach ekspertyzy w celu weryfikacji wartości podanych w tabeli w rozporządzeniu wykonano obliczenia obciążenia zyskami cieplnymi dla opisanych powyżej typów budynków. Obliczenia oparto o godzinowe schematy użytkowania oraz maksymalne obciążenie zyskami ciepła przyjęte na podstawie brytyjskiej metody NCM (National Calculation Method⁵⁹) dla danych typów budynków. Maksymalne moce systemu oświetlenia przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem (Dz.U. z 2019 poz. 1065) – klasa kryteriów A, czyli spełnienie kryteriów oświetlenia w stopniu podstawowym.

Poniżej przedstawiono dane wejściowe oraz wyniki uzyskanych obliczeń. Wartości w harmonogramach zmieniają się od 0 do 1, gdzie 0,0 oznacza brak zysków ciepła a 1,0 oznacza maksymalne obciążenie zyskami ciepła w danej godzinie. Wartości pośrednie w harmonogramach określają stosunek obciążenia cieplnego zyskami ciepła w danej godzinie do wartości maksymalnego obciążenia zyskami ciepła.

Budynek jednorodzinny – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku jednorodzinnego

⁵⁹ www.uk-ncm.org.uk.

Tab. 66 Struktura powierzchni przykładowego budynku jednorodzinnego

Rodzaj pomieszczenia	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy powierzchni
korytarze	21,03	18%
pomieszczenia pomocnicze	12,91	11%
pokoje	43,09	37%
salon	20,29	17%
kuchnia	8,6	7%
łazienki	11,1	9%
suma	117,02	100%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 67 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku jednorodzinnego

Rodzaj zysków ciepła	Pomieszczenia					
	Korytarz	pomocnicze	Pokoje	Salon	Kuchnia	Łazienki
użytkownicy W/m ²	2,51	2,51	1,85	1,86	3,41	2,02
urządzenia W/m ²	1,57	1,57	3,58	3,9	30,28	1,67
oświetlenie W/m ²	10	10	10	10	10	10

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 68 Harmonogram użytkowania – użytkownicy budynek jednorodzinny

Godzina	pomieszczenia											
	korytarz		pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,250	0,250	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
15:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
17:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
18:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
20:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
21:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
22:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,250	0,250	0,667	0,667	0,200	0,200	0,200	0,200
23:00	0,000	0,300	0,000	0,300	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tab. 69 Harmonogram użytkowania – urządzenia budynki jednorodzinny

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
0:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
1:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
2:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
3:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
4:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
5:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
6:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,295	0,060
7:00	0,532	1,000	0,532	1,000	0,535	0,535	0,064	1,000	1,000	1,000	1,000	0,060
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,064	1,000	1,000	1,000	1,000	0,060
9:00	0,532	1,000	0,532	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	1,000	1,000	0,295	0,060
10:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
11:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
12:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
13:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
14:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
15:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
16:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,532	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
17:00	0,298	1,000	0,298	1,000	0,302	0,302	0,532	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
18:00	0,532	1,000	0,532	1,000	0,535	0,535	1,000	1,000	0,066	0,066	0,530	0,060
19:00	0,766	1,000	0,766	1,000	0,767	0,767	1,000	1,000	0,253	0,253	1,000	0,060
20:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,253	0,253	1,000	0,060
21:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,253	0,253	0,342	0,060
22:00	0,766	1,000	0,766	1,000	0,767	0,767	0,688	1,000	0,253	0,253	0,060	0,060
23:00	0,298	0,345	0,298	0,345	0,302	0,302	0,064	0,345	0,066	0,066	0,060	0,060

Tab. 70 Harmonogram użytkowania – oświetlenie budynki jednorodzinny

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku jednorodzinny wynosi 4,76 W/m².

Budynek wielorodzinny – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku wielorodzinny część mieszkalna

Tab. 71 Struktura powierzchni przykładowego mieszkania w budynku wielorodzinny

Rodzaj pomieszczenia	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy powierzchni
korytarze	13,32	21%
pomieszczenia pomocnicze	0,00	0%
pokoje	21,84	35%
salon	13,05	21%

Rodzaj pomieszczenia	Powierzchnia użytkowa	Udział procentowy powierzchni
kuchnia	8,00	13%
łazienki	6,07	10%
suma	62,28	100%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 72 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego mieszkania w budynku wielorodzinnym

Rodzaj zysków ciepła	Pomieszczenia					
	Korytarz	Pomocnicze	Pokoje	Salon	Kuchnia	Łazienki
użytkownicy W/m ²	2,51	2,51	1,85	1,86	3,41	2,02
urządzenia W/m ²	1,57	1,57	3,58	3,9	30,28	1,67
oświetlenie W/m ²	10	10	10	10	10	10

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 73 Harmonogram użytkowania – użytkownicy mieszkanie w budynku wielorodzinnym

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,250	0,250	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
17:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000
18:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
20:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
21:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
22:00	0,200	1,000	0,200	1,000	0,250	0,250	0,667	0,667	0,200	0,200	0,200	0,200

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
23:00	0,000	0,300	0,000	0,300	0,750	0,750	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tab. 74 Harmonogram użytkowania – urządzenie mieszkanie w budynku wielorodzinnym

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
0:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
1:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
2:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
3:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
4:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
5:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,060	0,060
6:00	0,064	0,064	0,064	0,064	0,070	0,070	0,064	0,064	0,066	0,066	0,295	0,060
7:00	0,532	1,000	0,532	1,000	0,535	0,535	0,064	1,000	1,000	1,000	1,000	0,060
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,064	1,000	1,000	1,000	1,000	0,060
9:00	0,532	1,000	0,532	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	1,000	1,000	0,295	0,060
10:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
11:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
12:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
13:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
14:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
15:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,064	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
16:00	0,064	1,000	0,064	1,000	0,070	0,070	0,532	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
17:00	0,298	1,000	0,298	1,000	0,302	0,302	0,532	1,000	0,066	0,066	0,060	0,060
18:00	0,532	1,000	0,532	1,000	0,535	0,535	1,000	1,000	0,066	0,066	0,530	0,060
19:00	0,766	1,000	0,766	1,000	0,767	0,767	1,000	1,000	0,253	0,253	1,000	0,060
20:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,253	0,253	1,000	0,060
21:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,253	0,253	0,342	0,060
22:00	0,766	1,000	0,766	1,000	0,767	0,767	0,688	1,000	0,253	0,253	0,060	0,060
23:00	0,298	0,345	0,298	0,345	0,302	0,302	0,064	0,345	0,066	0,066	0,060	0,060

Tab. 75 Harmonogram użytkowania – oświetlenie mieszkanie w budynku wielorodzinnym

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Godzina	korytarz		pomieszczenia pomocnicze		pokoje		salon		kuchnia		łazienki	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	sob.-ndz.
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,200	0,200	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23:00	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego mieszkania w budynku wielorodzinnym wynosi 5,02 W/m².

Budynek użyteczności publicznej - budynek biurowy - wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 76 Struktura powierzchni przykładowego budynku biurowego

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
korytarz	40%
biuro	60%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 77 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku biurowego

Rodzaj zysków ciepła	Biuro	Korytarz
użytkownicy W/m ²	12,29	12,99
urządzenia W/m ²	11,77	1,85
oświetlenie W/m ²	15,00	15,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 78 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynków biurowy

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie			
	biuro		korytarz		biuro		biuro		korytarz		biuro	
	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	0,250	0,000	0,250	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
8:00	0,500	0,000	0,500	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
9:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
10:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
11:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
12:00	0,750	0,000	0,750	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
13:00	0,750	0,000	0,750	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
14:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
15:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
16:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
17:00	0,500	0,000	0,500	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
18:00	0,250	0,000	0,250	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000
20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000
23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku biurowego wynosi 12,45 W/m².

Budynek użyteczności publicznej – przeznaczony na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 79 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
pomieszczenia edukacyjne	60%
korytarz	40%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 80 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki

Rodzaj zysków ciepła	Pomieszczenia edukacyjne	Korytarz
użytkownicy W/m ²	69,59	12,18
urządzenia W/m ²	4,70	2,00
oświetlenie W/m ²	15,00	15,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 81 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie				
	pom. edukacyjne		korytarz		pom. edukacyjne		pom. edukacyjne		korytarz		pom. edukacyjne		
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	0,100	0,000	0,250	0,100	0,000	0,250	0,100	0,000	0,250	0,100	0,000	0,250	0,000
8:00	0,250	0,000	0,500	0,250	0,000	0,500	0,250	0,000	0,500	0,250	0,000	0,500	0,000
9:00	0,750	0,000	1,000	0,750	0,000	1,000	0,750	0,000	1,000	0,750	0,000	1,000	0,000
10:00	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000
11:00	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000
12:00	0,500	0,000	0,750	0,500	0,000	0,750	0,500	0,000	0,750	0,500	0,000	0,750	0,000
13:00	0,500	0,000	0,750	0,500	0,000	0,750	0,500	0,000	0,750	0,500	0,000	0,750	0,000
14:00	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000
15:00	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	0,000
16:00	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000	1,000	0,500	0,000	1,000	0,000
17:00	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,000
18:00	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,250	0,000
19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki wynosi 16,45 W/m².

Budynek użyteczności publicznej – przeznaczony na potrzeby opieki zdrowotnej – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 82 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby opieki zdrowotnej

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
sala pacjentów	60%
korytarz	40%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 83 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby opieki zdrowotnej

Rodzaj zysków ciepła	Sala pacjentów	Korytarz
użytkownicy W/m ²	13,19	23,52
urządzenia W/m ²	3,58	5,00
oświetlenie W/m ²	15,00	15,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 84 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby opieki zdrowotnej

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie			
	sala pacjentów		korytarz		sala pacjentów		sala pacjentów		korytarz		sala pacjentów	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.
0:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,070	0,070	0,050	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,535	0,535	0,050	1,000	0,500	0,000	0,000	0,000
8:00	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,050	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
9:00	1,000	1,000	0,750	0,750	0,535	0,535	0,763	1,000	0,500	0,000	1,000	1,000
10:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,070	0,070	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
11:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,070	0,070	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
12:00	1,000	1,000	0,750	0,750	0,070	0,070	0,763	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
13:00	1,000	1,000	0,750	0,750	0,070	0,070	0,763	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
14:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,070	0,070	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
15:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,070	0,070	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
16:00	1,000	1,000	1,000	1,000	0,070	0,070	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000
17:00	1,000	1,000	0,750	0,750	0,302	0,302	0,763	1,000	0,250	0,000	1,000	1,000

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie			
	sala pacjentów		korytarz		sala pacjentów		sala pacjentów		korytarz		sala pacjentów	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.
18:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,535	0,535	0,050	1,000	0,500	0,000	0,000	0,000
19:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,767	0,767	0,050	1,000	0,750	0,000	0,000	0,000
20:00	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,050	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000
21:00	1,000	1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,050	0,050	1,000	0,000	0,000	0,000
22:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,767	0,767	0,050	0,050	0,750	0,000	0,000	0,000
23:00	1,000	1,000	0,000	0,000	0,302	0,302	0,050	0,050	0,250	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby opieki zdrowotnej wynosi 16,60 W/m².

Budynek użyteczności publicznej – przeznaczony na potrzeby gastronomii – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 85 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby gastronomii

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
sala	80%
kuchnia	20%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 86 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby gastronomii

Rodzaj zysków ciepła	Sala	Kuchnia
użytkownicy W/m ²	19,80	17,82
urządzenia W/m ²	18,88	42,24
oświetlenie W/m ²	10,00	10,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 87 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby gastronomii

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie			
	sala		kuchnia		sala		sala		kuchnia		sala	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie				
	sala		kuchnia		sala		sala		kuchnia		sala		
	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	1,000	0,250
7:00	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	1,000	0,750
8:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14:00	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	1,000	0,750
15:00	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	1,000	0,250
16:00	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	1,000	0,250
17:00	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	1,000	0,750
18:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22:00	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	1,000	0,750
23:00	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	1,000	0,250

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku przeznaczony na potrzeby gastronomii wynosi 36,21 W/m².

Budynek użyteczności publicznej – przeznaczony na potrzeby sportu – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 88 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczony na potrzeby sportu

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
hala sportowa	60%
pomieszczenia pomocnicze	40%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 89 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczony na potrzeby sportu

Rodzaj zysków ciepła	Hala sportowa	Pomieszczenia pomocnicze
użytkownicy W/m ²	14,23	12,18
urządzenia W/m ²	1,94	2,00
oświetlenie W/m ²	10,00	10,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 90 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby sportu

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie				
	hala sportowa		pom. pomocnicze		hala sportowa		hala sportowa		pom. pomocnicze		hala sportowa		
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250
8:00	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500
9:00	1,000	0,500	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000	0,500	1,000	1,000
10:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12:00	0,750	1,000	0,750	0,750	1,000	0,750	0,750	1,000	0,750	0,750	1,000	0,750	0,750
13:00	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
14:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15:00	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000	0,750	1,000	1,000
16:00	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000
17:00	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500
18:00	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250
19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby sportu wynosi 8,1 W/m².

Budynek użyteczności publicznej – przeznaczony na potrzeby handlu i usług – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 91 Struktura powierzchni przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby handlu i usług

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
usługi	60%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 92 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby handlu i usług

Rodzaj zysków ciepła	Usługi	Korytarze
użytkownicy W/m ²	14,73	14,73
urządzenia W/m ²	25,00	5,2
oświetlenie W/m ²	15,00	15,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 93 Harmonogram użytkowania - użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek przeznaczony na potrzeby handlu i usług

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie				
	usługi		korytarze		usługi		usługi		korytarze		usługi		
	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9:00	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
10:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12:00	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
13:00	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
14:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16:00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
17:00	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
18:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Obliczona na tej podstawie średnia wartość obciążenia zyskami ciepła dla przykładowego budynku przeznaczonego na potrzeby handlu i usług 26,46 W/m².

Budynek zamieszkania zbiorowego – wyznaczenie wartości obciążenia zyskami ciepła

Tab. 94 Struktura powierzchni przykładowego budynku zamieszkania zbiorowego

Rodzaj pomieszczenia	Udział procentowy powierzchni
pomieszczenia mieszkalne	60%
korytarze	40%

Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przedstawiono w tabeli poniżej.

Tab. 95 Maksymalne obciążenie zyskami ciepła przykładowego budynku zamieszkania zbiorowego

Rodzaj zysków ciepła	Pomieszczenia mieszkalne	Korytarze
użytkownicy W/m ²	12,13	13,86
urządzenia W/m ²	4,32	2,00
oświetlenie W/m ²	10,00	10,00

W tabelach poniżej zestawiono harmonogramy użytkowania, działania urządzeń pomocniczych oraz oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach.

Tab. 96 Harmonogram użytkowania – użytkownicy, urządzenia oraz oświetlenie budynek zamieszkania zbiorowego

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie			
	Pom. mieszkalne		korytarze		Pom. mieszkalne		korytarze		Pom. mieszkalne		korytarze	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.
0:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
1:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
2:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
3:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
4:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
5:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
6:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000
7:00	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250	1,000	1,000	0,250
8:00	0,250	0,250	0,500	0,250	0,250	0,500	0,250	0,250	0,500	0,250	0,250	0,500
9:00	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000
10:00	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000
11:00	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000
12:00	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,750
13:00	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,750
14:00	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000
15:00	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000
16:00	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000

Godzina	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie			
	Pom. mieszkalne		korytarze		Pom. mieszkalne		korytarze		Pom. mieszkalne		korytarze	
	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.	pn.-pt.	sob.-ndz.	pn.-pt.
17:00	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,500	0,000	0,000	0,500
18:00	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,250
19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000	0,250	0,250	0,000
22:00	0,750	0,750	0,000	0,750	0,750	0,000	0,750	0,750	0,000	0,750	0,750	0,000
23:00	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	0,000

Obliczona na tej podstawie wartość obciążenia zyskami ciepła, dla przykładowego budynku zamieszkania zbiorowego, wynosi 9,09 W/m².

Porównanie wymagań rozporządzenia w sprawie metodologii sporządzania charakterystyki energetycznej z przeprowadzonymi obliczeniami

W tabeli poniżej znajduje się porównanie obliczeń wykonanych na podstawie krajowej metodyki brytyjskiej i wartości obciążenia zyskami ciepła podanymi w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). z zastawianiem wartości współczynnika β (udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu) jak w tabeli poniżej.

Tab. 97 Udział czasu działania wentylatorów wentylacji mechanicznej w miesiącu

Typ budynku	β
biurowy	0,3
oświaty	0,3
gastronomia	0,3
sport	0,3
handel	0,3
zamieszkania zbiorowego	1

Tab. 98 Zestawienie wyników obliczeń obciążenia zyskami ciepła

Lp.	Rodzaj budynku		Wartość z Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065)	Wartość z przeprowadzonych obliczeń
q_{int} [W/m ²]				
1	Mieszkalny	Wielorodzinny (mieszkania)	7,1	5,02*
2		jednorodzinny	6,8	4,76
3	Użyteczności	biurowy	5,7	12,45

4	publicznej	przeznaczony na potrzeby: oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki	4,3	16,75
5		przeznaczony na potrzeby opieki zdrowotnej	8	16,60
6		przeznaczony na potrzeby gastronomii	3,7	36,21
7		przeznaczony na potrzeby sportu	3,4	8,11
8		przeznaczony na potrzeby: handlu, usług	3,7	26,46
9	Zamieszkania zbiorowego		6	9,09

*Wyniki dla innego budynku wielorodzinnego Budynek referencyjny NAPE⁶⁰ 5,13 W/m².

Na podstawie przedstawionych wyników obliczeń można stwierdzić, że obciążenie zyskami ciepła ściśle zależy od przyjętych jednostkowych zysków ciepła oraz zastosowanych harmonogramów. Uzyskane z obliczeń wartości średniego obciążania zyskami ciepła dla budynków mieszkalnych są zbliżone do wartości podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376). W pozostałych typach budynków średnie wartości obciążenia zyskami ciepła, uzyskane korzystając z metodyki brytyjskiej, są we wszystkich analizowanych przypadkach dużo wyższe niż w polskiej krajowej metodyce. Ze względu na to, że zyski ciepła wpływają w znaczący sposób na zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia, należy opracować krajowe dane referencyjne obciążenia zyskami ciepła, które można stosować w metodyce miesięcznej i godzinowej.

Wartości obciążenia poszczególnymi rodzajami zysków ciepła oraz harmonogramy użytkowania zawiera np. metodologia sporządzania charakterystyki energetycznej w Estonii⁶¹. W tabeli poniżej porównano wartości z metodyki NCM oraz metodyki estońskiej dla typowego budynku biurowego. W metodyce estońskiej czas użytkowania budynku biurowego wynosi 11 godzin w ciągu doby w godzinach 7–18 przez 5 dni w tygodniu, liczba m² na osobę wynosi 17.

Tab. 99 Porównanie obciążania zyskami ciepła – budynek biurowy

Rodzaj zysków ciepła	Budynek biurowy NCM	Budynek biurowy Estonia
użytkownicy W/m ²	12,6	5,0
urządzenia W/m ²	7,8	12,0
oświetlenie W/m ²	15,0	10,00

⁶⁰<https://nape.pl/pl/budynki-referencyjne-nape>.

⁶¹<https://www.riigiteataja.ee/akt/118012019012>.

Tab. 100 Porównanie harmonogramów użytkowania metodyki NCM i metodologii w Estonii

Godzina	NCM												Estonia
	użytkownicy				urządzenia				oświetlenie				
	biuro		korytarz		biuro		korytarz		biuro		korytarz		
	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	pn.- pt.	sob.- ndz.	
0:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200
7:00	0,250	0,000	0,250	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,600
8:00	0,500	0,000	0,500	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,600
9:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,700
10:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,700
11:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,400
12:00	0,750	0,000	0,750	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,600
13:00	0,750	0,000	0,750	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,700
14:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,700
15:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,600
16:00	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,200
17:00	0,500	0,000	0,500	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
18:00	0,250	0,000	0,250	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
19:00	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,054	1,000	0,054	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,054	0,054	0,054	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Wartości z metodyki Estońskiej znacząco odbiegają od metody brytyjskiej nie tylko w przypadku obciążenia zyskami ciepła, lecz także w przypadku wartości w harmonogramach. Z przedstawionego przykładów wynika, że w krajowej metodyce należy zapisać konieczność wykonywania obliczeń obciążenia zyskami ciepła dla danego budynku wraz z podaniem przyjętych założeń obciążenia zyskami ciepła oraz harmonogramów użytkowania. Niezbędne jest także opracowanie krajowych harmonogramów użytkowania (użytkownicy, urządzenia, oświetlenie), które można przyjąć w przypadku braku informacji na temat sposobu użytkowania budynku oraz podanie krajowych wartości odniesienia dotyczących obciążenia zyskami ciepła dla poszczególnych kategorii: zyski ciepła od ludzi, zyski ciepła od urządzeń i zyski ciepła od oświetlenia, które można stosować w metodyce miesięcznej i godzinowej.

3. Metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na prostej metodzie godzinowej

W tym rozdziale omawiane są zagadnienia związane z symulacjami procesów fizycznych w budynkach, często opisywane jako symulacje charakterystyki budynków lub symulacje energetyczne budynków. To ostatnie określenie jest węższym pojęciem w stosunku do symulacji charakterystyki budynku, ponieważ zajmuje się jedynie potrzebami energetycznymi budynków, pomijając inne aspekty jego środowiska wewnętrznego takie jak jakość powietrza wewnętrznego, rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń, rozkład przestrzenny wskaźników, poziom komfortu cieplnego, rozkład natężenia oświetlenia światłem naturalnym i sztucznym i wiele innych.

Symulacja charakterystyki budynku (ang. BPS – Building Performance Simulation) to odtworzenie różnych aspektów charakterystyki budynku (energetycznej, jakości środowiska wewnętrznego, oświetleniowej, akustycznej) za pomocą komputerowych modeli matematycznych utworzonych w oparciu o podstawowe prawa i zasady fizyki. Przykładowo dla potrzeb budowania modelu określającego zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia budynku niezbędne są prawa termodynamiki i wymiany ciepła, mechaniki płynów opisujących zmienną w czasie zjawiska przepływu energii i masy w analizowanym budynku. Głównym celem symulacji charakterystyki budynku jest wyznaczenie parametrów charakterystyki budynku i poddanie jej ocenie, które są istotne dla projektowania, budowy, eksploatacji i kontroli budynków. Symulacja charakterystyki budynku ma różne subdomeny, z których najbardziej znaczące są: symulacja energetyczna, symulacja oświetlenia, symulacja akustyczna i symulacja przepływu powietrza. Większość symulacji charakterystyki budynku opiera się na wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania komputerowego, które tworzone są na podstawie mniej lub bardziej złożonych modeli matematycznych. Tworzenie systemów symulacji charakterystyki budynków samo w sobie jest dziedziną nauki w szerszej sferze obliczeń naukowych.

Z fizycznego punktu widzenia budynek jest bardzo złożonym systemem, na charakterystykę którego wpływa wiele parametrów. Model symulacyjny jest abstrakcją rzeczywistego budynku, który pozwala uwzględniać na wysokim poziomie szczegółowości wpływ kluczowych wskaźników i parametrów na charakterystykę budynku oraz pozwala przeprowadzać analizy bez wykonywania kosztownych pomiarów na rzeczywistym obiekcie lub jego fizycznym modelu. Symulacja charakterystyki budynków (BPS) to technologia o znacznym potencjale, która zapewnia możliwość określenia ilościowego poszczególnych parametrów charakterystyki budynku i porównania proponowanego rozwiązania przy stosunkowo niskim nakładzie pracy i koszcie wykonania tych obliczeń. Bardzo ważnymi aspektami symulacji charakterystyki budynków (BPS) jest analiza zapotrzebowania na energię, jakość środowiska wewnętrznego (w tym komfort cieplny i wizualny, jakość powietrza wewnętrznego i zjawiska związane z wilgocią w budynkach), wydajność systemów ogrzewania, chłodzenia, wentylacji i klimatyzacji, i odnawialnych źródeł energii, modelowanie na poziomie miejskim, automatyzacja budynku i optymalizacja operacyjna.

Biorąc pod uwagę złożoność energii budynku i przepływów masy, ogólnie nie jest możliwe znalezienie rozwiązania analitycznego, dlatego oprogramowanie symulacyjne wykorzystuje inne techniki, takie jak metody funkcji odpowiedzi lub metody numeryczne w różnicach skończonych lub objętościach skończonych, jako przybliżenie. Większość współczesnych programów do symulacji całego budynku formułuje modele przy użyciu imperatywnych języków programowania. Języki te przypisują wartości do zmiennych, deklarują kolejność

wykonywania tych przypisań i zmieniają stan programu, jak ma to na przykład miejsce w językach C / C++, Fortran lub MATLAB / Simulink. W takich programach równania modelu są ściśle powiązane z metodami rozwiązania, często przez włączenie procedury rozwiązania do rzeczywistych równań modelu. Zastosowanie imperatywnych języków programowania ogranicza możliwości zastosowania i rozszerzalności modeli. Większą elastyczność oferują silniki symulacyjne wykorzystujące symboliczne równania różniczkowe algebraiczne (DAE) z rozwiązaniami ogólnego przeznaczenia, które zwiększają możliwości ponowne użycie modelu, ich przejrzystość i dokładność. Ponieważ niektóre z tych silników rozwijane są od ponad 20 lat i ze względu na kluczowe zalety modelowania opartego na równaniach, te silniki symulacyjne można uznać za najnowocześniejszą technologię w symulacjach energetycznych budynków.

W ciągu ostatnich sześciu dekad opracowano wiele programów komputerowych BPS. Wiele spośród opracowanych programów symulacyjnych obejmuje tylko niektóre domeny symulacji charakterystyki budynków. Z punktu widzenia tego opracowania najbardziej interesujące są metody i programy obliczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania w budynkach. Podstawowymi narzędziami w dziedzinie BPS są wielodomenowe, **dynamiczne narzędzia do symulacji całego budynku**, które zapewniają użytkownikom wyznaczenie kluczowych wskaźników, takich jak wspomniane wyżej roczne zapotrzebowanie na energię lub obciążenie cieplne ogrzewania lub chłodzenia wykorzystywane w projektowaniu.

W przypadku typowego modelu matematycznego wykorzystywanego w symulacjach energetycznych budynku niezbędne dane wejściowe do obliczeń to: dane klimatyczne (w postaci typowych lat meteorologicznych do obliczeń energetycznych – charakteryzujące klimat danej lokalizacji), geometria budynku, charakterystyka obudowy budynku, wewnętrzne zyski ciepła od oświetlenia, osób i urządzeń, specyfikacje systemu ogrzewania, wentylacji i chłodzenia, harmonogramy użytkowania budynku i strategię sterowania i regulacji poszczególnych systemów technicznych budynku. Zaawansowane narzędzia do symulacji całych budynków są w stanie uwzględnić prawie wszystkie wymienione elementy na różnym poziomie szczegółowości.

Jak wspomniano powyżej wszystkie systemy symulacji charakterystyki budynku w tym systemy symulacji energetycznej zbudowane są w oparciu o modele matematyczne procesów fizycznych o mniejszej lub większej złożoności. W przypadku systemów symulacji energetycznej budynków, za pomocą których można wyznaczać na przykład roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia, podstawą ich działania są modele dynamiki cieplnej elementów konstrukcji budynku. W zależności od stopnia złożoności modelu, który opisuje zmienne w czasie procesy wymiany pomiędzy środowiskiem wewnętrznym budynku i jego otoczeniem zewnętrznym można mówić o uproszczonych lub złożonych metodach obliczeniowych. Należy tutaj zaznaczyć, że w przypadku metod symulacyjnych zawsze rozważa się zmienne w czasie procesy wymiany ciepła, w których uwzględnia się pojemność cieplną elementów konstrukcji budynku. Ważnym aspektem metod symulacyjnych jest pojęcie kroku czasu, jaki jest przyjmowany w tych obliczeniach. Czas jako zmienna niezależna jest w metodach symulacji energetycznej budynków dzielony na odcinki, w których całkuje się poszczególne wielkości związane z przepływem energii. W przypadku metod obliczeniowych dla potrzeb budownictwa jest to najczęściej jedna godzina ze względu na dostępne dane klimatyczne, które podają zmienność parametrów środowiska zewnętrznego z takim podziałem czasu. Nie oznacza to jednak, że obliczenia z podziałem czasu na godziny to jedyna możliwość obliczania. Jest ona jednak wygodna do stosowania

i dopasowana do szybkości zmian wielkości fizycznych w przypadku przepływu energii w budynkach.

Na podstawie opisu powyżej, dla potrzeb tego dokumentu metody symulacji energetycznej całego budynku można podzielić na:

- ▶ proste metody godzinowe⁶²,
- ▶ złożone metody godzinowe.

Złożone metody godzinowe, które pojawiają się w dalszej części, opisywane będą jako godzinowe metody symulacji energetycznej lub prościej – metody godzinowe. Opis metody godzinowej zgodnej z PN-EN ISO 52016-1 znajduje się w Załączniku 3 do niniejszego opracowania.

Modele matematyczne systemów symulacji energetycznej zbudowane są w oparciu o dwie klasy modelu dynamiki wymiany ciepła w budynku. Pierwsza klasa modeli wykorzystuje jako bazę funkcje odpowiedzi wielowarstwowych przegród budowlanych na impulsowe wymuszenie temperaturowe lub ich zmodyfikowane wersje nazwane CTF (Conduction Transfer Function). Druga klasa modeli zbudowana jest w oparciu o sieć przepływu ciepła w budynku i modele skupionych oporów i pojemności cieplnych elementów konstrukcji budynku. W sieci te węzły odpowiadają punktom, w których bilansowana jest energia w każdym obliczeniowym kroku czasu, natomiast krawędzie sieci odpowiadają drogom przepływu ciepła charakteryzowanym przez skupione wartości przewodności cieplnych (współczynników przenoszenia ciepła) i pojemności cieplnych. W sieci znajdują się węzły z potencjalnymi i strumieniowymi źródłami energii. W węzłach sieci przepływu ciepła wyznacza się wartości temperatury, natomiast w krawędziach łączących węzły strumienie ciepła. Bardzo często sieć przepływu ciepła porównywana jest do sieci połączeń elektrycznych elementów rezystancyjnych i pojemnościowych, i wyrażana jest poprzez nazewnictwo tego typu modeli.

W wycofanej normie PN EN ISO 13790 opisano prostą metodę godzinową dla modelu przepływu ciepła w sieci klasy 5R1C, co oznacza, że schemat tej sieci zawiera pięć elementów rezystancyjnych (powiązано z nimi pięć uogólnionych współczynników przenoszenia ciepła budynku – dwa dla nieprzezroczystej obudowy zewnętrznej budynku, jeden dla elementów przezroczystych obudowy budynku, jeden wiążący przenoszenie ciepła od powierzchni wewnętrznej budynku do powietrza wewnętrznego oraz jeden związany z przenoszeniem ciepła przez wentylację) oraz jeden z elementem pojemnościowym reprezentującym pojemność cieplną konstrukcji budynku. Model 5R1C prostej metody godzinowej posiada sześć węzłów. Trzy z nich reprezentują niewiadome wartości temperatury: uogólnionej temperatury konstrukcji budynku, uogólnionej temperatury powierzchni wewnętrznej budynku oraz uogólnionej temperatury powietrza wewnętrznego budynku. Pozostałe to węzły reprezentujące temperaturę powietrza zewnętrznego oraz temperaturę powietrza nawiewanego do wnętrza budynku oraz węzeł potencjału odniesienia – reprezentujący temperaturę zero skali termometrycznej. Do węzłów dołączane są strumienie energii systemu ogrzewania, chłodzenia oraz wewnętrznych zysków ciepła i zysków ciepła promieniowania

⁶²Nie istnieje definicja prostej metody godzinowej. Pojęcie to pod angielską nazwą „simple hourly method” pojawiło się wraz z wprowadzeniem do zbioru polskich norm normy PN-EN ISO 13790:2003. Norma ta została wycofana ze zbioru polskich norm w listopadzie 2017 r.

słonecznego pomniejszanego o wartość długofalowego promieniowania obudowy budynku do przestrzeni zewnętrznej. Prowadzone obliczenia z krokiem godzinowym pozwalają wyznaczyć trzy niewiadome wartości temperatury a następnie chwilowe (w danej godzinie) zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania lub chłodzenia budynku (strefy cieplnej budynku).

W związku z tym, że model obliczeniowy 5R1C opisany został w wycofanej normie PN EN ISO 13790 dla potrzeb tego opracowania definiuje się prostą metodę godzinową.

Prosta metoda godzinowa to metoda obliczania zapotrzebowania na energię użytkową całego budynku lub strefy cieplnej budynku do jego ogrzewania lub chłodzenia wykorzystująca model dynamiki cieplnej i modele skupionych parametrów cieplnych elementów konstrukcji prowadząca do układu równań liniowych z co najwyżej trzema niewiadomymi.

Zgodnie z powyższą definicją model 5R1C spełnia to wymaganie. Został on opracowany w oparciu o jedno równanie różniczkowe przepływu ciepła w stanie nieustalonym dla węzła reprezentującego uogólnioną temperaturę konstrukcji budynku lub strefy cieplnej. Równanie różniczkowe zostało rozwiązane metodą Eulera z modyfikacją Cranka-Nicolsona, co prowadzi bezpośrednio do liniowego równania różnicowego. W przypadku sieci 5R1C równanie to stanowi jedno z trzech równań liniowych pozwalających w prosty sposób (bez korzystania z metod numerycznych) obliczać wszystkie niewiadome temperatury węzłowe modelu dla 8760 kroków godzinowych w ciągu roku.

Wszystkie modele matematyczne opisujące sieci przepływu ciepła w budynku lub strefie cieplnej budynku mające więcej niż trzy węzły o niewiadomych wartościach temperatury w każdym kroku czasu nie są prostą metodą godzinową. Systemy obliczeniowe wykorzystujące modele matematyczne przepływu ciepła w stanach nieustalonych wykorzystujące funkcje odpowiedzi cieplnych wielowarstwowych przegród budowlanych nie są prostymi metodami godzinowymi ze względu na to, że wymagają one wyznaczenia co najmniej dwóch wartości temperatury bilansu energii na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej każdego elementu obudowy budynku lub strefy cieplnej oraz temperatury bilansu energii powietrza wewnętrznego.

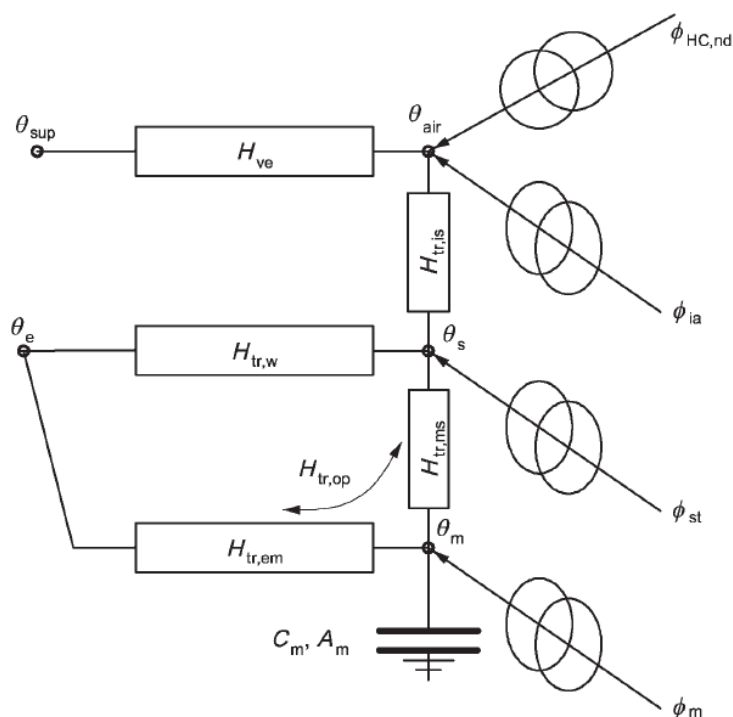
Prosta metoda godzinowa opisana wycofaną normą PN-EN ISO 13790 jest uproszczeniem metody symulacji dynamicznej i powstała z następującymi założeniami:

- ▶ poziom przejrzystości, powtarzalności i przyjętych uproszczeń jest taki sam jak w metodzie miesięcznej,
- ▶ sprecyzowany, ograniczony zestaw równań, umożliwiający śledzenie procesu obliczeń,
- ▶ maksymalna możliwa redukcja danych wejściowych,
- ▶ jednoznaczne procedury obliczeń.

Główną przewagą prostej metody godzinowej nad metodą miesięczną jest przyjęty podział czasu na przedziały godzinowe co umożliwia bezpośrednio wprowadzanie godzinowych schematów użytkowania budynku.

Dodatkowo w założeniach model prostej metody godzinowej schematu 5R1C ułatwia wprowadzanie nowych danych i harmonogramów użytkowania budynków przez zastosowanie bezpośrednio fizycznych wielkości odwzorowujących zjawiska i procesy, w przeciwieństwie do uśrednianych wielkości dla metody miesięcznej. Metoda ta według założeń zapewnia właściwy poziom dokładności, specjalnie dla klimatyzowanych budynków,

gdzie dynamika cieplna budynku lub strefy cieplnej ma duży wpływ na wyznaczone wielkości zapotrzebowania na energię.



Rys. 7 Schemat modelu 5R1C sieci przepływu ciepła prostej metody godzinowej wycofanej normy PN-EN ISO 13790

Jak wspomniano powyżej prosta metoda godzinowa jest oparta na równoważnym modelu oporowo-pojemnościowym (R-C) wartości skupionych dla elementów budynku. W obliczeniach używa się kroku godzinowego dla wszystkich danych wejściowych zależnych od czasu, co umożliwia wprowadzanie zmienności tych parametrów i odtwarzanie schematów użytkowania. W modelu wyznacza się dla każdej godziny uogólnioną temperaturę powierzchni wewnętrznych oraz uogólnioną temperaturę bilansową masy powietrza wewnętrznego. Obie wartości umożliwiają wyznaczanie wskaźnika poziomu komfortu cieplnego na podstawie uśrednienia temperatury powietrza i temperatury promieniowania długofalowego, jak również ma wpływ na zwiększenie dokładności uwzględniania radiacyjnej i konwekcyjnej części zysków od promieniowania słonecznego oraz wewnętrznych zysków ciepła.

Metoda obliczeń jest oparta na uproszczeniach przenoszenia ciepła między środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym, jak pokazano na rysunku 7.

Zapotrzebowanie na energię użytkową ogrzewania i/lub chłodzenia oblicza się przez wyznaczenie dla każdej godziny roku obciążenia cieplnego ogrzewania lub chłodzenia, ($\Phi_{HC,nd}$) (dodatnią dla ogrzewania i ujemną dla chłodzenia), którą należy dostarczyć do lub odprowadzić z powietrza wewnętrznego, którego temperaturę reprezentuje węzeł, (θ_{air}), aby utrzymać wartość minimalnej i maksymalnej temperatury nastawy wewnątrz budynku lub strefy cieplnej, która jest średnią ważoną temperatury powietrza i średniej temperatury promieniowania długofalowego przestrzeni wewnętrznej z wagami 0,5.

Współczynnik przenoszenia ciepła przez wentylację, (H_{ve}), łączy bezpośrednio węzeł reprezentujący temperaturę powietrza wewnętrznego, (θ_{air}) z węzłem reprezentującym temperaturę powietrza nawiewanego, (θ_{sup}). Przenikanie ciepła przez zewnętrzną obudowę budynku rozdzielone jest na dwie składowe: przenikanie przez przegrody przezroczyste opisane współczynnikiem przenoszenia ciepła, ($H_{tr,w}$), dla których zakłada się brak pojemności cieplnej i przenikanie przez przegrody nieprzezroczyste opisane współczynnikiem przenoszenia ciepła, ($H_{tr,op}$) posiadające pojemność cieplną (C_m). Przenoszenie ciepła przez przegrody nieprzezroczyste obudowy podzielone jest na dwie części reprezentowane przez dwa współczynniki przenoszenia ciepła od strony zewnętrznej ($H_{tr,em}$) i od strony wewnętrznej ($H_{tr,ms}$) z węzłem pomiędzy nimi reprezentującym uogólnioną temperaturę elementów konstrukcji budynku (θ_m). Współczynnik przenoszenia ciepła ($H_{tr,ms}$) łączy węzeł uogólnionej temperatury konstrukcji budynku z węzłem reprezentującym uogólnioną temperaturę powierzchni wewnętrznej (θ_s) (średnia ważona temperatura promieniowania długofalowego powierzchni wewnętrznej i temperatury powietrza wewnętrznego). Zyski ciepła promieniowania słonecznego oraz wewnętrzne zyski ciepła są rozdzielane pomiędzy węzeł powietrza wewnętrznego, (θ_{air}), węzeł centralny, (θ_s) i węzeł reprezentujący temperaturę masy konstrukcji budynku, (θ_m). Masa cieplna konstrukcji budynku jest reprezentowana przez pojedynczą pojemność cieplną, (C_m), ułożoną między współczynnikami przenoszenia ciepła ($H_{tr,ms}$) i ($H_{tr,em}$). Sprzęgająca konduktancja cieplna ($H_{tr,is}$) pomiędzy wewnętrznym węzłem powietrza wewnętrznego (θ_{air}) i węzłem centralnym (θ_s) łączy sprzęga pojemność cieplną budynku z temperaturą powietrza wewnętrznego. Chwilowe strumienie ciepła: wewnętrznych zysków ciepła, (Φ_{int}) i zysków ciepła od słońca, (Φ_{sol}), są rozdzielone między trzy węzły, (Φ_{ia}), (Φ_{st}) i (Φ_m).

Zaletą prostej metody godzinowej, jaka by ona nie była, zgodnie z przyjętą na potrzeby tego dokumentu definicją podaną powyżej, jest opis matematyczny modelu przepływu ciepła w budynku, który nie wymaga stosowania numerycznych metod obliczeniowych. W każdym przypadku dla prostej metody godzinowej opis modelu będzie zbiorem kilku równań liniowych, dla których wartościami wejściowymi będą stałe lub zmienne w czasie wartości współczynników przenoszenia ciepła i pojemności cieplnej oraz zmienne w czasie strumienie energii dostarczanej do modelu. Umożliwia to jawny zapis matematyczny modelu, który można rozwiązywać za pomocą ogólnodostępnych metod np. w popularnych arkuszach obliczeniowych.

Wadą prostej metody godzinowej jest jej największa zaleta, czyli prostota. W związku z tym, że prosta metoda obliczeniowa została bardzo uproszczona, jej dokładność obliczeniowa, która była wielokrotnie dyskutowana⁶³, została w wielu przypadkach zbyt uproszczona. Spowodowało to sytuację, gdy do wyboru była możliwość zastosowania prostej metody godzinowej oraz metod godzinowych symulacji energetycznej dla złożonych i innowacyjnych technologicznie budynków ze względów ekonomicznych i ograniczeń czasowych do obliczeń wybierano prostą metodę godzinową. Otrzymywane tą drogą wyniki wskaźników charakterystyki energetycznej budynku były dyskusyjne. Jednocześnie rozwój technologii informatycznych przyczynił się do upowszechniania zaawansowanych metod obliczeniowych w wielu dziedzinach, co spowodowało odejście w normie PN-EN ISO 52016-1, która zastąpiła

⁶³Załącznik informacyjny H normy PN EN ISO 13790:2009.

normę PN-EN ISO 13790, od prostej metody godzinowej na rzecz metody godzinowej, która opisana jest poniżej.

3.1 Ocena aktualnego stanu prawnego

Metoda obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania lub chłodzenia podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie implementuje jakiegokolwiek metody godzinowej – niezależnie od stopnia jej uproszczenia zgodnie z opisem powyżej. W aktualnej metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku używana jest wyłącznie metoda miesięczna.

Powyższy fakt stanowi podstawową wadę metody wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia budynków opisaną w aktualnej metodyce obliczeń. Stosowanie metody miesięcznej wyznaczania rocznego zapotrzebowania na energię do wszystkich typów budynków niezależnie od ich przeznaczenia oraz złożoności rozwiązań technologicznych i instalacji wewnętrznych stoi w sprzeczności ze wspólnymi ramami ogólnymi do obliczeń charakterystyki energetycznej budynków przedstawionymi w Dyrektywie 2010/31/UE, w których przyjęto, że na potrzeby tego obliczania budynki powinny być odpowiednio sklasyfikowane w następujących kategoriach: a) domy jednorodzinne różnych rodzajów; b) bloki mieszkalne; c) biura; d) budynki oświatowe; e) szpitale; f) hotele i restauracje; g) obiekty sportowe; h) budynki usług handlu hurtowego i detalicznego; i) inne rodzaje budynków zużywających energię. Dodatkowo w związku z ograniczeniami aktualnej metodyki obliczeń przedstawionej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie są realizowane wymagania Dyrektywy 2010/31/UE oraz 2018/844/UE wskazujące, że metoda obliczania stosowana w celu ustalenia charakterystyki energetycznej budynku jest przejrzysta i otwarta na innowacje, oraz że państwa członkowskie opisują swoje krajowe metodologie obliczania zgodnie z załącznikami krajowymi powiązanych norm europejskich, mianowicie ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 oraz 52018-1 opracowanych na podstawie mandatu M/480 udzielonego Europejskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu (CEN).

Zamiarem ustawodawcy w przypadku aktualnej metodyki obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia podanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) było zastosowanie jednej spójnej i prostej metody obliczeń dla wszystkich typów budynków, która nie wymaga dużych nakładów na wykonanie tych obliczeń. Niestety metoda podana w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), choć prosta w swych założeniach, w przypadku budynków, w których zastosowano nowoczesne rozwiązania technologiczne lub w przypadku budynków niskoenergetycznych nie powinna być stosowana, ponieważ prowadzi do niewłaściwych wyników obliczeń. Jednocześnie w przypadku wielu zaawansowanych technologicznie budynków oraz budynków nisko- i niemal zeroenergetycznych w procesie projektowania stosowane są zaawansowane systemy symulacji energetycznej wykorzystujące złożone metody godzinowe. Stosowanie metod miesięcznych lub prostych metod godzinowych, na przykład z wycofanej normy PN-EN ISO 13790, do oceny charakterystyki energetycznej jest błędem, ponieważ nie umożliwia uwzględnienia wszystkich założeń optymalizacyjnych i rozwiązań technologicznych. Aktualna metodyka obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową przedstawiona w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) odrzuca możliwość uwzględnienia tych rozwiązań, zatem nie jest otwarta na innowacje oraz nie jest zgodna z normą ISO 52016-1, co stoi w sprzeczności z zaleceniami Dyrektywy 2018/844/UE.

Reasumując zawarta w rozporządzeniu metoda obliczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia, nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego powinna być otwarta na innowacyjne rozwiązania technologiczne w budynkach oraz powinna wykorzystywać metody obliczania opisane normą PN-EN ISO 52016-1. Norma ta nie opisuje prostej metody godzinowej. Opisana tą normą metoda godzinowa klasyfikowana jest jako złożona metoda godzinowa, która prowadzi do rozwiązywania układów równań liniowych z liczbą niewiadomych wielokrotnie przekraczającą trzy, która została przyjęta w definicji prostej metody godzinowej podanej powyżej.

3.2 Propozycje nowej metodyki obliczeń

W celu wypełnienia zapisów Dyrektyw 2010/31/UE oraz 2018/844/UE proponuje się zawarcie w rozporządzeniu bezpośredniego wskazania obliczania rocznego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania zgodnie z metodą godzinową opisaną normą PN-EN ISO 52016-1 dla określonych typów budynków zgodnie z tabelą 6 w rozdziale 2.3.3.

Norma PN-EN ISO 52016-1 opisuje godzinową metodę obliczania zapotrzebowania na energię oraz obciążeń cieplnych dla ogrzewania i chłodzenia z uwzględnieniem ciepła jawnego oraz ciepła utajonego nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego. Metoda godzinowa umożliwi również wyznaczanie wartości godzinowych temperatury w strefach cieplnych budynku, w tym temperatury powietrza, średnie wartości temperatury długofalowego promieniowania cieplnego i temperatury roboczej. Metoda godzinowa umożliwi również wyznaczanie wartości godzinowych zawartości wilgoci w powietrzu (co można przeliczyć na wilgotność względną powietrza). Założenia i uproszczenia metody zostały wybrane w taki sposób, aby uzyskać wystarczającą dokładność (w odniesieniu do wiarygodności danych wejściowych i warunków brzegowych), przy minimum wymaganych danych wejściowych. Dane wejściowe, które mają zostać zebrane przez użytkownika do godzinowych procedur obliczeniowych, są równe lub równoważne z danymi wejściowymi dla uproszczonej metody obliczania miesięcznego.

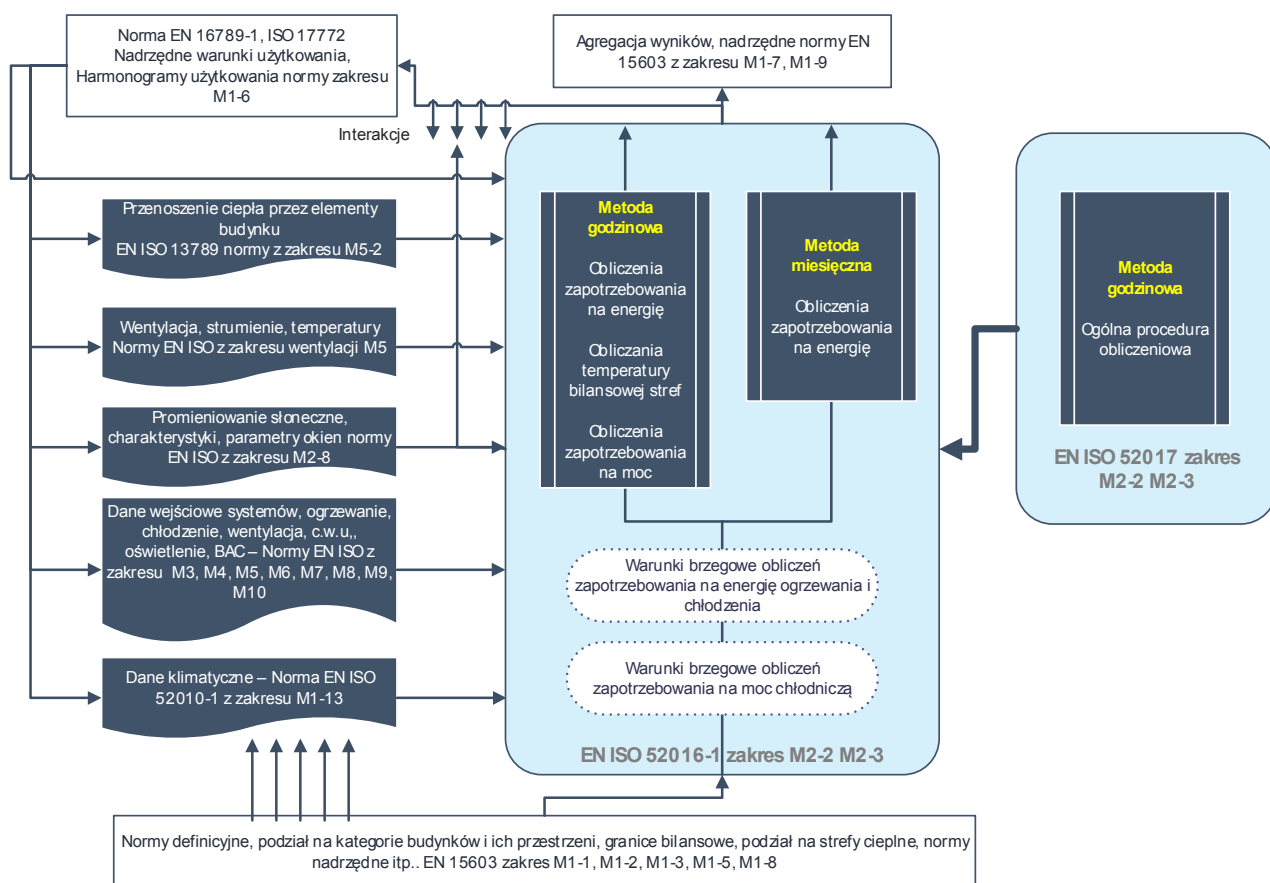
Szczegóły implantacyjne metody godzinowej opisanej normą PN-EN ISO 52016-1 zostały przedstawione w przywołanej przez nią normie PN-EN ISO 52017-1. Normowy raport techniczny ISO/TR 52016-2 opisuje wszystkie aspekty techniczne metody godzinowej opisanej tymi normami.

W skrócie norma PN-EN ISO 52017-1 zawiera ogólną (referencyjną) metodę obliczania godzinowego dla budynku lub strefy cieplnej budynku. Metoda ta opiera się na założeniach normy wycofanej we wrześniu normy PN-EN ISO 13791 (Ciepłe właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie temperatury wewnętrznej pomieszczenia w lecie, bez mechanicznego chłodzenia -- Kryteria podstawowe i procedury walidacji)⁶⁴. Norma ta nie zawiera żadnych szczegółowych założeń, warunków brzegowych, szczególnych uproszczeń ani danych wejściowych, które nie są potrzebne do zastosowania ogólnej metody obliczeniowej. W porównaniu z normą PN-EN ISO 13791, strumienie ciepła opisujące zapotrzebowanie na

⁶⁴PN-EN ISO 13791 (Ciepłe właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie temperatury wewnętrznej pomieszczenia w lecie, bez mechanicznego chłodzenia -- Kryteria podstawowe i procedury walidacji), zwana dalej PN-EN ISO 13791.

energię do ogrzewania i chłodzenia są dodawane w celu zwiększenia zakresu zastosowania normy. W normie tej nie podano przypadków walidacji. W celu zachowania wyraźnego rozróżnienia pomiędzy metodą ogólną a konkretnym zastosowaniem, przypadki weryfikacji i walidacji zostały podane w PN-EN ISO 52016-1.

Metoda godzinowa opisywana w normie wykorzystuje ogólną procedurę obliczeniową godzinowej symulacji energetycznej budynku opartą o metodę bilansu cieplnego budynku i jego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych wszystkich przegród z uwzględnieniem dynamiki cieplnej.



Rys. 8 Ogólny schemat metod obliczania normy PN-EN ISO 52016-1 oraz norm przez nią powołanych

Referencyjna procedura obliczeniowa symulacji energetycznych opisana została w normie PN-EN ISO 52017-1 i stanowi ona podstawę godzinowej metody obliczania zapotrzebowania na energię użytkową. Zależności pomiędzy normą PN-EN ISO 52016-1 i normami przez nią powołanymi przedstawia rysunek 8.

Norma PN-EN ISO 52016-1 zastępuje informacje zawarte w PN-EN ISO 13790. Zawiera (nową) metodę obliczania godzinowego i metodę obliczania miesięcznego. Metoda obliczania godzinowego jest szczególnym zastosowaniem metody ogólnej określonej w PN-EN ISO 52017-1. Norma PN-EN ISO 52016-1 zawiera ponadto określone warunki brzegowe, określone uproszczenia i dane wejściowe dla aplikacji: obliczanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia. Udostępniono zmienione uproszczenia i dane wejściowe dla aplikacji, umożliwiające obliczenia projektowego obciążenia cieplnego

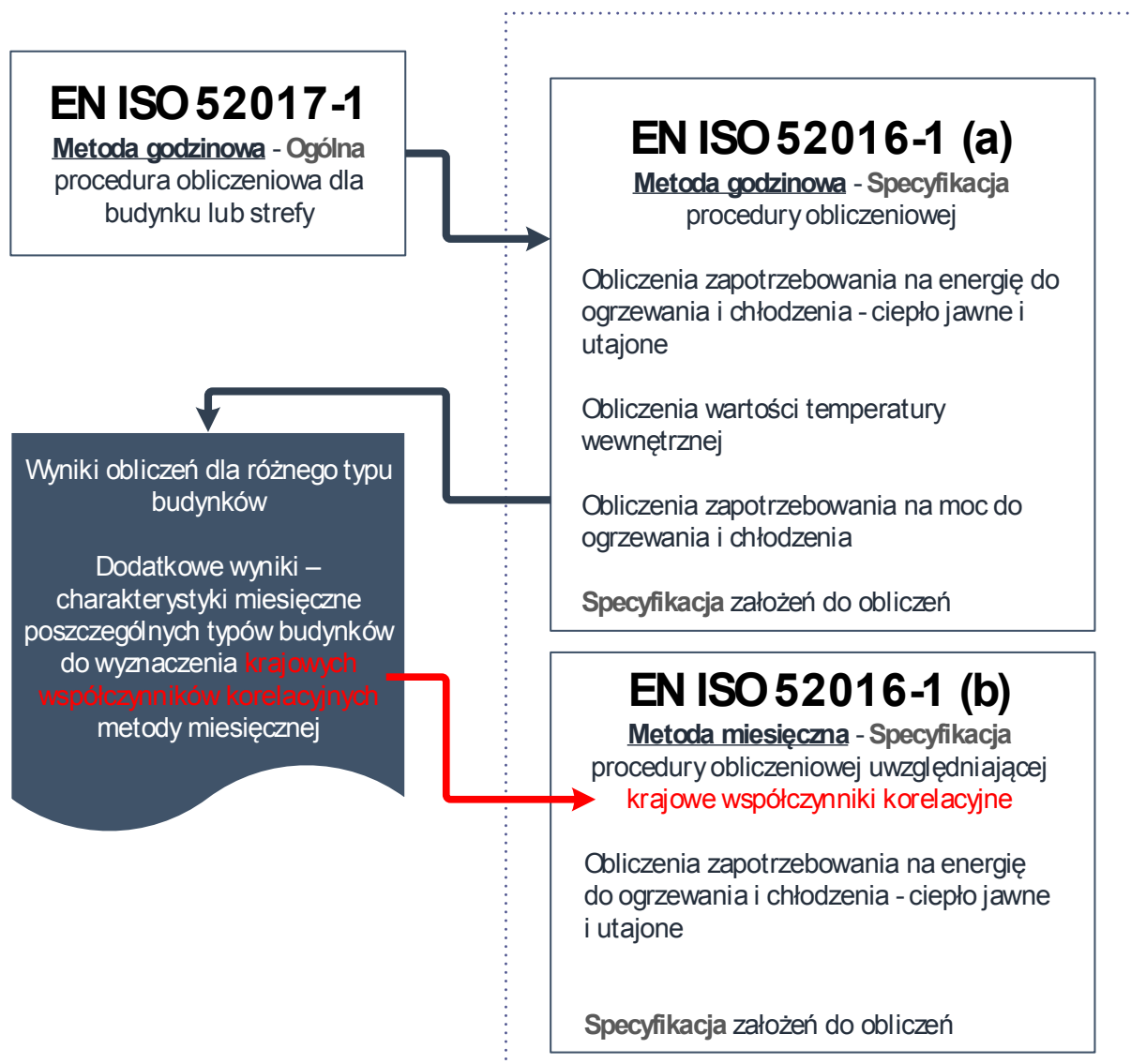
ogrzewania i chłodzenia oraz temperatury wewnętrznej (np. do oceny przegrzewania budynku lub jego stref cieplnych).

Norma PN-EN ISO 52017-1 omawia ogólną referencyjną metodę wyznaczania godzinowego bilansu cieplnego w budynku lub strefie cieplnej budynku. Głównymi wielkościami wyjściowymi metody godzinowej są chwilowe wartości (godzinowe) temperatury powietrza wewnętrznego i średnia wewnętrzna temperatura długofalowego promieniowania cieplnego i wyznaczana na podstawie tych dwóch wartości temperatura robocza w strefie cieplnej. Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania lub chłodzenia obliczane jest jako wielkość wyjściowa dla zadanych wartości nastawy temperatury roboczej dla ogrzewania i/lub chłodzenia. Metoda godzinowa umożliwia wprowadzanie rzeczywistych warunków użytkowania i specyfikacji sterowania i regulacji systemów za pomocą harmonogramów użytkowania. Norma ta zawiera również opis metody obliczania bilansu wilgoci w budynku lub strefie budynku. Głównymi wielkościami wyjściowymi są w tym przypadku wilgotność powietrza wewnętrznego, obciążenie wilgocią oraz utajone obciążenie cieplne i zapotrzebowanie na energię użytkową nawilżania i odwilżania. Analogicznie jak w przypadku obliczeń zapotrzebowania na ciepło jawne ogrzewania i chłodzenia możliwe jest określanie harmonogramów użytkowania oraz sterowania i regulacji systemami kontroli wilgotności powietrza wewnętrznego.

Poprzez podział informacji o metodzie godzinowej pomiędzy dwie normy (rysunek 8) wyraźnie oddzielono ogólną metodę obliczania godzinowego (PN-EN ISO 52017-1) od konkretnej aplikacji ze wszystkimi konkretnymi założeniami, uproszczeniami i konkretnymi danymi wejściowymi (PN-EN ISO 52016-1). Z powodu tych zmian obie te normy zastąpiły normę PN-EN ISO 13792 Ciepłe właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie temperatury wewnętrznej pomieszczenia w lecie, bez mechanicznego chłodzenia -- Metody uproszczone⁶⁵.

Za pomocą metody godzinowej opisanej normą PN-EN ISO 52016-1 można wyznaczyć kluczowe parametry wejściowe dla metody miesięcznej obliczania zapotrzebowania na energię użytkową. Oznacza to, że za pomocą metody godzinowej można wyznaczać parametry wejściowe metody miesięcznej dla wielu reprezentatywnych (krajowych) typów budynków i wyznaczać zależności korelacyjne dla różnych typów budynków, które można zamieszczać w krajowych normach lub podawać je w rozporządzeniach. W przypadku braku wyznaczenia charakterystycznych wartości parametrów obliczeniowych dla różnych typów budynków zakłada przyjęcie domyślnych wartości według norm, lecz należy pamiętać, że może to prowadzić do mniej dokładnych wyników obliczeń. Przykładem mogą być wartości a_0 i τ_0 obliczenia stałej czasowej strefy cieplnej w metodzie miesięcznej opisanej w rozdziale 2.3.4. Związek pomiędzy metodą godzinową i metodą miesięczną pokazano na rysunku 9.

⁶⁵PN-EN ISO 13792 Ciepłe właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie temperatury wewnętrznej pomieszczenia w lecie, bez mechanicznego chłodzenia -- Metody uproszczone, zwana dalej PN-EN ISO 13792.



Rys. 9 Związek pomiędzy metodami obliczeń opisanymi w normie PN-EN ISO 52016-1

Metoda godzinowa opisana w normie PN-EN ISO 52016-1 jest oparta o bilanse cieplne powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych przegród budowlanych oraz masy powietrza w strefach cieplnych analizowanego budynku w stanach nieustalanej wymiany ciepła. Metoda ta w pełni uwzględnia dynamikę cieplną przegród nieprzezroczystych budynku oraz zmienności w czasie wewnętrznych zysków ciepła oraz zysków ciepła promieniowania słonecznego oraz promieniowania cieplnego długofalowego. Metoda godzinowa implementuje ogólne zasady budowania modelu nieustalanej wymiany ciepła i bilansu cieplnego budynku przedstawione w normie PN-EN ISO 52017-1. Opisywana metoda godzinowa jest o wiele bardziej zaawansowana obliczeniowo od uproszczonego modelu godzinowego 5R1C implementowanego w wycofanej normie PN-EN ISO 13790. Model ten, pomimo tego, że uwzględniał pojemność cieplną budynku był bardzo uproszczony ze względu na wykorzystanie sześciu skupionych parametrów cieplnych budynku lub jego strefy cieplnej w postaci pięciu przewodności cieplnych (współczynników przenoszenia ciepła) oraz jednej pojemności cieplnej reprezentującej całą masę termiczną budynku. W efekcie model godzinowy obliczeń bardzo się upraszcza, co prowadziło do jednego równania

różniczkowego, którego rozwiązanie numeryczne prowadziło do równania liniowego opisującego zmienność w czasie węzła odpowiadającego temperaturze konstrukcji całego budynku. Pozostałe dwa równania pozwalały wyznaczyć średnią temperaturę powierzchni wewnętrznej obudowy budynku oraz średnią temperaturę powietrza wewnętrznego dla każdej godziny w roku. Szczegółowe rozważania na temat tego modelu można znaleźć w literaturze^{66 67}. Model godzinowy obliczeń opisany w normie PN-EN ISO 52016-1 przewiduje budowanie wielowęzłowej sieci przepływu ciepła w budynku, zakładając, że każda przegroda nieprzezroczysta budynku ma co najmniej po pięć węzłów (dwa na powierzchniach i trzy wewnątrz) bilansu energii. Węzły bilansu energii związane są również z masami powietrza wewnętrznego poszczególnych stref cieplnych.

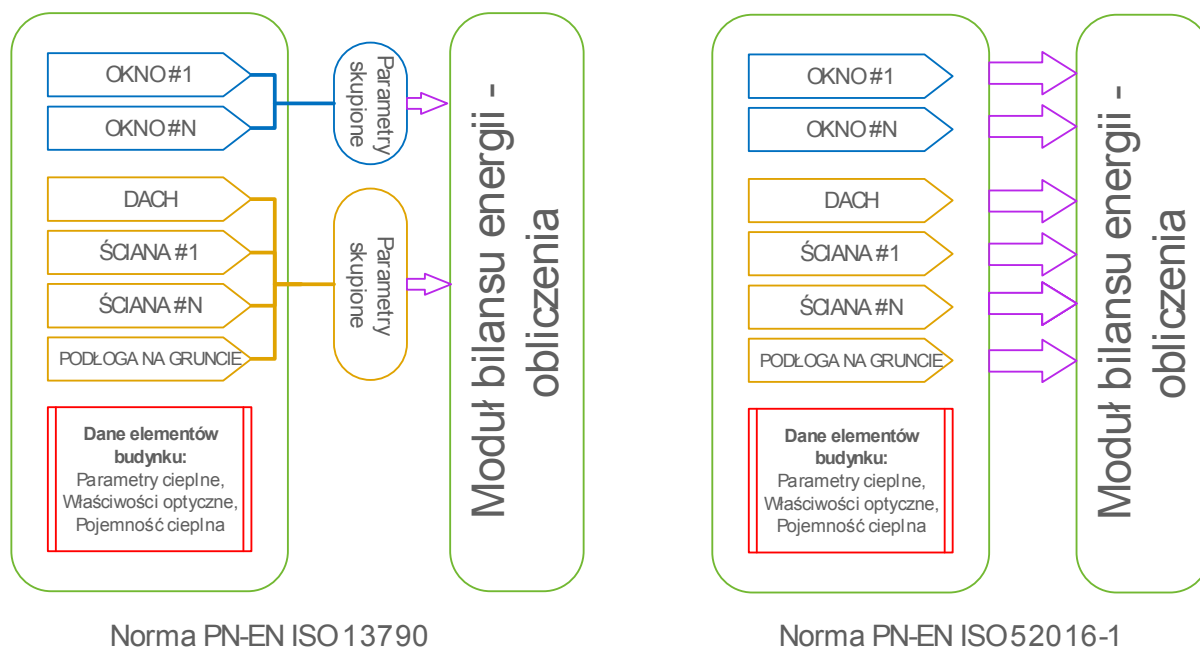
W przeciwieństwie do modelu 5R1C metoda godzinowa normy PN-EN ISO 52016-1 umożliwia budowę modelu budynku z dowolną liczbą węzłów, dla których wyznacza się wartości temperatury bilansowej w pojedynczym kroku czasowym, w tym przypadku jednej godziny. Inaczej niż to ma miejsce w modelu w wycofanej normie PN-EN ISO 13790, elementy budynku nie są agregowane do kilku przewodności cieplnych, lecz każdy element budynku może mieć swoją przewodność cieplną i pojemność cieplną i być wiązany z bilansem cieplnym powietrza wewnątrz budynku. Prowadzi to układu równań liniowych opisujących zjawiska wymiany ciepła w przegrodach budowlanych oraz bilansujących energię na powierzchniach tych przegród oraz opisujących bilanse energii powietrza w strefach cieplnych budynku. Liczba równań bilansowych układu równań opisujących budynek zależna jest bezpośrednio od liczby węzłów, w których dokonuje się bilansu energii w pojedynczym kroku czasowym. Im bardziej skomplikowany model przepływu ciepła w budynku tym większa liczba równań. Opisywana metoda godzinowa nie narzuca stopnia złożoności modelu, lecz zaleca, aby każdy komponent budynku posiadał co najmniej dwa węzły bilansowe na obu jego powierzchniach. W przypadku przegród z pustkami powietrznymi wentylowanymi liczba tych węzłów zwiększa się o węzły wewnętrzne wewnątrz przegrody. Różnica pomiędzy przyjętym sposobem modelowania przepływu ciepła w budynku w stanie nieustalonym w opisywanej normie a modelem 5R1C została pokazana na rysunku 10.

Norma PN-EN ISO 52016-1 wskazuje również, że powstałe oprogramowanie implementujące metodę godzinową powinno być weryfikowane za testów procedury BESTEST⁶⁸, które są zgodne testami obliczeniowymi podanymi w normie ANSI 140. Wszystkie parametry testów metody godzinowej podane są w normie PN-EN ISO 52016-1. Procedura BESTEST porównuje wyniki obliczeń dla standaryzowanych prostych geometrycznie budynków i jednoznacznych parametrów klimatu zewnętrznego wykonanych za pomocą weryfikowanego oprogramowania z wynikami obliczeń dla tych samych budynków i klimatu zewnętrznego wykonanych za pomocą uznawanych przez społeczność międzynarodową programów symulacji energetycznej budynków takich jak EnergyPlus lub ESPr. Lista oprogramowania wykorzystywanego w symulacjach energetycznych budynków została podana poniżej.

⁶⁶Narowski P., 2009, Uproszczona metoda godzinowa obliczania ilości ciepła do ogrzewania i chłodzenia budynków. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, 2009, 1 (466): 27–32.

⁶⁷Narowski P., 2008, Podstawy uproszczonej metody godzinowej obliczania ilości ciepła do ogrzewania i chłodzenia budynków. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, 2008, Tom III: 77–84.

⁶⁸Norma ANSI / ASHRAE 140, Standardowa metoda oceny ewaluacji programów komputerowych do analizy energetycznej budynków, 2014.



Rys. 10 Porównanie modeli matematycznych prostej metody godzinowej według normy PN-EN ISO 13790 oraz metody godzinowej według normy PN-EN ISO 52016-1

Przyjęcie zasady, że każdy element budynku modelowany jest oddzielnie w porównaniu do sumarycznych współczynników przenoszenia ciepła w modelu 5R1C powoduje, że model cieplny całego budynku bardziej odzwierciedla rzeczywisty budynek i nie powoduje niejednoznacznych uproszczeń. W szczególności widoczne jest to w wiązaniu zysków ciepła z elementami konstrukcyjnymi budynku (np. zyski ciepła promieniowania słonecznego i połącze dachu budynku) oraz wiązaniu pojemności cieplnej elementów budynku, a nie jak to miało miejsce w modelu 5R1C z jedną pojemnością cieplną całej konstrukcji budynku. Zastosowanie wielwęzłowego modelu z bilansami energii powierzchni elementów budynku umożliwia wyznaczenie wartości temperatury bilansowej tych powierzchni, co umożliwia obliczenie średniej temperatury promieniowania przegród otaczających strefę cieplną i przyczynia się do poprawy możliwości wyznaczania bilansów cieplnych w punktach węzłowych modelu. Skutkuje to zwiększeniem dokładności wyznaczania strumieni energii w obliczeniach dla rozpatrywanego budynku.

Główną zaletą metody godzinowej w porównaniu do metody miesięcznej przedstawionej w normie PN-EN ISO 52016-1 jest możliwość szczegółowego modelowania wielu zmiennych w czasie parametrów opisujących budynek oraz parametrów eksploatacyjnych jego technicznych systemów. Dodatkowo uwzględnia się szczegółowo zmienność parametrów klimatu zewnętrznego. Reasumując za pomocą metody godzinowej możliwe jest uwzględnianie zmienności współczynników zacielenia, przegród zewnętrznych oraz okien budynku, zmienności pracy systemów wentylacji, ogrzewania i chłodzenia, wpływanie na zmienne wartości temperatury nastawy w strefach cieplnych budynku. Dodatkowo możliwe jest wykorzystywanie harmonogramów obecności osób w budynku oraz harmonogramów oświetlenia sztucznego budynku oraz zysków ciepła od urządzeń, co umożliwia wyznaczenie zmiennych w czasie wewnętrznych zysków ciepła, które mają wpływ na dynamikę przepływu ciepła przez budynek. Zaproponowany w opisywanej normie model godzinowy umożliwia analizowanie zapotrzebowania na użytkowe ciepło jawne i utajone ogrzewania i chłodzenia

oraz wyznaczanie maksymalnego obciążenia cieplnego systemu ogrzewania i klimatyzacji budynków. Dodatkowo metoda godzinowa umożliwi wyznaczenie zmiennych wartości temperatury wewnętrznej w strefach cieplnych budynku, co pozwala na analizę okresów niedotrzymania parametrów nastaw (niedogrzewanie, przegrzewanie stref cieplnych budynku). Jak wspomniano wcześniej zaawansowane obliczeniowe modele mogą być wykorzystane do wyznaczania wartości średnich miesięcznych wskaźników metody miesięcznej za pomocą, której można małym kosztem obliczeniowym wyznaczać zapotrzebowanie na energię jednak mniej dokładnie w porównaniu do metody godzinowej.

Dostępne są setki narzędzi programowych do symulacji wydajności budynków i podsystemów budynków, których zakres waha się od symulacji w całym budynku do kalibracji danych wejściowych modelu do audytu budynku. Ważne jest, aby wprowadzić wśród aplikacji obliczeniowych do symulacji charakterystyki całych budynków rozróżnienie między silnikiem symulacyjnym, który dynamicznie rozwiązuje równania modeli matematycznych opartych w termodynamice i naukach o budownictwie, a aplikacją modelującą (interfejsem graficznym dla silników symulacyjnych).

Zasadniczo oprogramowanie symulacji charakterystyki budynków (BPS) można podzielić na następujące rodzaje:

- ▶ aplikacje ze zintegrowanym silnikiem symulacyjnym (np. EnergyPlus, ESP-r, TAS, IES-VE, IDA ICE),
- ▶ oprogramowanie dokujące do określonego silnika – tzw. modeler (np. Design Builder, eQuest, RIUSKA, Sefaira),
- ▶ wtyczki programistyczne do innego oprogramowania umożliwiające różnego typu analizy wydajności (np. DIVA dla Rhino, Honeybee, Autodesk Green Building Studio).

W przeciwieństwie do podanego podziału, istnieją narzędzia, które w rzeczywistości nie spełniają tych ostrych kryteriów klasyfikacji, takie jak ESP-r, które mogą być również używane jako aplikacja do modelowania dla EnergyPlus, a także inne aplikacje wykorzystujące środowisko symulacyjne IDA, co czyni program „IDA” silnikiem, a program „ICE” modelerem. Większość aplikacji do modelowania obsługiwana jest za pomocą graficznego interfejsu użytkownika, aby ułatwić wprowadzanie danych. Użytkownik za pomocą interfejsu graficznego programu modelera tworzy plik wejściowy do rozwiązania przez silnik symulacyjny. Na przykład program DesignBuilder posiada interfejs graficzny, za pomocą którego użytkownik wykonuje model obliczeniowy, który następnie zapisywany jest w pliku tekstowym dla silnika symulacyjnego EnergyPlus. Silnik zwraca dane wyjściowe do aplikacji do modelowania lub innego narzędzia do wizualizacji, które z kolei przedstawia wyniki użytkownikowi. W przypadku niektórych pakietów oprogramowania silnik obliczeniowy i interfejs mogą być tym samym produktem. Poniższa zawiera przegląd często używanych silników symulacyjnych i aplikacji modelujących dla BPS.

Tab. 101 Zestawienie najważniejszych systemów symulacji energetycznej budynków

Silnik symulacyjny	Deweloper	Rok pierwszego wydania	Aplikacja modelera i graficznego interfejsu użytkownika
ApacheSim	Integrated Environmental Solutions Ltd., UK		VE 2018

Silnik symulacyjny	Deweloper	Rok pierwszego wydania	Aplikacja modelera i graficznego interfejsu użytkownika
Carrier HAP	United Technologies, US		Carrier HAP
DOE-2	James J. Hirsch & Associates, US	1978	eQuest, RIUSKA, EnergyPro, https://en.wikipedia.org/wiki/Building_performance_simulation_-_cite_note-51 GBS
EnergyPlus	Lawrence Berkeley National Laboratory, US	2001	DesignBuilder, OpenStudio, Many other
ESP-r	University of Strathclyde, UK	1974	ESP-r
IDA	EQUA Simulation AB, SE	1998	ICE, ESBO
SPARK	Lawrence Berkeley National Laboratory, US	1986	VisualSPARK
TAS	Environmental Design Solutions Limited, UK		TAS 3D Modeler
TRNSYS	University of Wisconsin-Madison, US	1975	Simulation Studio, TRNBuild

3.3 Implementacja na poziomie krajowym metody godzinowej obliczania zapotrzebowania na energię użytkową w budynkach

Opisywana normami PN-EN ISO 52016-1 oraz PN-EN ISO 52017-1 metoda godzinowa obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową budynków stworzona na poziomie europejskim na podstawie mandatu M/480 udzielonego Europejskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu (CEN) jest zgodna z postanowieniami Dyrektywy 2018/844/UE. W związku z powyższym powinna zostać ona zaadaptowana na poziomie przepisów krajowych dotyczących metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków. Zaleca się, aby metoda godzinowa obliczeń miała zastosowanie w odniesieniu do wszystkich rodzajów budynków z wyłączeniem budynków mieszkalnych jednorodzinnych i bloków mieszkalnych (budynków mieszkalnych wielorodzinnych).

W normach PN-EN ISO 52016-1 oraz PN-EN ISO 52017-1 przedstawiono jednoznaczny, ale bardzo elastyczny model obliczeniowy, pozwalający wykonywać obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową (ciepło jawne) ogrzewania i chłodzenia oraz (ciepło utajone) nawilżania i odwilżania powietrza w całym budynku lub w jego pojedynczych strefach cieplnych, które

mogą (nie muszą) być ze sobą sprzężone cieplne. Metoda godzinowa pozwala również na obliczenia zapotrzebowania podstawowego lub właściwego dla systemu. Umożliwia to o wiele dokładniejsze wyznaczanie charakterystyki energetycznej budynków, co ma znaczenie w przypadku większości rodzajów budynków innych niż mieszkalne.

Autorzy przewidzieli, że na poziomie krajowym dla metody godzinowej należy przyjmować różne wartości wejściowe parametrów modeli budynków, które mogą się różnić w zależności od typu i przeznaczenia budynku. W związku z tym w normie PN-EN ISO 52016-1 w załączniku A podano szablony do określania wartości parametrów metody godzinowej na poziomie krajowym dla różnych typów budynków. W załączniku B tej normy przedstawiono wartości domyślne metody godzinowej, które można stosować w przypadku, jeżeli nie zostaną opracowane wartości na poziomie krajowym. Wartości parametrów metody godzinowej w załączniku A, opracowane na poziomie krajowym, powinny uwzględniać specyficzne uwarunkowania klimatyczne, kulturowe, administracyjne, jak również polityki energetycznej kraju oraz dotyczyć przeszłych, obecnych i przyszłych technologii stosowanych w budownictwie. Szczególnie ważne są domyślne dane wejściowe opisywane przez prawo budowlane oraz prawo obejmujące charakterystyki i świadectwa energetyczne budynków. Brak wartości parametrów metody godzinowej w załączniku A normy PN-EN ISO 52016-1, opracowanych na poziomie krajowym, może prowadzić do tworzenia systemu obliczeniowego, który może nie uwzględniać wielu założeń polityki energetycznej. Szczególnie ważnym przykładem, parametrów wejściowych metody godzinowej mogą być harmonogramy użytkowania budynków oraz sterowania i regulacji systemów technicznych budynków, które mają duży wpływ na zapotrzebowanie na energię użytkową. Implementacja metody godzinowej powinna obejmować określenie sposobu opracowania narzędzi informatycznych do jej stosowania, wraz z określeniem krajowych parametrów metody godzinowej dla różnych typów budynków.

W przypadku braku parametrów obliczeniowych metody godzinowej opracowanych na poziomie krajowym korzysta się z domyślnych danych podanych w załączniku B normy PN-EN ISO 52016-1. Oznacza to, że metodę godzinową można implementować w krajowym systemie oceny energetycznej budynków, ale bez uwzględnienia specyficznych właściwości budynków i bez uwzględnienia polityki energetycznej państwa dotyczącej budownictwa. Szczególnie ważne wydaje się być zagadnienie przypisania metod obliczania opisanych w normie PN-EN ISO 52016-1 do poszczególnych typów budynków wymienionych w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE. Zadanie to realizowane jest poprzez wybór metody obliczeniowej dla typów budynków zaproponowany w tabeli 6 w rozdziale 2.3.3.

Implementacja metody godzinowej dla potrzeb systemu oceny energetycznej budynków może być realizowana przez państwo sposobami na różnym poziomie szczegółowości:

- ▶ **sposób 1** – wskazanie w rozporządzeniu metody godzinowej normy PN-EN ISO 52016-1 obliczania zapotrzebowania na energię użytkową dla danych typów budynków, bez określania parametrów domyślnych metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A tej normy – wartości domyślne wg załącznika B – nieoprogramowanie opracowane na wolnym rynku weryfikowane wg testów podanych w normie,
- ▶ **sposób 2** – wskazanie w rozporządzeniu metody godzinowej normy PN-EN ISO 52016-1 obliczania zapotrzebowania na energię użytkową dla danych typów budynków, wraz z określeniem parametrów domyślnych metody godzinowej

wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A tej normy - oprogramowanie opracowane na wolnym rynku weryfikowane wg testów podanych w normie,

- ▶ **sposób 3** – wskazanie w rozporządzeniu metody godzinowej normy PN-EN ISO 52016-1 obliczania zapotrzebowania na energię użytkową dla danych typów budynków bez określania parametrów domyślnych metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A tej normy – wartości domyślne wg załącznika B, wraz opracowaniem oprogramowania, dystrybuowanego do osób wykonujących świadectwa charakterystyki energetycznej budynków, programy instalowane i uruchamiane na komputerach osób wykonujących świadectwa energetyczne budynków,
- ▶ **sposób 4** – wskazanie w rozporządzeniu metody godzinowej normy PN-EN ISO 52016-1 obliczania zapotrzebowania na energię użytkową dla danych typów budynków wraz z określeniem parametrów domyślnych metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A tej normy oraz opracowanie oprogramowania, dystrybuowanego do osób wykonujących świadectwa charakterystyki energetycznej budynków, programy instalowane i uruchamiane na komputerach osób wykonujących świadectwa energetyczne budynków,
- ▶ **sposób 5** – wskazanie w rozporządzeniu metody godzinowej normy PN-EN ISO 52016-1 obliczania zapotrzebowania na energię użytkową dla danych typów budynków bez określania parametrów domyślnych metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A tej normy – wartości domyślne wg załącznika B, wraz opracowaniem oprogramowania pracującego w chmurze obliczeniowej na serwerach zarządzanych przez administratora systemu świadectw charakterystyki energetycznej, aplikacja internetowa uruchamiana w przeglądarkach internetowych na komputerach osób wykonujących świadectwa charakterystyki energetycznej budynków,
- ▶ **sposób 6** – wskazanie w rozporządzeniu metody godzinowej normy PN-EN ISO 52016-1 obliczania zapotrzebowania na energię użytkową dla danych typów budynków wraz z określeniem parametrów domyślnych metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A tej normy oraz opracowanie oprogramowania pracującego w chmurze obliczeniowej na serwerach zarządzanych przez administratora systemu świadectw charakterystyki energetycznej, aplikacja internetowa uruchamiana w przeglądarkach internetowych na komputerach osób wykonujących świadectwa charakterystyki energetycznej budynków.

Poniżej w tabeli 102 syntetycznie przedstawiono opisane powyżej szczegóły możliwości implementacji metody godzinowej w metodyce świadectw energetycznych budynków.

Wszystkie opisane sposoby implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków mają swoje zalety i wady. Sposób 1 jest najprostszy, praktycznie bez kosztowy i najszybszy w realizacji. Posiada on jednak wady, w tym jedną z ważniejszych – brak standaryzacji danych wejściowych do obliczeń i brak możliwości kontroli implementacji metody w aplikacjach obliczeniowych. Zaletą tego sposobu jest, powstawanie konkurencyjnego oprogramowania na wolnym rynku, implementującego metodę godzinową. Należy w tym przypadku zadbać o zgodność z testami weryfikacyjnymi oprogramowania podanymi w normie.

Sposób 6 jest najbardziej skomplikowany, najdłuższy w realizacji i najbardziej kosztowny. Umożliwia jednak kontrolę parametrów metody godzinowej, kontrolę kodu metody

godzinowej i danych wejściowych do obliczeń, szybką reakcją w przypadku wykrycia błędów w oprogramowaniu i korektę wystawionych świadectw charakterystyki energetycznej budynków. Umożliwia również łatwą integrację centralnego systemu obliczeniowego z rejestrem świadectw charakterystyki energetycznej.

Sposoby 3 i 4, w których przewiduje się tworzenie oprogramowania implementującego metodę godzinową dystrybuowanego do osób wykonujących świadectwa charakterystyki energetycznej, są kosztowne i stwarzają wiele problemów z oprogramowaniem rozproszonym.

Tab. 102 Sposoby implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków

Sposób implementacji metody godzinowej	Wskazanie metody godzinowej dla różnych typów budynków w rozporządzeniu	Opracowanie parametrów domyślnych metody godzinowej na poziomie krajowym – załącznik A normy PN-EN ISO 52016-1	Wartości domyślne metody godzinowej wg załącznika B normy PN-EN ISO 52016-1	Oprogramowanie opracowane na wolnym rynku – weryfikowane wg testów podanych w normie PN-EN ISO 52016-1	Oprogramowanie opracowane przez administratora systemu świadectw dystrybuowane do osób wykonujących świadectwa charakterystyki energetycznej budynków	Aplikacja serwerowa – chmura obliczeniowa opracowana przez administratora systemu świadectw – aplikacja internetowa w przeglądarce na komputerze osoby wykonującej świadectwo charakterystyki energetycznej budynku
Sposób 1	✓		✓	✓		
Sposób 2	✓	✓		✓		
Sposób 3	✓		✓		✓	
Sposób 4	✓	✓			✓	
Sposób 5	✓		✓			✓
Sposób 6	✓	✓				✓

W tabeli 103 przedstawiono zalety i wady poszczególnych sposobów implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków.

Tab. 103 Zalety i wady sposobów implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków

Sposób implementacji	Zalety	Wady
Sposób 1	<p>Najszybszy sposób implementacji. Nie wymaga nakładów na opracowanie, które określi parametry domyślne metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A normy PN-EN ISO 52016-1, nie wymaga nakładów związanych z opracowaniem oprogramowania implementującego metodę godzinową. Oprogramowanie powstaje w firmach informatycznych, które dostarczają je na rynek. Wymogiem może być spełnienie testów weryfikacyjnych podanych w normie.</p>	<p>Brak możliwości wpływania, na parametry godzinowej metody obliczeniowej zgodnie z polityką energetyczną państwa w sektorze budownictwa, brak kontroli i standaryzacji harmonogramów użytkownika różnych typów budynków oraz harmonogramów sterowania i regulacji systemów ogrzewania, wentylacji, chłodzenia i klimatyzacji co może prowadzić do nieporównywalnych wyników zapotrzebowania na energię użytkową dla różnych typów budynków oraz może prowadzić do nadużyć.</p>
Sposób 2	<p>Sposób na sprawną implementację metody godzinowej, z niewielkimi nakładami na opracowanie niezbędnych parametrów domyślnych dla metody godzinowej z uwzględnieniem wszystkich parametrów, które mają wpływ na politykę energetyczną państwa w sektorze budownictwa. Opracowanie niezbędnych parametrów metody godzinowej i harmonogramów użytkownika, sterowania i regulacji dla systemów technicznych budynku standaryzuje obliczenia i zmniejsza ryzyko nadużyć.</p>	<p>Brak kontroli nad oprogramowaniem powstającym dla potrzeb systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków. Wadę tą można ograniczyć wprowadzając w metodyce wymóg spełnienia testów weryfikacyjnych dla powstającego na wolnym rynku oprogramowania implementującego metodę godzinową</p>
Sposób 3	<p>Kontrola powstającego oprogramowania dla metody godzinowej. Brak nakładów na opracowanie parametrów domyślnych metody godzinowej wyznaczonych na poziomie krajowym wg załącznika A normy PN-EN ISO 52016-1. Możliwość reakcji w przypadku wykrycia błędów w oprogramowaniu oraz przyszłych zmian w metodzie godzinowej.</p>	<p>Wady jak w sposobie 1. Dodatkowo niezbędne jest utrzymywanie kontroli nad powstającym kodem programu implementującego metodę godzinową wraz z infrastrukturą informatyczną niezbędną do usuwania błędów oprogramowania i jego dystrybucji. Oprogramowanie rozproszone w pewien sposób zamraza stan wiedzy do wersji oprogramowania. Może powstawać problem różnych wersji oprogramowania używanego przez</p>

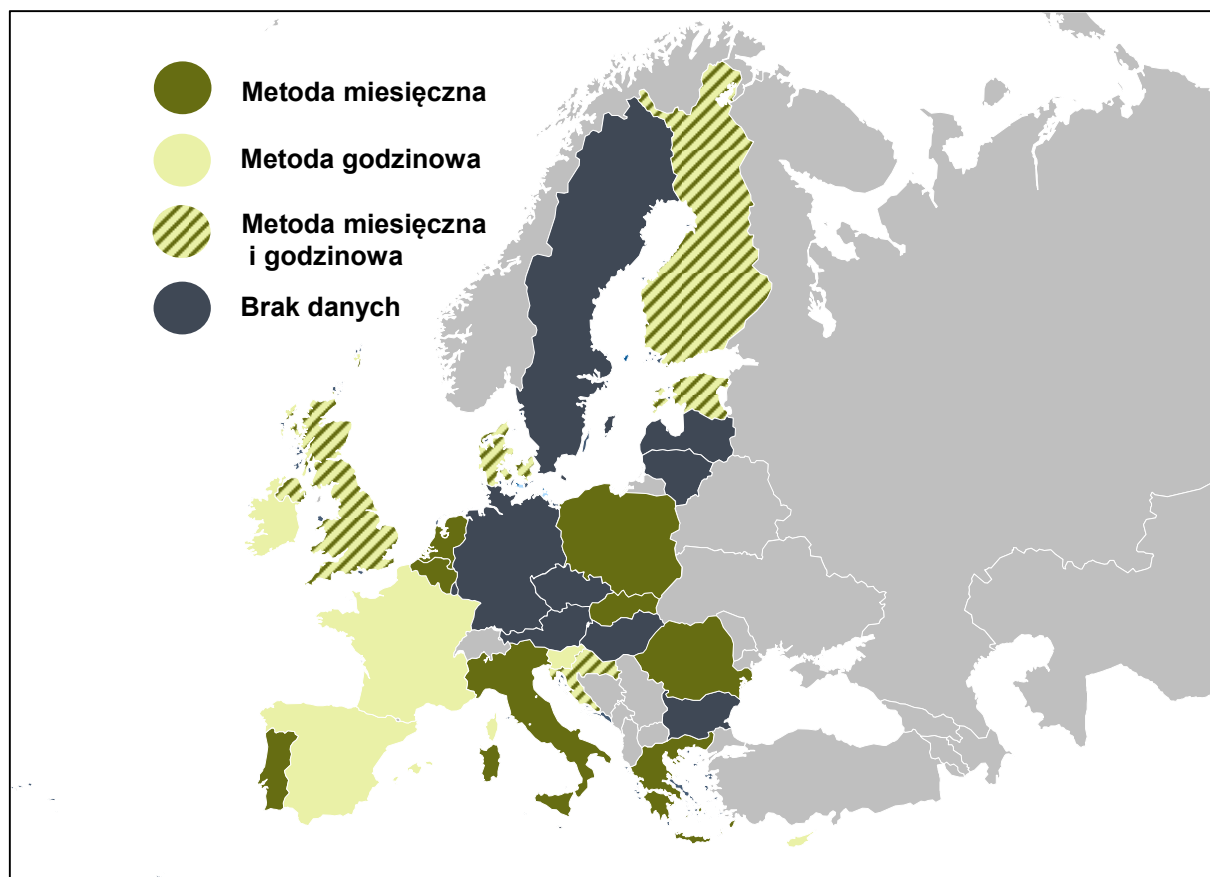
Sposób implementacji	Zalety	Wady
Sposób 4	<p>Zalety jak w przypadku sposobu 3 oraz możliwość opracowania niezbędnych parametrów domyślnych dla metody godzinowej z uwzględnieniem wszystkich parametrów, które mają wpływ na politykę energetyczną państwa w sektorze budownictwa. Zmniejszenie możliwości nadużyć poprzez stosowanie różnych harmonogramów użytkownika budynków.</p>	<p>osoby wykonujące świadectwa charakterystyki energetycznej</p> <p>Niezbędne jest utrzymywanie kontroli nad powstającym kodem programu implementującego metodę godzinową wraz z infrastrukturą informatyczną niezbędną do usuwania błędów oprogramowania i jego dystrybucji. Oprogramowanie rozproszone w pewien sposób zamraża stan wiedzy do wersji oprogramowania. Może powstawać problem różnych wersji oprogramowania używanego przez osoby wykonujące świadectwa charakterystyki energetycznej</p>
Sposób 5	<p>Zcentralizowany system obliczeniowy metody godzinowej. Użytkownik dostarcza standaryzowane dane do obliczeń. Możliwość kontroli danych dostarczanych do obliczeń. Łatwość usuwania błędów oprogramowania. Możliwość przeliczenia wszystkich zarejestrowanych świadectw charakterystyki energetycznej pod warunkiem przechowywania danych do obliczeń. Możliwość automatycznej rejestracji świadectwa wraz z danymi do jego wyznaczenia. Możliwość sprawnego uaktualniania metodyki obliczeniowej w skali całego kraju.</p>	<p>Jak w sposobie 1. Dodatkowo kosztowny proces implementacji i utrzymywania infrastruktury informatycznej niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania systemu świadectw charakterystyki energetycznej.</p>
Sposób 6	<p>Zalety jak w sposobie 5, dodatkowo możliwość standaryzacji parametrów metody godzinowej dla różnych typów budynków oraz harmonogramów użytkownika, sterowania i regulacji co prowadzi do bardziej porównywalnych wyników obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową.</p>	<p>Najbardziej kosztowny sposób implementacji metody godzinowej w systemie świadectw charakterystyki energetycznej budynków. Konieczność ciągłego utrzymywania infrastruktury informatycznej odpowiedzialnej za utrzymywanie prawidłowego działania scentralizowanego systemu obliczeniowego. Konieczność ciągłego nadzoru, rozwijania i konserwacji kodu oprogramowania aplikacji serwerowej.</p>

W przypadku sposobów implementacji metody godzinowej polegającej na udostępnianiu przez organ państwa odpowiedzialny za wdrożenie systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków polegający na opracowaniu, wdrożeniu i rozpowszechnianiu oprogramowania, niezależnie czy to w postaci programów instalowanych na komputerach użytkowników czy oprogramowania pracującego w chmurze obliczeniowej i uruchamianego w przeglądarkach internetowych użytkowników, należy zadbać o odpowiedni interfejs graficzny użytkownika. Interfejs taki nie może być w swych założeniach w postaci tabelarycznej, ze względu na dużą ilość danych geometrycznych oraz szczegółów dotyczących elementów budynku. Graficzny interfejs użytkownika w postaci dużej liczby tabel do wypełnienia przez użytkownika oprogramowania (co jest łatwe implementacyjnie w przypadku oprogramowania pracującego w chmurze obliczeniowej i uruchamianego w przeglądarkach obliczeniowych) powoduje, że oprogramowanie takie staje się bardzo szybko bardzo trudne w obsłudze i bardzo szybko staje się bezużyteczne. Graficzny interfejs użytkownika zwłaszcza oprogramowania implementującego metodę godzinową powinien być wyposażony w modeler, wraz z wizualizacją 3D tworzonego modelu budynku. Tylko takie rozwiązanie umożliwia sprawne wprowadzanie danych o budynku do systemów komputerowych i wizualną kontrolę tych danych.

Innym rozwiązaniem może być stworzenie centralnego oprogramowania pracującego jako silnik obliczeniowy metody godzinowej pracujący w chmurze obliczeniowej, lecz to rozwiązanie wymaga opracowanie i standaryzację protokołu danych wsadowych przesyłanych z programów klienckich do serwisu obliczeniowego. Zadanie to jest trudne ze względu na złożoność danych wejściowych dla metody godzinowej. Protokół taki istnieje dla silnika obliczeniowego programu EnergyPlus i był rozwijany przez kilkadziesiąt lat. Dodatkowo należałoby udostępnić program modelera używanego przez użytkowników końcowych przygotowujących dane do obliczeń charakterystyki energetycznej budynków w scentralizowanym systemie obliczeniowym.

W trakcie tworzenia pakietu norm opisujących metodologię systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków na poziomie europejskim, M/480 udzielonym Europejskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu (CEN), powstał pakiet demonstracyjnych skoroszytów obliczeniowych⁶⁹ implementujących system świadectw charakterystyki energetycznej, w których zastosowano metody obliczania całego systemu norm EPB. Wśród tych demonstracyjnych arkuszy obliczeniowych znajduje się również taki, który implementuje metodę godzinową. W arkuszu tym metoda ta oprogramowana jest w postaci modułów obliczeniowych napisanych w VBA (Visual Basic for Applications). Europejski Komitet Normalizacyjny zadbał o to, aby przedstawić oprócz norm także aplikację systemu obliczeniowego.

⁶⁹Demonstracyjne skoroszyty obliczeniowe implementujące normy EPB dostępne są pod adresem: <https://epb.center/documents/>.



Rys. 11 Podział krajów UE ze względu na rodzaj metody obliczeniowej wdrożony w ramach systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków^{70, 71, 72, 73} (projekt mapy: Showeet)

W większości państw Unii Europejskiej świadectwa charakterystyki energetycznej wykonuje się w oparciu o metodę obliczeniową – miesięczną, godzinową lub za pomocą obu metod. Nie wszystkie jednak kraje przyjęły taką samą metodykę obliczeń. Norma PN-EN ISO 52016-1 umożliwia wykonywanie obliczeń metodą miesięczną lub metodą godzinową. Kraje członkowskie w różny sposób określiły metodę obliczeniową na potrzeby systemu świadectw charakterystyki energetycznej, co pokazano na rysunku 11.

W niektórych krajach wprowadzono metodę opartą o bilanse miesięczne, w innych obliczenia wykonuje się na podstawie metody godzinowej, a w jeszcze innych w zależności od typu budynku obliczenia można wykonywać jedną bądź drugą metodą. W Polsce aktualnie stosuje się metodę bilansową miesięczną z pewnymi ograniczeniami, wzory zapisane

⁷⁰Building Performance Institute Europe (BPIE). 2015. “Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2016. Featuring Country Reports.”. ISBN 978-972-8646-32-5.

⁷¹Danish Energy Agency (DEA). 2019. “Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2018. Country Reports.”. ISBN 978-87-93180-43-7.

⁷²X-tendo – eXTENDING the energy performance assessment and certification schemes via a mOdular approach, projekt Horyzont 2020 nr 845958, <https://x-tendo.eu/>.

⁷³QualDeEPC “High-quality Energy Performance Assessment and Certification in Europe Accelerating Deep Energy Renovation“ projekt Horyzont 2020 nr 847100, <https://qualdeepc.eu/>.

w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie odzwierciedlają w pełni metody miesięcznej podanej w wycofanej w 2017 r. w normie PN-EN ISO 13790.

Dodatkowo w krajach UE w różny sposób wprowadzono możliwość stosowania narzędzi obliczeniowych. W tabeli 104 zestawiono stosowane narzędzia w krajach członkowskich UE.

Tab. 104 Narzędzia obliczeniowe stosowane do wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków w wybranych krajach UE

Narzędzie obliczeniowe w systemie świadectw charakterystyki energetycznej		
Oficjalne urzędowe	Komercyjne – zatwierdzone urzędowo	Komercyjne – niezatwierdzone urzędowo
▶ Belgia	▶ Austria	▶ Czechy
▶ Bułgaria	▶ Cypr	▶ Finlandia
▶ Chorwacja	▶ Dania	▶ Hiszpania
▶ Cypr	▶ Estonia	▶ Łotwa
▶ Czechy	▶ Francja	▶ Polska
▶ Finlandia	▶ Grecja	▶ Portugalia
▶ Grecja	▶ Irlandia	▶ Rumunia
▶ Holandia	▶ Niemcy	▶ Węgry
▶ Irlandia	▶ Rumunia (tylko budynki mieszkalne)	
▶ Litwa	▶ Słowacja	
▶ Luksemburg	▶ Słowenia	
▶ Malta	▶ Wielka Brytania	
▶ Włochy	▶ Włochy	

W trzynastu krajach wprowadzono oficjalne urzędowe narzędzia obliczeniowe. Pozwala to na łatwą zmianę procedur obliczeniowych, wprowadzanie poprawek oraz weryfikację przeprowadzanych obliczeń. W trzynastu państwach (w Rumunii tylko dla budynków mieszkalnych) dopuszczono do stosowania narzędzia komercyjne, które zostały zatwierdzone przez organ państwa odpowiedzialny za system świadectw charakterystyki energetycznej budynków. W ośmiu państwach stosuje się narzędzia komercyjne, które nie zostały zatwierdzone przez odpowiedni organ, ale są zgodne z krajową metodyką obliczeń.

4. Metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii

4.1 Metoda zużyciowa w świetle Dyrektyw Europejskich

Możliwość wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii wprowadziła już pierwotna wersja dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków⁷⁴. W artykule 2 „Definicje” jasno określono, co rozumie się pod pojęciem „charakterystyki energetycznej budynku”.

Artykuł 2 (cytat z polskiej wersji językowej dyrektywy):

2) „charakterystyka energetyczna budynku”: wartość energii zużywanej rzeczywiście lub szacowanej do spełnienia różnych potrzeb związanych ze znormalizowanym użytkowaniem budynku, która może obejmować m.in. ogrzewanie, ciepłą wodę, chłodzenie, wentylację i oświetlenie. Wartość ta może być odzwierciedlona w jednym lub większej ilości wskaźników numerycznych, które zostały obliczone z uwzględnieniem izolacji, charakterystyki technicznej i instalacyjnej, projektu i usytuowania w relacji do aspektów klimatycznych, wystawienia na słońce i wpływu konstrukcji sąsiadujących, wytwarzania energii własnej i innych czynników, włącznie z klimatem wewnętrznym, mających wpływ na zapotrzebowanie na energię.

Państwa członkowskie mogły zatem przyjąć 3 rozwiązania:

- ▶ określanie charakterystyki energetycznej budynku opartej na wartości energii zużywanej rzeczywiście,
- ▶ określanie charakterystyki energetycznej budynku opartej na szacowanym zużyciu energii,
- ▶ przyjęcie podejścia umożliwiającego alternatywne stosowanie obu metod.

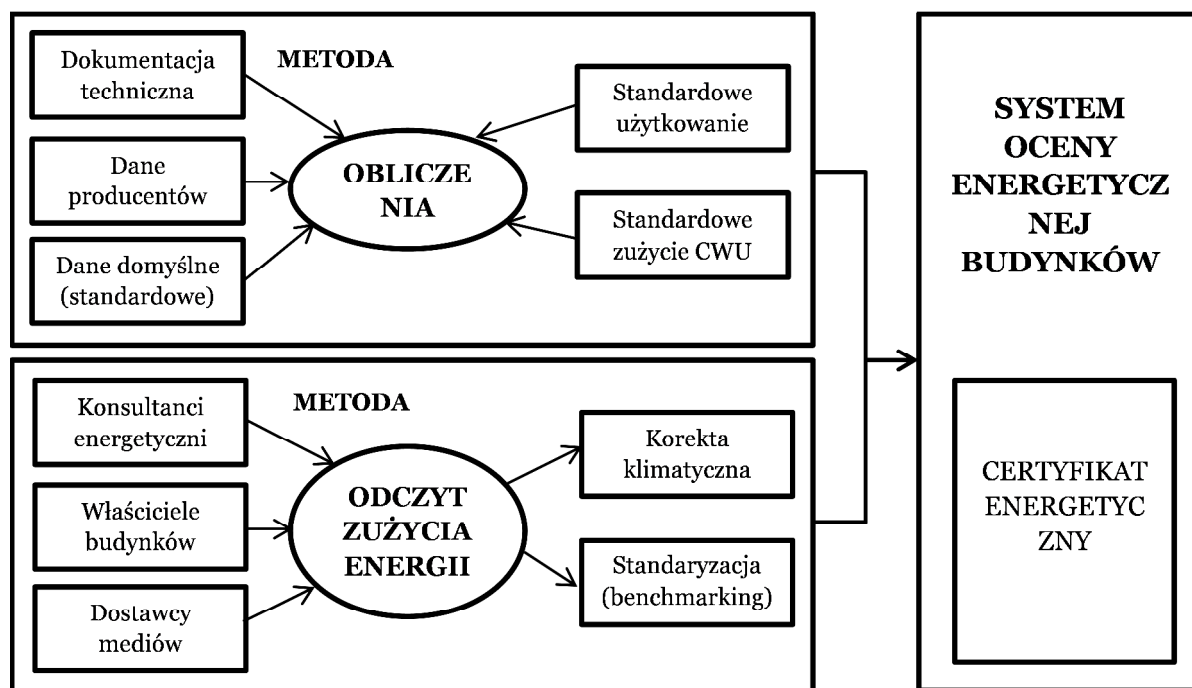
Definicja charakterystyki energetycznej budynku jasno precyzowała, że niezależnie od przyjętego sposobu jej określania powinna ona dotyczyć standardowego sposobu użytkowania budynku. Pod tym pojęciem można rozumieć np. standardową liczbę użytkowników, typowy sposób korzystania z systemów budynkowych, czy w końcu typowe warunki klimatyczne (zarówno zewnętrzne, jak i wewnętrzne). Ramy ogólne do obliczania charakterystyki energetycznej budynków, opisane w załączniku do Dyrektywy, były wspólne dla obu metod.

Dylematy krajów członkowskich w tamtym czasie doskonale przedstawił raport projektu Concerted Action EPBD⁷⁵. Zwrócono tam uwagę, że celem Dyrektywy nie jest certyfikowanie użytkowników, tylko certyfikowanie budynków, w których mogą w przyszłości zamieszkać ludzie o innych przyzwyczajeniach. Jest to bardzo silny argument za przeliczaniem zmierzonego zużycia energii na warunki standardowe. W raporcie przedstawiono także zupełnie różne kierunki oraz źródła przepływu informacji w metodzie zużyciowej oraz obliczeniowej (rys. 12). Wykorzystanie obu metod we wspólnym schemacie certyfikacji

⁷⁴Dyrektywa 2002/91/WE.

⁷⁵Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports 2010, Eduardo Maldonado [red.]. (ISBN: 978-92-9202-090-3) <http://www.epbd-ca.org>, European Commission, Brussels (2011).

energetycznej budynków wymaga zatem stosowania specjalnych procedur standaryzacyjnych, a w przypadku metody zużyciowej także istnienia krajowego systemu porównawczego. Zalety i wady obu metod (wg. wspomnianego wcześniej raportu) przedstawia tabela 105.



Rys. 12 Przepływ informacji w metodzie zużyciowej oraz w metodzie obliczeniowej (opracowano na podstawie⁷⁶⁾)

Tab. 105 Syntetyczne porównanie metody życiowej oraz metody obliczeniowej (tłumaczenie z Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports 2010⁷⁷⁾)

	Zalety	Wady
Charakterystyka energetyczna budynku określana w oparciu o metodę zużyciową	<ul style="list-style-type: none"> Ocena energetyczna budynku jest bardzo szybka, a oszczędności energii są bezpośrednio powiązane z rzeczywistym zużyciem energii, Metoda jest często tańsza od metody obliczeniowej ze względu na krótszy czas określenia charakterystyki 	<ul style="list-style-type: none"> Identyfikacja możliwych przedsięwzięć modernizacyjnych jest utrudniona, gdyż nieznanym jest podział zużycia energii na różne cele. Rekomendacje silnie zależą od wiedzy i doświadczenia audytora, Metoda wymaga opracowania

⁷⁶Jensen, O. M., Hansen, M. T., Thomson, K. E., & Wittchen, K. B. (2007). Development of a 2nd generation energy certificate scheme–Danish experience. Hørsholm, Denmark Danish Building Research Institute (SBI).

⁷⁷Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) - Featuring Country Reports 2010, Eduardo Maldonado [red.]. (ISBN: 978-92-9202-090-3) <http://www.epbd-ca.org>, European Commission, Brussels (2011).

	Zalety	Wady
		<p>specjalnej procedury przeliczania zmierzonej energii na zużycie w warunkach standardowych,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Czas zaoszczędzony na określeniu zużycia energii jest tracony na przeliczenia zużycia energii do warunków standardowych oraz na opracowanie rekomendacji.
Charakterystyka energetyczna budynku określana w oparciu o metodę obliczeniową	<ul style="list-style-type: none"> • Uzyskuje się pogłębioną wiedzę na temat energetycznych cech powłoki budynku oraz instalacji wewnętrznych, • Możliwe jest określenie oszczędności energetycznych dla poszczególnych przedsięwzięć modernizacyjnych, • Standardowa procedura obliczeniowa umożliwia porównywanie (benchmarking) różnych budynków. 	<ul style="list-style-type: none"> • By określić charakterystykę obliczeniową wymagane jest czasochłonne skompletowanie wielu szczegółowych informacji na temat budynku i jego instalacji.

W roku 2010 krajowe systemy certyfikacji budynków oparte były na:

- ▶ metodzie obliczeniowej – 15 krajów (regionów): Austria, Belgia (Flandria), Belgia (Walonia), Czechy, Dania, Holandia, Irlandia, Norwegia, Portugalia, Rumunia, Słowenia, Słowacja, Węgry, Wieka Brytania, Włochy;
- ▶ metodzie zużyciowej – 1 kraj: Szwecja;
- ▶ kombinacji obu metod – 3 kraje: Finlandia, Luksemburg, Niemcy.

Wersja przekształcona dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków wprowadziła nieco zmienioną definicję pojęcia „charakterystyka energetyczna budynku”, odwracając w odniesieniu do poprzedniej kolejność wymienienia metod obliczeniowej i życiowej. Wynikało to zapewne ze znacznie większej liczby implementacji metody obliczeniowej do prawa krajów członkowskich.

„«Charakterystyka energetyczna budynku» oznacza obliczoną lub zmierzoną ilość energii potrzebnej do zaspokojenia zapotrzebowania na energię związanego z typowym użytkowaniem budynku, która obejmuje m.in. energię na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, ciepłej wody i oświetlenia” – cytata z polskiej wersji językowej dyrektywy⁷⁸.

⁷⁸Dyrektywa 2010/31/UE.

Pozostał zapis mówiący o odniesieniu zużycia energii do standardowych warunków użytkowania. Pozostawiono także wspólne ramy ogólne do obliczania charakterystyki energetycznej budynków opisane w załączniku 1 przetworzonej wersji Dyrektywy.

W artykule 8 odnoszącym się do systemów technicznych budynku w punkcie 2 zobowiązano kraje członkowskie do promowania inteligentnych systemów pomiarowych w odniesieniu do energii elektrycznej:

„2. Państwa członkowskie zachęcają do wprowadzania inteligentnych systemów pomiarowych w trakcie wznoszenia lub ważniejszej renowacji budynku, zapewniając zgodność tej zachęty z pkt 2 załącznika I do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotyczącej wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej”⁷⁹.

Punkt 2 załącznika dyrektywy dotyczącej wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej wskazuje, że celem tych systemów nie jest ich wykorzystanie do opracowywania charakterystyki energetycznej budynków, a aktywne włączenie konsumentów od rynku dostaw energii elektrycznej.

Państwa członkowskie zapewniają wdrożenie inteligentnych systemów pomiarowych, które pozwolą *„na aktywne uczestnictwo konsumentów w rynku dostaw energii elektrycznej. Wdrożenie tych systemów pomiarowych może być uzależnione od ekonomicznej oceny wszystkich długoterminowych kosztów i korzyści dla rynku oraz indywidualnego konsumenta lub od oceny, która forma inteligentnego pomiaru jest uzasadniona z ekonomicznego punktu widzenia i najbardziej opłacalna oraz w jakim czasie ich dystrybucja jest wykonalna”⁸⁰.*

4.2 Metoda zużyciowa w świetle norm europejskich

W trakcie obowiązywania pierwotnej wersji dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków w CEN opracowano normę dotyczącą metody wyrażania charakterystyki energetycznej i certyfikacji energetycznej budynków⁸¹.

W rozdziale 3 te same normy umieszczono szereg definicji precyzujących różne terminy odnoszące się do zmierzonej energii oraz do wskaźników bazujących na tej energii.

W dalszych częściach opisano wymagania dla krajowych sposobów wyrażania charakterystyk energetycznych budynków oraz dla certyfikatów energetycznych. W wielu miejscach wyraźnie rozróżnia się metodę obliczeniową i zużyciową.

Przykładowo dla metody obliczeniowej sformułowano 2 metody definiowania wartości referencyjnych: oparte na krajowych wymaganiach dla nowych budynków R_f lub na medianie rozkładu wskaźnika charakterystyki energetycznej istniejących budynków R_s . Jasno jednak zaznaczono, że jeśli charakterystyka energetyczna wykorzystuje metodę zużyciową, można

⁷⁹Ibidem.

⁸⁰Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE (OJ L 211, 14.8.2009, p. 55–93), zwana dalej Dyrektywa 2009/72/WE.

⁸¹PN-EN 15217:2008 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metody wyrażania charakterystyki energetycznej i certyfikacji energetycznej budynków, zwana dalej PN-EN 15217:2008.

przyjąć alternatywne definicje dla R_r , dopóki nie staną się dostępne wystarczające dane dotyczące zużycia energii w budynkach ukończonych zgodnie z nowymi przepisami.

Obecnie ogólne ramy i procedury dotyczące energetycznych właściwości użytkowych budynków zawiera norma PN-EN ISO 52000-1.

W rozdziale 8 wspomnianej powyżej normy przedstawiono ogólne zasady określania charakterystyki energetycznej budynku przy pomocy metody zużyciowej oraz zasady porównywania z charakterystykami obliczeniowymi. Zagadnienia poruszane to:

- ▶ uwagi ogólne,
- ▶ wynik metody,
- ▶ przedziały pomiarowe i okres pomiaru,
- ▶ dane wejściowe (dane produktów, dane projektowe systemu, dane dotyczące warunków pracy, stałe i dane fizyczne, inne dane),
- ▶ procedury pomiarowe,
- ▶ zmierzona wydajność energetyczna,
- ▶ porównanie obliczonej wydajności energetycznej i zmierzonej wydajności energetycznej,
- ▶ raportowanie charakterystyki energetycznej określonej na drodze pomiarowej.

Raport o charakterystyce energetycznej określonej przy pomocy metody zużyciowej powinien zawierać następujące informacje:

- ▶ rodzaj oceny (np. faktyczny, skorygowany pod względem warunków klimatycznych, skorygowany pod względem sposobu użytkowania, znormalizowany);
- ▶ rzeczywiste zmierzone ilości energii dostarczonej i wyeksportowanej;
- ▶ skorygowane zmierzone ilości energii dostarczonej i wyeksportowanej;
- ▶ zmierzona charakterystyka energetyczna;
- ▶ wynik odpowiednich sprawdzeń walidacyjnych;
- ▶ informacje o założeniach i/lub inne istotne fakty dotyczące pomiarów energii.

Powyższa lista potwierdza raz jeszcze, że w rozumieniu gremiów pracujących na rzecz wdrożenia dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków w krajach członkowskich UE, metoda zużyciowa to nie tylko proste zraportowanie rzeczywistego zużycia energii według odczytów z liczników, ale cała metodyka uwzględniająca konieczność standaryzacji sposobu użytkowania i specyfiki klimatu w okresie zbierania danych.

4.3 Przykład kraju, który z sukcesem wdrożył metodę zużyciową

Szwecja jest przykładem kraju, który z sukcesem wdrożył metodę zużyciową⁸². Przepisy dotyczące charakterystyki energetycznej opierają się na zmierzonej ilości energii dostarczonej, wliczając zużycie energii na cele ogrzewania, chłodzenia, ciepłej wody oraz energię pomocniczą (pompy, wentylatory i oświetlenie dla wszystkich budynków), podzielone

⁸²Hans-Olof Karlsson Hjorth, Roger Antonsson, Tove Lundmark Söderberg, Sofia Wellander, Erik Olsson, Karin Fant, EPBD implementation in Sweden Status December 2016, Conceted Action, Energy Performance of Buildings 2018.

przez powierzchnię ogrzewaną do temperatury większej niż 10°C (A_{temp}). Zgodnie z przepisami budowlanymi (BFS 2011: 6) nowe budynki muszą być zaprojektowane w taki sposób, aby zużycie energii było ograniczone dzięki niskim stratom ciepła, niskim zapotrzebowaniem na chłodzenie, wydajnym wykorzystaniem ogrzewania i chłodzenia oraz efektywnym wykorzystaniem energii elektrycznej.

Budynki muszą być zaprojektowane w sposób spełniający szereg wymagań:

- ▶ dla każdej ze stref klimatycznych zdefiniowane są różne dopuszczalne wartości zużycia energii (wymagania dla strefy klimatycznej III, w której mieszka większość szwedzkiej populacji przedstawiono w tabeli 106: budynki mieszkalne oraz w tabeli 107: budynki niemieszkalne).
- ▶ dla każdej ze stref klimatycznych zdefiniowana jest maksymalna moc znamionowa zainstalowanych elektrycznych urządzeń grzewczych (wymaganie ma zastosowanie do ogrzewania elektrycznego, elektrycznych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej lub pomp ciepła). Wymagania dla strefy klimatycznej III także przedstawiają tabele 106 i 107).

Tab. 106 Wymagania wg szwedzkich przepisów budowlanych z 2006 r. dla budynków mieszkalnych w III strefie klimatycznej

Dopuszczalne zużycie energii dla nowo wznoszonych budynków mieszkalnych [kWh/m ² rok] A_{temp}	2015								2017	
	2006	2009	2012	Budynki jednorodzinne		Budynki wielorodzinne				
				1-2 lokale	Iloraz PE ⁴	> 2 lokale	> 50% powierzchni ogrzewanej zajmują lokale <35 m ²	Iloraz PE ⁴		
Budynki ogrzewane elektrycznie ^{1,2}	75 ³	55	55	55			50	55	80/50=1.60	Planowane NZEB dla wszystkich typów po lipcu 2017
Budynki ogrzewane w inny sposób niż elektryczny	110	110	90	90	90/55=1.64		80	90	90/55=1.64	

UWAGI:

1. Budynek ogrzewany elektrycznie oznacza, że zainstalowano urządzenia o mocy > 10 W/m²;
2. Maksymalna moc urządzeń do ogrzewania elektrycznego powinna spełniać wymaganie $P_{max}=4.5+0.025*(A_{temp}-130)$ [kW];
3. Tylko dla paneli elektrycznych w domach jednorodzinnych;
4. Iloraz Energii Pierwotnej PE – stosunek wymagania dla budynków ogrzewanych w sposób inny niż elektryczny do wymagania dla budynków ogrzewanych w sposób elektryczny;
5. Po modernizacji należy dążyć do uzyskania wskaźnika biorąc pod uwagę wielkość modernizacji i możliwości budynku. Jest to cel zalecany, ale nie wymagany. Cel jest określony przez możliwości budynku, na przykład, nie należy wprowadzać żadnych zmian w wartościach kulturowych budynku. Ponieważ właściciele nie mogą zmieniać wyglądu okien, dlatego osiągnięcie zdefiniowanych wymagań może być niemożliwe.

Tab. 107 Wymagania wg szwedzkich przepisów budowlanych z 2006 r. dla budynków niemieszkalnych w III strefie klimatycznej

Dopuszczalne zużycie energii dla nowo ⁵ wznoszonych budynków niemieszkalnych (włączając budynki użyteczności publicznej) [kWh/m ²] A _{temp}	2006	2009	2012	2015	Iloraz PE ⁴	2017
Budynki ogrzewane elektrycznie ^{1,2} ,	100 ³	55 ⁵	55 ⁵	50 ⁵	70/50 =1,4	Planowane NZEB dla wszystkich budynków po lipcu 2017
Budynki ogrzewane w inny sposób niż elektryczny		100 ⁴	80 ⁴	70 ⁴		

UWAGI:

1. Budynek ogrzewany elektrycznie oznacza, że zainstalowano urządzenia o mocy > 10 W /m²;
 2. Maksymalna moc urządzeń do ogrzewania elektrycznego powinna spełniać wymagania
Dodatek jeżeli q_{hygiene} zawiera się w przedziale od 0,35 do 1,0 l/(sm²);
 3. Dodatek jeżeli q_{hygiene} zawiera się w przedziale od 0,35 do 1,0 l/(sm²) +110*(q_{hygiene}-0.35) [kWh/m²rok];
 4. Dodatek jeżeli q_{hygiene} zawiera się w przedziale od 0,35 do 1,0 l/(sm²) +70*(q_{hygiene}-0.35) [kWh/m²rok];
 5. Dodatek jeżeli q_{hygiene} zawiera się w przedziale od 0,35 do 1,0 l/(sm²) +45*(q_{hygiene}-0.35) [kWh/m²rok]
- Istniejące budynki: Po modernizacji należy dążyć do uzyskania wskaźnika biorąc pod uwagę wielkość modernizacji i możliwości budynku.
- q_{hygiene} to dodatkowy strumień powietrza niezbędny do spełnienia szczególnych wymagań higienicznych w niektórych budynkach niemieszkalnych.

W latach 2006/2007 Szwecja zaczęła tworzyć krajową bazę świadectw energetycznych. W 2018 roku baza danych zawierała około 660 000 świadectw. Baza zawiera unikalny zestaw informacji dotyczących zużycia energii w szwedzkich zasobach budowlanych. Podstawą opracowania świadectwa jest pomiar ilości zużytej energii. Opracowaniem świadectw zajmują się certyfikowani asesorzy po uprzedniej osobistej inspekcji budynku. Dzięki temu baza danych i zawarte w niej informacje są cenne do celów statystycznych i badawczych, a także do monitorowania i oceny zużycia energii przez budynki. Baza danych służy również do udostępniania informacji na temat charakterystyki energetycznej budynków ogółowi społeczeństwa oraz potencjalnym nabywcom lub najemcom budynków. Ponadto baza danych jest wykorzystywana również do działań nadzorczych i do opracowywania przepisów.

Wdrożony w Szwecji system oceny charakterystyki energetycznej budynku oparty na pomiarach faktycznie zużytej energii jest powszechnie akceptowany zarówno przez rynek budowlany oraz branżę nieruchomości. Uważa się, że system podniósł także świadomość i wiedzę właścicieli, co przyczyniło się do wdrożenia wielu działań modernizacyjnych podejmowanych w celu dalszego zmniejszenia ilości faktycznie zużywanej energii.

Przykład Szwecji dowodzi, że możliwe jest zbudowanie efektywnego systemu certyfikacji opartego na metodzie zużyciowej. Należy jednak pamiętać, że wiele efektywnych systemów zbudowano także w krajach korzystających z metody obliczeniowej. Wydaje się zatem, że kluczem do sukcesu nie było samo wybranie metody opartej na pomiarze rzeczywistego zużycia energii, ale raczej konsekwencja w działaniu, brak metody alternatywnej, wczesne rozpoczęcie tworzenia bazy danych świadectw energetycznych, dobra polityka informacyjna oraz wysoka świadomość społeczeństwa wyczułonego na zagadnienia ekologiczne.

4.4 Metoda zużyciowa w świetle prawa polskiego

W pierwszym polskim akcie prawnym opisującym określanie charakterystyki energetycznej budynków - Rozporządzenie (Dz.U. z 2008 poz. 1240, przewidziano jedynie sposób obliczeniowy.

Nowelizacja tego rozporządzenia z dnia z dnia 3 stycznia 2013 r.⁸³ nie zmieniała tego stanu rzeczy. Metoda zużyciowa, jako ograniczona alternatywa dla metody obliczeniowej została wprowadzona w roku 2014r⁸⁴. Dopuszczono stosowanie tej metody w odniesieniu do budynków nieposiadających systemu chłodzenia, w których źródłem energii do ogrzewania przygotowania ciepłej wody użytkowej jest sieć ciepłownicza lub gazowa. Jednocześnie gaz nie może być stosowany do innych celów (np. przygotowania posiłków). Budynki są wyposażone w odpowiednie liczniki (ciepła, gazu, ciepłej wody). Aby wykonać charakterystykę energetyczną metodą zużyciową muszą być dostępne dokumenty potwierdzające zużycie ciepła i gazu z ostatnich 3 lat poprzedzających sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej, a w budynku w tym okresie nie przeprowadzano prac mogących poprawić charakterystykę energetyczną.

W roku 2015 ogłoszono nowe rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.⁸⁵ Nie zmieniło ono podstawowych założeń dotyczących stosowania metody zużyciowej, wprowadziło jednak lekkie zmiany redakcyjne.

W obecnie obowiązującej formie fragment Rozporządzenia (Dz.U. z 2015, poz. 376) przedstawia się następująco:

*§ 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;*

⁸³Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 3 stycznia 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (DZ.U. z 2013 poz. 45).

⁸⁴Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. 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 2014 poz. 45).

⁸⁵Rozporządzenie (Dz.U. z 2015, poz. 376).

- 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.

Metoda przedstawiona w załączniku 2 ogranicza się praktycznie do uśredniania do okresu 1 roku danych trzyletnich dotyczących zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania lub/i przygotowania ciepłej wody użytkowej. W załączniku podano także sposób uśredniania tych wartości, gdy w trakcie okresu stosowano dwa różne sposoby rozliczania dostaw gazu w m³ oraz w jednostce energii zawartej w dostarczonym paliwie gazowym.

Jednocześnie załącznik precyzuje sposób postępowania w przypadku, gdy budynek lub część budynku ma system ogrzewania oraz system przygotowania ciepłej wody użytkowej, które są zasilane jednym rodzajem nośnika energii (gazem ziemnym lub ciepłem sieciowym), i w dokumentach potwierdzających rzeczywiste zużycie ciepła sieciowego lub gazu ziemnego w budynku lub części budynku nie jest wskazany cel jego zużycia.

W niektórych przypadkach roczne zapotrzebowanie na energię końcową oraz roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną wyznaczane są wspólnie dla ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, a roczne zapotrzebowanie na energię użytkową nie jest wyznaczane w ogóle.

(Załącznik nr 2 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015, poz. 376))

1. Sposób obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub

części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową

1.1. Jeżeli budynek, lokal mieszkalny lub część budynku stanowiąca samodzielną całość techniczno-użytkową posiada system ogrzewczy oraz system przygotowania ciepłej wody użytkowej, które są zasilane jednym rodzajem nośnika energii (gazem ziemnym lub ciepłem sieciowym) i na dokumentach potwierdzających rzeczywiste zużycie ciepła sieciowego lub gazu ziemnego w budynku i lokalu mieszkalnym lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową nie jest wskazany cel jego zużycia:

- 1) roczne zapotrzebowanie na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu ogrzewczego oraz systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej **jest wyznaczane wspólnie;**
- 2) roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną dla systemu ogrzewczego oraz systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej **jest wyznaczane wspólnie;**

3) roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej **nie jest wyznaczane**.

1.2. Jeżeli w budynku lub części budynku stanowiącej samodzielną całość technicznoużytkową mają miejsce 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.

W trakcie przeliczeń na energię użytkową sprawności systemów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej przyjmowane są jak w metodzie obliczeniowej (wg zał. 1 Rozporządzenia (Dz.U. z 2015, poz. 376)):

- ▶ średnia sezonowa sprawność całkowita systemu ogrzewania wyznaczona zgodnie z pkt 4.1.2.1 załącznika nr 1 do rozporządzenia,
- ▶ średnia roczna sprawność całkowita systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej wyznaczona zgodnie z pkt 4.1.3.1 załącznika nr 1 do rozporządzenia.

Pomimo tego, że metoda zużyciowa pozbawiona jest jakiegokolwiek modułu przeliczania uzyskanych wartości na typowy sposób użytkowania budynku oraz standardowe warunki pogodowe, wynik oceny wykonany tą metodą porównywany jest z wartością referencyjną identyczną jak w metodzie obliczeniowej.

Warto zwrócić także uwagę na sposób prezentacji obu metod nieprofesjonalnym odbiorcom korzystającym ze świadectw energetycznych budynku. Na pierwszej stronie świadectwa charakterystyki energetycznej budynku umieszczono miejsce na podanie informacji czy świadectwo wykonano metodą obliczeniową czy zużyciową.

Zastanawiające są wyjaśnienia do wzoru świadectwa. Przy tytule tabeli „**Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek**” umieszczono odnośnik nr 12.

12) Metoda obliczeniowa odnosi się do standardowego sposobu użytkowania i standardowych warunków klimatycznych, natomiast metoda zużyciowa odnosi się do faktycznego sposobu użytkowania budynku, w związku z czym mogą wystąpić różnice w wynikach końcowych między obliczeniami sporządzonymi tymi metodami. W przypadku korzystania z metody obliczeniowej, z uwagi na standardowy sposób użytkowania, uzyskane wartości obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii lub energii nie pozwalają wnioskować o rzeczywistym zużyciu energii w budynku; wartości te są przybliżone.

Zapis dezawuuje podstawową metodę obliczeniową jako jedynie szacunkową, a niszową uproszczoną i praktycznie trudno-porównywalną metodę zużyciową przedstawia jako metodę dokładną.

4.5 Ocena implementacji przez Polskę możliwości wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii

Zagadnienia oceny rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania istniejących budynków na podstawie pomiarów prowadzono w Polsce już na początku XX wieku. W artykule z roku 2005 Kasperkiewicz⁸⁶ przedstawił wyniki badań nad taką oceną w odniesieniu do wielorodzinnego budynku mieszkalnego. W artykule opisano metodę oceny rzeczywistego zapotrzebowania na ciepło istniejącego budynku mieszkalnego na podstawie monitoringu dziennej dostawy ciepła z sieci ciepłowniczej do budynku w ciągu 82 kolejnych dni w zimie 2004 r. Oprócz dostawy ciepła do budynku monitoringiem objęto temperaturę zewnętrzną, zużycie ciepłej wody, jej temperaturę oraz temperaturę zimnej wody.

Metody pomiarowe oceny zużycia były także rozwijane w ramach Strategicznego Projektu Badawczego finansowanego przez NCBiR: „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków”. Metodę bilansową wyznaczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło na podstawie dwutygodniowych pomiarów zużycia ciepła w budynku opracowaną w ramach realizacji zadania badawczego nr 4: „Rozwój diagnostyki cieplnej budynków” przedstawia artykuł autorstwa Specjał i Bartosz⁸⁷.

Dla zastosowania opisanej w artykule metody bilansowej konieczne jest wykorzystanie wyników pomiarów (w okresie minimum 14 dniowym) następujących wartości średniodobowych: strumienia ciepła lub ciepła dostarczonego do budynku, temperatury wewnętrznej i zewnętrznej oraz natężenia promieniowania słonecznego. Należy również zebrać informacje dotyczące zysków wewnętrznych (z pomiarów i badań ankietowych) oraz informacje dotyczące wymiarów okien, zacielenia oraz współczynników przepuszczalności szyb okiennych. Autorki oceniały, że w przypadku 14 dniowych pomiarów, prowadzonych w okresie od listopada do marca, należy liczyć się z niepewnością 15%.

W zamieszczonych pod artykułem odpowiedziach na uwagi recenzentów autorki napisały:

„W znowelizowanym Rozporządzeniu dotyczącym wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2014 poz. 888) (projekt tej metody był znany od zeszłego roku) wprowadzono metodę wyznaczania charakterystyki energetycznej opartą na faktycznie zużytej ilości energii (średnia z ostatnich 3 lat poprzedzających wydanie świadectwa charakterystyki energetycznej). Nie przewidziano przeliczania zapotrzebowania na ciepło obliczonego na podstawie pomiarów w rzeczywistym sezonie grzewczym na warunki sezonu standardowego. Wiele autorytetów nie zgadza się z takim podejściem do «metody zużyciowej». Przyłączamy się do takich opinii i twierdzimy, że charakterystyka pomiarowa wyznaczona zgodnie z rozporządzeniem nie może być alternatywą dla charakterystyki energetycznej wykonywanej metodą obliczeniową, gdyż obliczeniowa odzwierciedla zapotrzebowanie na ciepło budynku w standardowym sezonie grzewczym, a pomiarowa w rzeczywistym sezonie grzewczym. Ponadto metoda ta ma ograniczoną możliwość zastosowania, gdyż odnosi się tylko do budynków zasilanych

⁸⁶Kasperkiewicz, Krzysztof. (2005). Metoda oceny zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania istniejących budynków mieszkalnych. Prace Instytutu Techniki Budowlanej, 34(3), 15–29.

⁸⁷Specjał, Aleksandra, & Bartosz, D. (2014). Metoda bilansowa wyznaczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło na podstawie dwutygodniowych pomiarów zużycia ciepła w budynku. *Instal*, 12, 37–43.

gazem lub ciepłem sieciowym, a nasza metoda bilansowa ma zastosowanie do wszystkich budynków”.

Przedstawione powyżej próby opracowania metod pomiarowych dostrzegały konieczność monitorowania nie tylko zużycia energii, ale także temperatury powietrza w budynku oraz na zewnątrz, a nawet natężenia promieniowania słonecznego i ocenę szczelności budynku. Procedury oceny wymagały szczegółowej wizji lokalnej, a nawet badań ankietowych.

Opisane metody nadają się zatem do badawczej walidacji metody obliczeniowej, a nie do powszechnego stosowania w celu opracowania charakterystyki energetycznej budynków. Wdrażając w Polsce metodę życiową nie skorzystano w żadnym stopniu z powyższych doświadczeń.

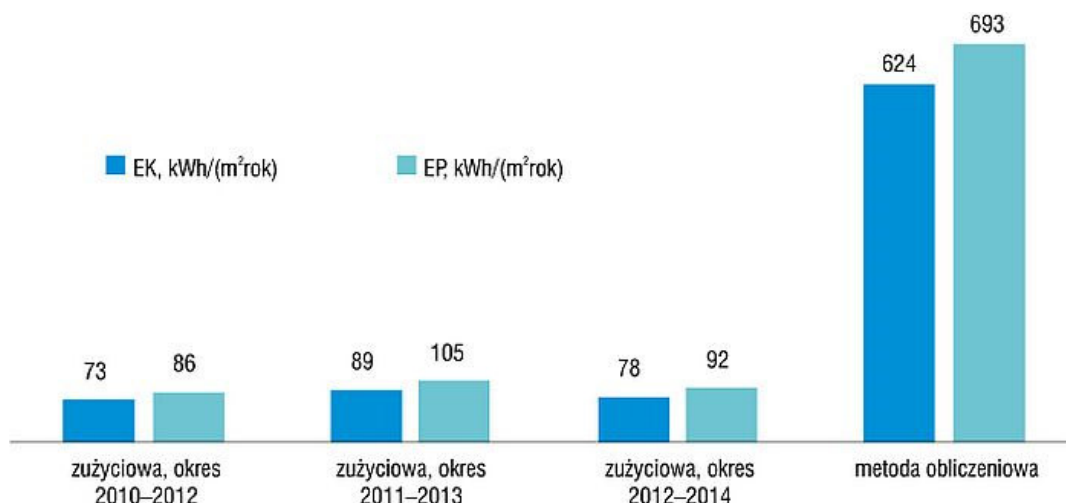
Porównanie stosowanej w Polsce metodologii określania charakterystyki energetycznej budynków przy pomocy metody zużyciowej z zapisami dyrektyw i norm europejskich wskazuje na ekstremalne uproszczenie polskiego podejścia. Praktycznie stosowana w Polsce metoda zużyciowa odnosi się do niezidentyfikowanego sposobu użytkowania budynku w wybranym (niereprezentatywnym pod względem klimatycznym) okresie. Świadectwo wykonane metodą zużyciową, korzystające z tej samej formy co świadectwa określone na drodze obliczeniowej, jest z nim praktycznie nieporównywalne.

Procedura wykonania świadectwa metodą zużyciową uniemożliwia audytorowi prawidłowe opracowanie zakresu rekomendowanych modernizacji. Metoda życiowa w obecnej wersji stwarza duże możliwości do wpływania przez właściciela budynku na wynik charakterystyki energetycznej budynku:

- ▶ zaniżanie temperatury budynku poniżej wartości referencyjnych,
- ▶ ograniczanie wentylacji poniżej wartości referencyjnych,
- ▶ ograniczenie zużycia ciepłej wody,
- ▶ możliwość zlecenia wykonania świadectwa po długim okresie nieużytkowania budynku,
- ▶ obecność znacznych źródeł ciepła (np. ciepło odpadowe lub zyski od sprzętu biurowego),
- ▶ w przypadku obecności kominka lub kuchni węglowej, dogrzewanie pomieszczeń (nieewidencjonowanym paliwem stałym lub co gorsza odpadami).

Ekstremalny przykład rozbieżności charakterystyki energetycznej budynku wykonanej różnymi metodami przedawniono w artykule autorstwa Kurtz-Oreckiej⁸⁸. Autorka na podstawie wizji lokalnej, dokumentacji projektowej oraz zgromadzonych informacji na temat zużycia gazu ziemnego opracowała kilka wariantów charakterystyki energetycznej kilkudziesięcioletniego budynku jednorodzinnego zamieszkiwanego tylko przez jedną osobę (rys. 13). Budynek zasilany gazem ziemnym zlokalizowany był w okolicach Szczecina.

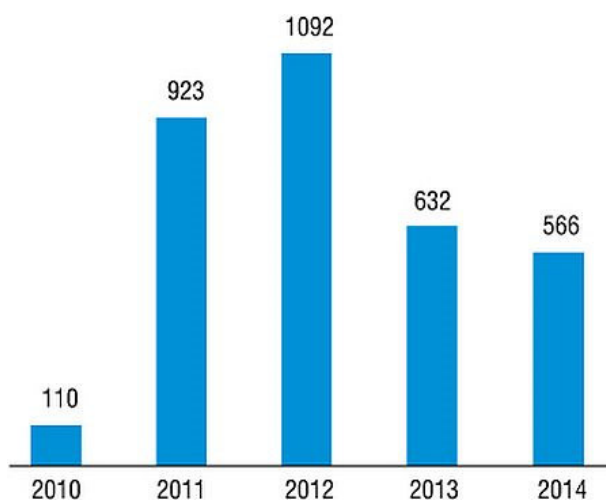
⁸⁸Kurtz-Orecka, K. (2015). Nowa charakterystyka energetyczna – przewodnik. Część 3, Metoda zużyciowa określania charakterystyki energetycznej budynków – analiza przypadku. Rynek Instalacyjny (5), 19–22.



Rys. 13 Zestawienie wskaźników energetycznych budynku w zależności od przyjętej metody obliczeń oraz okresu analizy danych (źródło: Kurtz-Orecka, 2015⁸⁹)

Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową na cele ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej w przypadku przyjętej metody zużyciowej wyznaczony łącznie dla obu systemów w okresie 2010–2014 wyniósł zaledwie 12–14% wartości wskaźnika wyznaczonego metodą obliczeniową dla typowych warunkach użytkowania. Tak duże różnice – zdaniem autorki – były spowodowane warunkami użytkowania budynku. Lokatorka stosowała długotrwałe obniżenia nastaw temperatury wewnętrznej. Ponadto budynek nie był użytkowany na przełomie lat 2010 i 2011, a przez ten okres utrzymywana była temperatura wewnętrzna zabezpieczająca jedynie systemy techniczne przed wystąpieniem awarii.

W takich warunkach występowała silna zmienność rocznego zużycia gazu ziemnego (rys. 14).



Rys. 14 Roczne zużycie gazu ziemnego [m³] w analizowanym budynku w poszczególnych latach (źródło: Kurtz-Orecka, 2015⁹⁰)

⁸⁹Ibidem.

⁹⁰Ibidem.

Na podstawie przedstawionego pięcioletniego okresu zbierania danych o rzeczywistym zużyciu energii można wykonać 3 różne charakterystyki zużyciowe: za lata 2010–2011, 2011–2013 oraz 2012–2014. Wyznaczone metodą zużyciową wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową na cele ogrzewania i cwu znacznie różnią się w zależności od okresu użytego do sporządzenia oceny. W odniesieniu do wartości średniej z 3 okresów poszczególne charakterystyki są od 8,75% niższe do 11,11% wyższe.

Autorka konkluduje, że wprowadzona w Polsce metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku metodą zużyciową nie pozwala na obiektywną ocenę cech energetycznych obiektu. Z uwagi na dużą wrażliwość na warunki eksploatacyjne, indywidualne zachowania użytkowników oraz warunki środowiska zewnętrznego jest ona metodą niemiarodajną.

4.6 Posumowanie i rekomendacje

Dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków, standardy europejskie oraz projekty unijne wspierające wdrożenie w krajach członkowskich dość jasno przedstawiają koncepcję metody zużyciowej. Implementacja EPBD w Szwecji udowodniła, że możliwe jest zbudowanie systemu certyfikacji budynków opartego na tej metodzie. Niestety implementację tej metody w Polsce należy uznać za nieudaną.

Głównymi niedoskonałościami tej implementacji są:

- ▶ ograniczenie jej stosowania jedynie do wąskiej grupy budynków,
- ▶ możliwość określenia charakterystyki energetycznej dla tej grupy przy pomocy dwóch praktycznie nieporównywalnych metod (obliczeniowej i zużyciowej), zachowując jednak ten sam poziom wartości referencyjnych,
- ▶ brak możliwości prawidłowego opracowania zakresu rekomendowanych modernizacji przez audytora,
- ▶ nadmierne uproszczenie metody i zrezygnowanie ze standaryzacji sposobu użytkowania oraz normalizacji warunków pogodowych,
- ▶ stworzenie możliwości wpływania na wynik oceny przez właściciela budynku przy jednoczesnym budowaniu opinii, że jest to metoda dokładna,
- ▶ budowanie przekonania rynku, że metoda obliczeniowa jest mało precyzyjna, a jej wyniki to jedynie szacunki.

Powyższe fakty sprawiają, że w obecnej formie metoda zużyciowa nie powinna być dalej stosowana w Polsce.

Kierując się chęcią zapewnienia spójności systemu certyfikacji energetycznej budynków, mając jednocześnie na względzie przedstawione niedoskonałości istniejącej metody, a także jej niewielką popularność, rekomenduje się całkowite zrezygnowanie z metody zużyciowej.

5. Ocena wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej

5.1 Przegląd aktów prawnych i normatywnych określających współczynniki nakładu energii pierwotnej w Europie i Polsce

5.1.1 Definicje i zakres stosowania

Całościowa struktura podstawowych pojęć używanych do oceny charakterystyki energetycznej budynków nowych i istniejących oraz ich powiązania określa norma PN-EN ISO 52000-1.

W procesie wyznaczania ilości energii pierwotnej, przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku, stosuje się wskaźniki nakładu⁹¹:

- ▶ energii pierwotnej całkowitej (f_{Ptot} , PEF) – suma wskaźników nakładu nieodnawialnej oraz odnawialnej energii pierwotnej dla danego nośnika;
- ▶ nieodnawialnej energii pierwotnej (f_{Pnren} , PRF) – nieodnawialna energia pierwotna danego nośnika energii, w tym dostarczona energia i wzięte pod uwagę nakłady energii na jej dostarczenie do punktów użytkowania, podzielone przez dostarczoną energię;
- ▶ odnawialnej energii pierwotnej (f_{Pren}) – odnawialna energia pierwotna dla danego nośnika energii, w tym dostarczona energia i wzięte pod uwagę nakłady energii na jej dostarczenie do punktów użytkowania, podzielone przez dostarczoną energię.

Współczynniki nakładu energii pierwotnej opisują efektywność przekształcania energii ze źródeł pierwotnych (takich jak paliwa kopalne) na wtórne nośniki energii dostarczone do miejsca użytkowania (np. energia elektryczna), które zapewniają usługi świadczone na rzecz użytkownika końcowego budynku, takie jak ogrzewanie, chłodzenie, wentylacja itp. W EPBD używa się, w zależności od kraju, PEF lub PRF, aby określić charakterystykę energetyczną budynków wyrażaną w ilości zużytej energii pierwotnej całkowitej lub nieodnawialnej.

Wskaźniki nakładu energii pierwotnej mają zastosowanie do konwersji zużywanej energii końcowej na energię pierwotną w kilku regulacjach prawnych UE.

- ▶ Dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej (Dyrektywa 2012/27/EU)⁹² – ogólnoeuropejski cel w zakresie efektywności energetycznej został wyrażony zarówno w energii pierwotnej, jak i końcowej. Kiedy państwa członkowskie zdecydują się wyrazić swoje oszczędności w energii pierwotnej, PEF będzie stosowane do konwersji oszczędności energii końcowej na energię pierwotną. Dyrektywa 2012/27/EU ma na celu zwiększenie wydajności energetycznej w całym łańcuchu wartości energii, od produkcji do zużycia końcowego, w celu osiągnięcia celu UE w zakresie 20% wydajności. Tabela konwersji w załączniku IV do dyrektywy określa, że dla

⁹¹PN-EN ISO 52000-1 – poz. 3.5.17, 3.5.21 i 3.5.25.

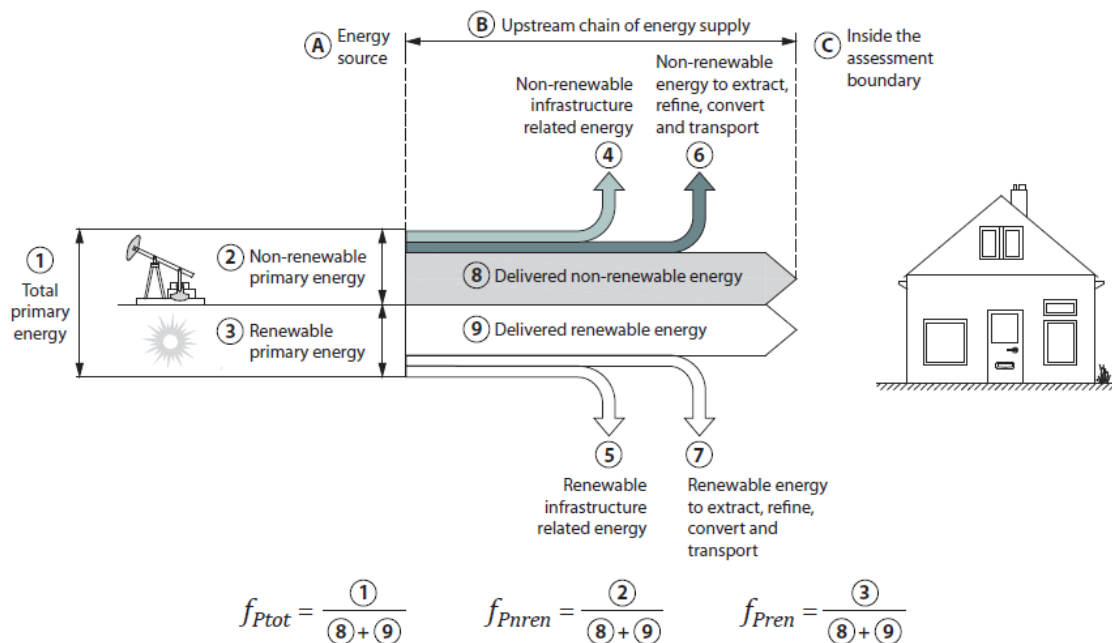
⁹²Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylenia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE. Tekst mający znaczenie dla EOG (OJ L 315, 14.11.2012, p. 1–56), zwana dalej Dyrektywa 2012/27/UE.

oszczędności w końcowym zużyciu energii elektrycznej można zastosować PEF wynoszący 2,5. W uzasadnionych przypadkach państwa członkowskie mogą wybrać inny czynnik w ustawodawstwie krajowym. Zgodnie z wnioskiem legislacyjnym COM (2016) 0761 / WE-05 16 /, opublikowanym w listopadzie 2016 r., Komisja Europejska zaleciła PEF dla energii elektrycznej z 2,5 do 2,0. Parlament Europejski przyjął w styczniu 2018 r. kontrpropozycję preferującą domyślną wartość PEF wynoszącą 2,3 (por. P8_TA-PROV (2018) 0010)/EU-01 18/⁹³, mającą zastosowanie tylko do dyrektywy w sprawie efektywności energetycznej, która jest zmieniana co 5 lat. Państwa członkowskie mogą zastosować inny PEF, pod warunkiem, że opiera się on na przejrzystej metodzie uwzględniającej krajowy koszyk energetyczny i jest porównywalny we wszystkich krajach.

- ▶ Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dyrektywa 2018/844/EU) – niniejsza dyrektywa ma na celu zmniejszenie zapotrzebowania na energię pierwotną do budynków. Ponieważ działania polegające na wprowadzeniu nowych technologii konwersji i dystrybucji energii w budynku oraz ulepszenia przegród zewnętrznych prowadzą do oszczędności energii końcowej, wskaźniki nakładu energii pierwotnej stosuje się do przekształcenia tych oszczędności w energię pierwotną (całkowitą lub nieodnawialną). Zarówno w EED, jak i EPBD, państwa członkowskie mogą zdecydować się na zastosowanie własnych wartości współczynników nakładu. Dyrektywa EPBD promuje budynki niskoenergetyczne poprzez ustanowienie wspólnych ram metodologicznych do obliczania zintegrowanej charakterystyki energetycznej budynków, w tym odpowiedniego procesu certyfikacji energetycznej z wykorzystaniem wskaźników nakładu energii pierwotnej. Jednym z celów jest przyspieszenie wdrażania budynków o niemal zerowym zużyciu energii. PEF potrzebne do oceny zużycia energii pierwotnej można opracowywać na szczeblu krajowym zgodnie z krajowymi lub regionalnymi średnimi rocznymi wartościami i odpowiednimi normami europejskimi. Należy uwzględnić udział odnawialnych źródeł energii w dostawach końcowych nośników energii.
- ▶ Dyrektywa w sprawie ekoprojektu (Dyrektywa 2009/125/WE) i dyrektywa w sprawie etykietowania energetycznego (Dyrektywa 2010/30/EU) – efektywność energetyczna produktów wyrażana jest w energii pierwotnej. Aby produkty wykorzystujące różne nośniki energii były porównywalne na rynku wewnętrznym, stosowane są wskaźniki nakładu energii pierwotnej do przekształcania energii końcowej (np. energia elektryczna) na energię pierwotną. Rozporządzenie (UE) nr 811/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. / UE-12 13 / uzupełnia dyrektywę w sprawie etykietowania energetycznego 2010/30 / UE i określa w załączniku I współczynnik konwersji wynoszący 2,5. Współczynnik ten odzwierciedla szacunkową wydajność przeciętnego miksu wytwórczego w UE na poziomie 40%. Rozporządzenie (UE) nr 813/2013 z dnia 2 sierpnia 2013 r. / WE-01 09 /, wdrażające dyrektywę w sprawie ekoprojektu 2009/125 / WE, stosuje również współczynnik konwersji 2,5 do mnożenia energii elektrycznej przy ocenie zużycia energii pierwotnej. Podobnie jak

⁹³P8_TA(2018)0010 Efektywność energetyczna ***I - Poprawki przyjęte przez Parlament Europejski w dniu 17 stycznia 2018 r. w sprawie wniosku dotyczącego dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniającej dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (COM(2016)0761 – C8-0498/2016 – 2016/0376(COD)) (OJ C 458, 19.12.2018, p. 341–390), zwane dalej Poprawki P8_TA(2018)0010

w rozporządzeniu (UE) nr 811/2013, premia w wysokości 2,5-krotności energii elektrycznej przyznawana jest na wytworzoną energię elektryczną, co jest szczególnie istotne przy wyznaczaniu korzyści energetycznych wynikających ze stosowania skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.



Rys. 15 Wskaźniki energii pierwotnej. Źródło: PN-EN ISO 52000

Prawidłowe wyznaczenie wskaźników nakładu energii pierwotnej przez poszczególne kraje członkowskie ma istotny wpływ na:

- ▶ sposób wyznaczania przez państwa członkowskie oszczędności energii,
- ▶ jak postrzegana jest efektywność energetyczna zasobów budowlanych,
- ▶ konkurencyjność technologii na rynku, w szczególności w sektorze zaopatrzenia w ciepło,
- ▶ klasę efektywności energetycznej, jaką osiągają obiekty wykorzystujące energię – oczekuje się, że klasa energetyczna budynku będzie miała bezpośredni wpływ na ich cenę i atrakcyjność.

Używanie różnych wartości wskaźników nakładu energii pierwotnej wykorzystywanych do określenia oszczędności energii w jednym kraju powoduje, że raportowane wartości z różnych sektorów użytkowania energii są nieporównywalne i nie można ich sumować w prosty sposób, poza tym jest to sprzeczne z Dyrektywą 2012/27/UE załącznik IV.

5.1.2 Współczynniki nakładu energii pierwotnej w Europie

Energia pierwotna jest głównym miernikiem w dyrektywie w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dyrektywa 2018/844/UE nie wprowadza zmian w stosunku do poprzedniej wersji Dyrektywy 2010/31/UE), ale metodologia zastosowana do obliczenia jej wartości pozostawiana jest każdemu państwu członkowskiemu (MS). W szczególności

EPBD wymaga, aby charakterystyka energetyczna budynku „...obejmowała wskaźnik charakterystyki energetycznej (...) obliczony przy wykorzystaniu współczynników nakładu energii pierwotnej dla poszczególnych nośników energii, wyznaczonych w oparciu o krajowe lub regionalne średnie ważone wartości roczne lub indywidualnie wyznaczonej wartości dla produkcji na miejscu”⁹⁴. Wskaźniki nakładu energii pierwotnej są stosowane zarówno do ustalania minimalnych wymagań dla nowych i remontowanych budynków oraz jako podstawa wyznaczania do świadectw charakterystyki energetycznej (EPC), które są wymagane dla budynku zbywanego na podstawie umowy sprzedaży, zbywanego na podstawie umowy sprzedaży spółdzielczego własnościowego prawa do lokalu lub wynajmie budynku.

Wybór wartości współczynników nakładu energii pierwotnej, które są wykorzystywane do obliczenia udziału energii pierwotnej w energii dostarczanej przez różne nośniki energii, leży w gestii państw członkowskich. Z fizycznego punktu widzenia pewne różnice między wartościami PEF w różnych państwach członkowskich dla tych samych źródeł energii są nieuniknione z powodu różnic w lokalnych warunkach. Ponadto stosowane są różne konwencje dla różnych etapów obliczania PEF. Na przykład istnieje kilka różnych międzynarodowych konwencji dotyczących zawartości energii pierwotnej w energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych lub jądrowych. Mogą się one różnić aż trzykrotnie⁹⁵.

Kontrola opublikowanych wartości śladu środowiskowego produktów dowodzi, że różnią się w zależności od kraju więcej niż z powodów czysto fizycznych. W konsekwencji rzetelność raportowanych oszczędności energii pierwotnej (lub zużycia) w budynkach jest podważana.

Metodologie określania PEF często nie są przejrzyste (w tym te, które są zaangażowane we wdrażanie EPBD). W rezultacie nie można szczegółowo ocenić charakteru ani wielkości rozbieżności⁹⁶.

Konieczne wydaje się rozpoczęcie prac w celu ujednoczenia procedur określania współczynników nakładu w poszczególnych krajach oraz wypracowania spójnej formy ich prezentacji. Komitet techniczny CEN/TC371 WG1 pracuje nad opracowaniem metod przeliczania i raportowania wskaźników nakładu energii pierwotnej (PEF) i związanych z nimi współczynników emisji CO₂ dla różnych paliw i innych nośników i źródeł energii. Właśnie powstała pierwsza wersja robocza pr 17423:2020 *Energy performance of buildings — Determination and reporting of Primary Energy Factors (PEF) and CO₂ emission coefficient — General Principles, Module M1-7* dotycząca określania PEF dla budynku i jego systemów technicznych⁹⁷.

⁹⁴Dyrektywa 2010/31/UE.

⁹⁵R.Hitchin, K.E.Thomsen, K.B.Wittchen, *Primary Energy Factors and Members States Energy Regulations*, <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2018/04/05-CCT1-Factsheet-PEF.pdf>, [data dostępu: 1.06.2020].

⁹⁶Ibidem.

⁹⁷J.Hogeling, *New standardization project on Primary energy factors and Greenhouse gas emission factors*, REHVA Journal, February 2018, s. 56–57.

Tab. 108 Wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w krajach UE, cz. 1

		PRF średnio w UE ⁵	EN 15603:2008	Austria ¹	Chorwacja ⁹	Czeska Republika ⁹	Dania ^{9,PEF}	Estonia ^{9,PEF}	Francja	Niemcy	Węgry ¹⁰	Irlandia ^{11,PEF}	
Paliwa	Węgiel kamienny	1,0-1,46	1,19	1,46	na	1,1	1	1		1,1		1,1	
	Węgiel brunatny	na	1,4	na	1,081	1,1				1,2		1,1	
	Olej opałowy	1,0-1,23	1,35	1,23	1,13	1,1				1,1		1,1	
	Gaz ziemny	1,00-1,26	1,36	1,17	1,095	1,1				1,1		1,1	
	Biomasa	0,01-1,26	0,06-0,1	0,06	0,11-0,24	0,1-0,2			0,75		0,2		1,1-1,2
	Biogaz		na	na	na	na					0,5		1
	Pozostałe OZE		na	na	na	0,024-0,08				0		0	
	Odpady komunalne	na	na	na	na	na					na		na
	Odpady przemysłowe nieod.	na	na	na	na	na					na		na
Ciepło systemowe	Ciepłownie węglowe	0,15-1,50	na	1,38	1,494	0,1-1,0	0,6 -1,0	0,9			1,3	1,26	1,1
	Ciepłownie na gaz/olej		na	1,38							1,3		
	Ciepłownie na biogaz		na	0,28							na	0,76	
	Ciepłownie opalane biomasą		na	0,28							0,1		
	Ciepło odpadowe (średnio)		na	1						0	na		
	Ciepło odpadowe BAT		na	IK						0	na		
	CHP - odnawialne		na	na						0,1	0,5		
	CHP - paliwa kopalne		na	na						0,7	0,83		
	Wysokosprawne CHP (średnio)		na	0,19						na	na		
	Wysokosprawne CHP - BAT		na	IK						na	na		
System elektroenergetyczny MIX		1,5-3,45	3,14	1,32	1,11	3	1,8 -2,5	2	2,58 ²	2,8 ¹ /2,6 ²		1,96	

Tab. 109 Wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w krajach UE, cz. 2

		Włochy ⁹	Łotwa ¹⁰	Litwa ¹⁰	Królestwo Niderlandów	Polska ³	Polska ⁴	Słowacja ^{9,10}	Słowenia ¹⁰	Szwecja	Hiszpania	UK ^{7, PEF}
Paliwa	Węgiel kamienny	na				1,1	1,1	1,19– 1,53				1,064
	Węgiel brunatny	na				1,1	1,1	1,4				na
	Olej opałowy	1				1,1	1,1	na				1,18
	Gaz ziemny	1				1,1	1,1	1,36				1,13
	Biomasa	0,3				0,2	0,2	0,1–0,2				1,046– 1,32
	Biogaz					0,2	0,5	na				1,29
	Pozostałe OZE	na				0	0	na				na
	Odpady komunalne	na				0	na	na				na
	Odpady przemysłowe nieod.	na				0	na	na				na
Ciepło systemowe	Ciepłownie węglowe	IK	1,3	0,91		1,3	na	1,19–1,4	1,2			1,064
	Ciepłownie na gaz/olej					1,2	na				1,18	
	Ciepłownie na biogaz		0,1			0,15	na	0,15	na	1,286		
	Ciepłownie opalane biomasą					0,15	na		na	1,037		
	Ciepło odpadowe (średnio)		na			na	0,05	1	na	1,063		
	Ciepło odpadowe BAT		na			na	na	na	na	na		
	CHP - odnawialne		0			0,15	na	na	na	na		
	CHP - paliwa kopalne		0,7			0,8	na	1,0–1,4	1	1,051		
	Wysokosprawne CHP (średnio)		na		IK 0,17–0,9		na	na	na	na	na	
	Wysokosprawne CHP - BAT		na				na	na	na	na	na	
System elektroenergetyczny MIX		2,174			2,56 ²	3	2,5	2,764	2,43 ⁶	2,0 ²	2,56 ²	1,51/2,92 ²

Brak oficjalnej publikacji wskaźników do stosowania w Szwecji²

na – brak danych,
IK – indywidualna kalkulacja.

Źródła:

¹EPBD-CA Country reports 2018.

²ECOFYS, 2011, Primary energy factors for electricity in buildings.

³Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376).

⁴Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. 2017 poz. 1912).

⁵Roger Hitchin et al, "Primary Energy Factors and Members States Energy Regulations", Concerted Action EPBD report

⁶Matjaž Prek, Primary Energy Factor for Electricity Mix: The Case of Slovenia, IntechOpen, EnergyPolicy

⁷<https://www.bregroup.com/wp-content/uploads/2019/10/SAP-10.1-01-10-2019.pdf>

⁸EU Displacement Mix, The Research Center for Energy Economics for COGEN Europe, Munich, May 2018

⁹EPBD _CA Country reports 2016

¹⁰E. Latosov et. All, Primary Energy Factor fo DH Networks in EU, Elsevier Energy Proceedia 116 (2017) 69 -7

¹¹<https://www.seai.ie/data-and-insights/seai-statistics/conversion-factors>.

Oczekiwania, że zestaw wartości PEF można skonstruować na podstawie krajowych raportów dotyczących wymagań dla budynków metodą optymalizacji kosztów nie spełniły się. Raporty te generalnie zgłaszają tylko ograniczoną liczbę wskaźników PEF - a czasem wcale⁹⁸. Wartości te zestawiono w tabeli 110 na podstawie okresowych raportów krajowych w ramach EPBD Concerted Action normach CEN i innych opublikowanych źródłach. Niemniej jednak istnieją luki i wartości nie zawsze mogą być ściśle porównywalne. Państwa członkowskie różnią się pod względem poziomu dezagregacji zgłoszonych nośników energii oraz tego, czy zgłaszają jedynie wartość całkowitą, czy też odnawialne (lub nieodnawialne) wartości PEF.

Tab. 110 Wartości najczęściej raportowanych wskaźników nakładu energii pierwotnej

Kraje	Gaz ziemny	LPG	Olej – ogólnie	Olej napędowy	Olej opałowy	Węgiel – ogólnie	Biomasa – ogólnie	Drewno - ogólnie	Drewno – pellet	Energia elektryczna sieciowa	Sieć ciepłownicza - ogólnie
Średnia krajów UE	1,00–1,26	1,00–1,20	1,00–1,23	1,00–1,14	1,00–1,20	1,00–1,46	0,01–1,10	0,01–1,20	0,01–1,26	1,5–3,45	0,15–1,50
CEN wartości domyślne (nieodnawialne)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,2	0,2	0,2	2,3	1,3

5.2 Przegląd metod wyznaczania współczynników nakładów dla energii elektrycznej

W europejskich przepisach nie ma jednolitego podejścia do sposobu obliczania wskaźników nakładu energii pierwotnej dla potrzeb oceny charakterystyki energetycznej budynków. Każde państwo członkowskie może wybrać dowolną metodę. Fakt, że wskaźniki nakładu energii pierwotnej dla energii elektrycznej w Europie również będą podlegać zmianom z uwagi na zwiększający się udział energii odnawialnej dodatkowo zwiększa problem oceny charakterystyki energetycznej budynku⁹⁹.

W raporcie ECOFYS podkreślono, że wartość PEF dla energii elektrycznej w większości krajów, które raportowały, wynosi około 2,6. Jedynie kraje o dużym udziale energii odnawialnej raportowały niższe wartości. Większość krajów bierze pod uwagę energię odnawialną jako niezerową. Mimo że żadna z zastosowanych wartości ani dokładny algorytm nie są znane, istnieją wyraźne sygnały, że PEF nie wynika z czysto naukowych argumentów i jasnego algorytmu (Francja, Holandia i Szwecja).

Bardzo obszerną analizę metod wyznaczania wskaźników nakładu energii pierwotnej dla energii elektrycznej przeprowadzono w ramach projektu „Review of the default primary

⁹⁸Roger Hitchin et al, "Primary Energy Factors and Members States Energy Regulations", Concerted Action EPBD 05 CCTI Factsheet.

⁹⁹Primary energy factors for electricity in buildings. Toward a flexible electricity supply., © Ecofys 2011 <http://go.leonardo-energy.org/rs/europecopper/images/PEF-finalreport.pdf>.

energy factor (PEF) reflecting the estimated average EU generation efficiency referred to in Annex IV of Directive 2012/27/EU and possible extension of the approach to other energy carriers”, zrealizowanego w ramach projektu serwisowego ENER/C3/2013-484 przez konsorcjum pod kierunkiem Fraunhofer ISI. Wynikiem jest raport analizujący różne metody obliczania PEF dla energii elektrycznej, średniego dla UE¹⁰⁰. Przeanalizowano następujące metody obliczeń:

- ▶ **Metoda 1** zgodna z obliczeniami energii pierwotnej Eurostatu, dlatego też nie bierze pod uwagę perspektywy cyklu życia paliw. Wszystkie paliwa mają współczynnik nakładu energii pierwotnej PEF równy 1.
- ▶ **Metoda 2** zaprojektowana w celu zapewnienia obliczania całkowitego zużycia nieodnawialnych źródeł energii, uwzględnia perspektywę cyklu życia w odniesieniu do paliw. Dla paliw kopalnych przyjęto PRF równy 1,1 jako przybliżenie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej. Dla biomasy oraz paliw pochodzących z odpadów jako przybliżenie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w cyklu życia przyjęto PRF równy 0,15.
- ▶ **Metoda 3** jest odmianą metody 1, mającą celu przeanalizowanie wpływu zmiany metody uwzględnienia wpływu produkcji CHP na współczynnik PEF z metody IEA na metodę końcowego zużycia (Finish metod). Wszystkie paliwa mają współczynnik nakładu energii pierwotnej PEF równy 1. W metodzie IEA podzielono zużycie paliwa proporcjonalnie do produkcji ciepła i energii elektrycznej. Finish metod jest bardziej skomplikowana, lecz daje dokładniejszy wynik, gdyż wyznaczana jest oszczędność energii pierwotnej przy produkcji w CHP z systemem referencyjnym, reprezentującym inny, dominujący dla rozpatrywanego obszaru sposób produkcji energii.
- ▶ **Metoda 4** modyfikuje metodę 3 poprzez dodanie perspektywy cyklu życia paliw konwencjonalnych. Liczone jest całkowite zużycie energii pierwotnej. Dla paliw kopalnych przyjęto PRF równy 1,1 jako przybliżenie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej. Dla biomasy oraz paliw pochodzących z odpadów jako przybliżenie zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w cyklu życia przyjęto PRF równy 0,15.

Analiza przeprowadzona w projekcie pokazuje, że żadna metoda obliczania PEF nie może być uznana za doskonałą. Dlatego metodę obliczania PEF energii elektrycznej należy dobierać ostrożnie i zgodnie z głównymi celami jej zastosowania. Autorzy preferują uwzględnienie całego zużycia zasobów nieodnawialnych w procesie obliczeniowym w uproszczonej perspektywie cyklu życia. Prowadzi to do najniższego PEF dla energii elektrycznej i najbardziej odpowiedniego porównania z innymi paliwami dostarczającymi ciepło. Postulują, że należy go obliczyć jako jednolitą wartość dla całego regionu europejskiego, jednak ze względu na ograniczoną wiarygodność prognozy leżącej na podstawie, na której dokonano obliczeń, autorzy zalecają regularną weryfikację wartości i dostosowanie PEF dla energii elektrycznej do aktualnej sytuacji rynku energii.

¹⁰⁰A. Esser, F. Senfuss, Evaluation of primary energy factor calculation options for electricity. Final Report 13.05.2016, Multiple Framework Service Contract ENER/C3/2013-484.

Tab. 111 Wyniki obliczeń PEF dla energii elektrycznej (średnie dla UE)¹⁰¹

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Metoda 1	2,41	2,37	2,26	2,08	1,87	1,79	1,74
Metoda 2	2,41	2,36	2,14	1,90	1,59	1,46	1,35
Metoda 3	2,52	2,49	2,38	2,21	2,01	1,93	1,87
Metoda 4	2,65	2,61	2,49	2,30	2,09	2,00	1,93

Wyniki tej analizy były podstawą do propozycji KE obniżenia zalecanej średniej wartości PEF dla energii elektrycznej z 2,5 do 2,0 (COM (2016) 0761 / WE-05 16 /), której podstawą był opublikowany przez DG Energy "Discussion paper for the REVIEW OF THE DEFAULT PRIMARY ENERGY FACTOR ..." ¹⁰², w którym potwierdzono wnioski z raportu Fraunhofera ISE i jako właściwą dla wyznaczenia zalecanej wartości PEF wskazano metodę 4. Ponadto uznano jako zalecaną wartość domyślnego współczynnika w Dyrektywie 2012/27/EU dla energii produkcji elektrycznej PEF=2,2, co odpowiada wartości średniej z lat 2017 i 2018.

Z kolei w marcu 2018 grupa międzynarodowych stowarzyszeń branżowych, w skład której wchodziły: AEBIOM-Europejskie Stowarzyszenie Biomasy, COGEN Europe, EFIEES-European Federation of Intelligent Energy Efficiency Services, EGEC-Geothermal, EUROHEAT&POWER i Solar Heat Europe opracowała wspólne stanowisko ¹⁰³, w którym zaproponowano korektę wniosku KE rozszerzającą granicę analizy o łańcuch dostaw paliw, uwzględniającą dodatkowe nakłady energii pierwotnej. Proponowana wartość zalecanej wartości PEF w tym przypadku wyniosła 2,3, co pozostaje w zgodzie z przyjętą przez Parlament Europejski w styczniu 2018 r. wartością zalecaną do stosowania w ramach realizacji postanowień Dyrektywy 2012/27/EU.

¹⁰¹A. Esser, F. Senfuss, Evaluation of primary energy factor calculation options for electricity. Final Report 13.05.2016, Multiple Framework Service Contract ENER/C3/2013-484.

¹⁰²Discussion paper for the REVIEW OF THE DEFAULT PRIMARY ENERGY FACTOR (PEF) REFLECTING THE ESTIMATED AVERAGE EU GENERATION EFFICIENCY REFERRED TO IN ANNEX IV OF DIRECTIVE 2012/27/EU AND POSSIBLE EXTENSION OF THE APPROACH TO OTHER ENERGY CARRIERS, 19/05/2016
<https://static1.squarespace.com/static/57d64e6629687f1a258ec04e/t/58325548e6f2e12eebd8cc2a/1479693640253/DiscussionPaper20May16.pdf>.

¹⁰³EU primary energy factor for electricity – Getting the methodology right
<http://www.cogeneurope.eu/images/Joint-Briefing-Paper---EU-PEF-for-electricity---Getting-the-methodology-right---27.03.2018.pdf>.

5.3 Wartości wskaźników nakładu energii pierwotnej dla źródeł energii zużywanej na miejscu

5.3.1 Wyznaczanie wskaźników nakładu energii pierwotnej dla paliw z uwzględnieniem całego łańcucha dostaw (podejście oparte na cyklu życia)

Współczynniki nakładu energii pierwotnej dla paliw, określane w perspektywie cyklu życia, biorą pod uwagę zużycie energii w całym łańcuchu dostaw, aż do momentu, w którym gaz, paliwo płynne lub stałe można uznać za nośnik energii. Obliczanie PEF dla paliw z perspektywy cyklu życia jest bardzo żmudnym i czasochłonnym zadaniem, polegającym na gromadzeniu różnych danych w całym łańcuchu dostaw różnych paliw.

W Raporcie¹⁰⁴ Annex 2 przytoczono przykład wyznaczenia zużycia energii do produkcji ropy naftowej lub gazu w początkowej fazie cyklu życia w różnych regionach eksportujących energię (dane International Association of Oil & Gas Producers). Zużycie energii w procesie produkcji tych paliw wynosi od 0,019 do 0,073 MJ/MJ, w zależności od regionu. Dodatkowo należałoby wziąć pod uwagę różnice w energii potrzebnej do przetwarzania i transportu paliwa, zanim towar energetyczny dotrze do użytkownika końcowego.

Wyniki obliczeń współczynnika energii pierwotnej, na podstawie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną gazu ziemnego, dostarczanego w różnych krajach europejskich, Japonii i USA (zaczepnięte z bazy danych cyklu życia Ecoinvent 3.11, jednej z najbardziej uznanych baz danych na świecie), mieszczą się w przedziale 1,07 dla Belgii do 1,47 dla Japonii. Tak duże różnice mogą wynikać nie tylko z rzeczywistych zmian w łańcuchach dostaw i procesach, lecz także z różnych założeń i wartości domyślnych zastosowanych w obliczeniach oraz z różnic w jakości danych źródłowych. Ze względu na stale zmieniającą się geopolitykę energetyczną, podaż z jednego lub drugiego kraju może się różnić w dużej ilości i w bardzo krótkim okresie, niedokładność obliczeń PEF na poziomie krajowym lub UE dla paliw kopalnych, biorąc pod uwagę wszystkie różne fazy cyklu życia, może być bardzo duża.¹⁰⁵

W przypadku paliw wytwarzanych z biomasy złożoność i potencjalna niedokładność obliczeń PEF jest jeszcze większa ze względu na różnorodność surowców biomasowych, które można wykorzystać do produkcji ciepła i energii elektrycznej. Pod pojęciem biomasy wykorzystywanej do produkcji energii rozumie się przykładowo odpady z produkcji leśnej, uprawy energetyczne, odpady produkcyjne z upraw roślin, też suche lub mokre odpady organiczne, w tym osady ściekowe czy frakcja organiczna odpadów komunalnych. Obliczenie w sposób dokładny w cyklu życia wspólnego współczynnika PEF lub zbioru współczynników PEF na poziomie UE lub krajowym jest zadaniem trudnym nawet w przypadku paliw z biomasy.

W odniesieniu do innych paliw, takich jak wodór, współczynnik PEF w dużej mierze zależałby od procesu produkcyjnego, a zwłaszcza od zastosowanego źródła energii elektrycznej używanego do jego produkcji.

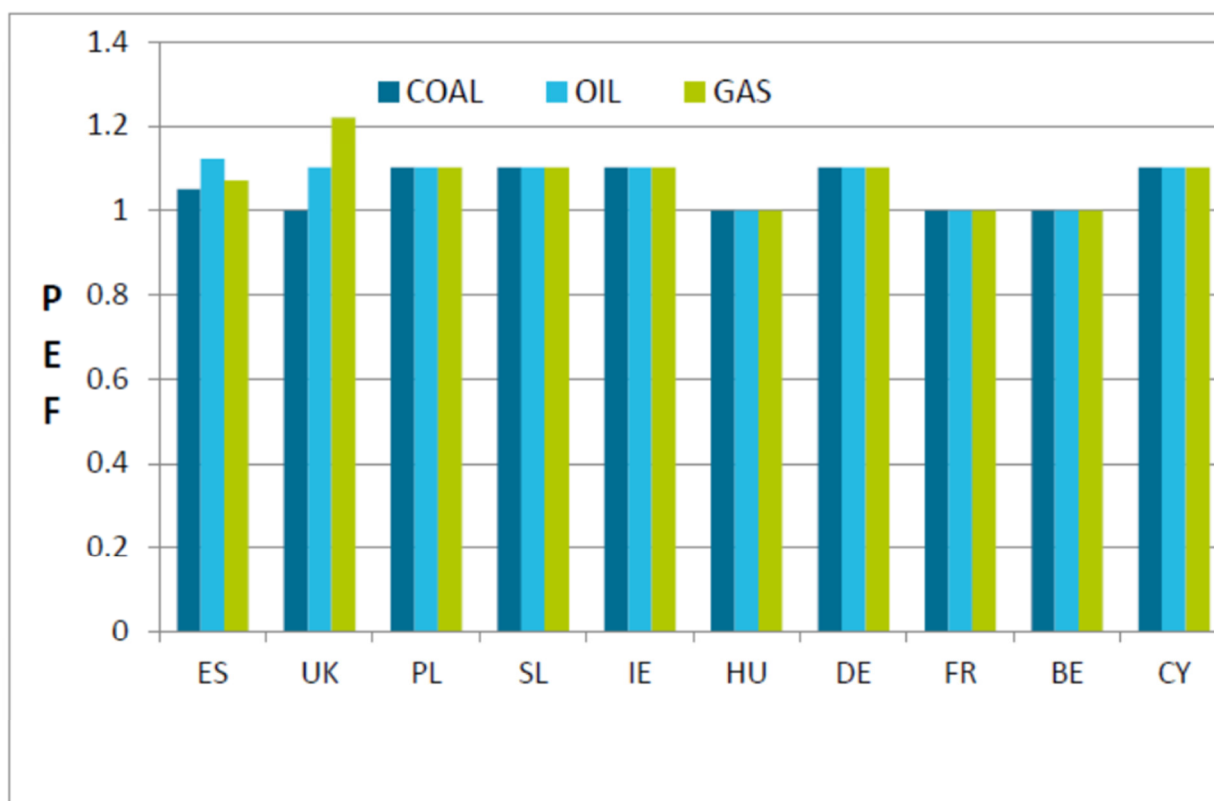
¹⁰⁴A. Esser, F. Senfuss, Evaluation of primary energy factor calculation options for electricity. Final Report 13.05.2016, Multiple Framework Service Contract ENER/C3/2013-484.

¹⁰⁵Ibidem.

Podsumowując, należy stwierdzić, że obliczanie współczynników nakładu energii pierwotnej dla paliw z perspektywy cyklu życia jest procesem skomplikowanym już na etapie gromadzenia danych i obciążonym dużą niedokładnością.

5.3.2 Uproszczenie PEF dla paliw, przykłady w obecnych przepisach krajowych

W praktyce wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla paliw, stosowane w politykach w krajach UE, wykazują bardzo różne wartości, które zależą od podejścia przyjętego w obliczeniach, szczególnie w odniesieniu do stopnia zastosowania perspektywy cyklu życia i łańcucha dostaw.



*BE= Brussels region

Rys. 16 Przykładowe wartości współczynników nakładu dla paliw w wybranych krajach UE¹⁰⁶

Przestawione na Rys. 16 wartości PEF dla gazu nie odpowiadają wartościom obliczonym z perspektywy cyklu życia, prezentowanym w poprzednim podrozdziale. Oznacza to, że przepisy te zasadniczo nie stosowały perspektywy cyklu życia lub przynajmniej zastosowano inne założenia lub granice bilansowe.

W większości przypadków PEF paliw kopalnych jest wyższy niż 1, co oznacza, że do pewnego stopnia uwzględniono łańcuch dostaw, tj. przynajmniej energię potrzebną do niektórych procesów potrzebnych do dostarczenia paliwa do odbiorcy końcowego (głównie procesy produkcji i dystrybucji). Najczęściej występują dwie główne wartości PEF: 1 i 1,1. Wiele

¹⁰⁶Ibidem.

krajów decyduje się na przyjęcie standardowej typowej wartości 1,1 dla paliw kopalnych, która odnosi się do uproszczenia nakładów energii w przetwarzaniu i dystrybucji paliw pierwotnych, stanowiących 10% energii dostarczanej przez nośnik energii. Niektóre kraje stosują PEF równy 1, co w praktyce oznacza, że nośnik energii jest bezpośrednio uważany za podstawowe źródło energii.

Z uwagi na brak dostępnych, wiarygodnych źródeł dokumentujących wykonanie obliczeń dotyczących wskaźników nakładów energii pierwotnej uwzględniających pełny łańcuch dostaw dla paliw kopalnych oraz innych nośników energii wykorzystywanych na miejscu, rekomenduje się pozostawienie dotychczasowych wartości wskaźników nakładu przytoczonych w tabeli w p. 5.1.2 niniejszego opracowania.

5.4 Propozycja rekomendowanej wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miksu energii elektrycznej w Polsce.

Wartość wskaźników nakładu energii pierwotnej ma istotny wpływ na: sposób wyznaczania oszczędności energii, osiągnięte klasy energetyczne budynków i produktów zużywających energię czy konkurencyjność technologii na rynku budowlanym i ciepłowniczym.

W większości krajów członkowskich nie rozróżnia się PEF dla energii elektrycznej wyprodukowanej i dostarczonej. Takie podejście zapewnia maksymalne korzyści dla produkcji energii odnawialnej „on – site” z punktu widzenia PEF, umożliwiając odejmowanie odnawialnej energii elektrycznej od zapotrzebowania na energię elektryczną¹⁰⁷. Produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na miejscu może poprawić charakterystykę energetyczną budynku poprzez zmniejszenie całkowitego zapotrzebowania na energię elektryczną. Jeśli jako opcja ogrzewania używane są pompy ciepła, to w porównaniu np. z kotłownią gazową zwiększony udział odnawialnej energii elektrycznej produkowanej na miejscu w istotny sposób poprawi charakterystykę energetyczną budynku, tym bardziej, że cała energia elektryczna wyprodukowana na miejscu może być odjęta od energii dostarczonej do budynku.

W Polsce w procesie określania charakterystyki energetycznej budynku stosowane są wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej. Dotychczas stosowana wartość współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla celów sporządzania charakterystyki energetycznej budynków ma wartość 3,0 i została przyjęta arbitralnie, bez przedstawienia wiarygodnej kalkulacji, i stosowana była do roku 2017, w którym to dla potrzeb realizacji Dyrektywy 2012/27/EU, Rozporządzeniem (Dz.U. z 2017 poz. 1912) zmieniono ją na zalecaną przez Dyrektywę wartość 2,5. Od tego czasu obowiązują w polskim systemie prawnym dwie różne wartości wskaźnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej.

Przeprowadzenie rzetelnej kalkulacji wskaźnika nakładu energii pierwotnej dla miksu energetycznego danego kraju, który byłby porównywalny ze wskaźnikiem dla innego systemu, jest praktycznie niemożliwe ze względu na brak wspólnej metody kalkulacji oraz różnice w formie i dostępności danych dla poszczególnych krajów członkowskich. Można to

¹⁰⁷Primary energy factors for electricity in buildings. Toward a flexible electricity supply., © Ecofys 2011 <http://go.leonardo-energy.org/rs/europeancopper/images/PEF-finalreport.pdf>

zrobić w sposób przybliżony, przy wykorzystaniu wybranej metody kalkulacji oraz zestawu danych statystycznych. Jak już wspomniano wcześniej komitet techniczny CEN/TC 371 opracowuje normę regulującą jednolitą metodykę obliczania wskaźników nakładu energii pierwotnej dla budynków, ich systemów technicznych oraz ciepła i chłodu systemowego.

Na potrzeby niniejszej ekspertyzy przeprowadzono kalkulację wartości wskaźnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miksu energetycznego Polski, wykorzystując dane dotyczące struktury zużycia paliw do produkcji energii elektrycznej oraz sprawności przemian przy produkcji zawarte w publikacjach GUS^{108, 109}. Wartość wskaźnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miksu energetycznego Polski obliczono ze wzoru:

$$W_i = \frac{\sum_{\text{paliwo}} \frac{\text{produkcja brutto}_{\text{paliwo}} \cdot w_{i,\text{paliwo}}}{\text{sprawność przemiany}_{\text{paliwo}}} - \text{bonus CHP}}{\text{zużycie końcowe} \cdot \text{sprawność przesyłu}} \quad (159)$$

Do obliczeń przyjęto założenia i uproszczenia przedstawione w tab. 112.

Tab. 112 Założenia i uproszczenia do obliczeń wskaźnika nieodnawialnej energii w_i dla miksu energetycznego Polski

Paliwo	PEF paliwa	Sprawność przemiany
PV	0	100%
Wiatr	0	100%
Wodne	0	100%
Biomasa i biogaz	0,2	25%
Węgiel kamienny	1,1	Dane rzeczywiste uśrednione*
Węgiel brunatny	1,1	Dane rzeczywiste uśrednione*
Paliwa gazowe	1,1	Dane rzeczywiste uśrednione*
Bonus CHP	Z uwagi na brak dostępu do danych dotyczących udziału energii elektrycznej produkowanej w skojarzeniu oraz sprawności przemiany, wprowadzono następujące uproszczenie. Wartość „ bonusu CHP” przyjęto proporcjonalnie do całkowitego zużycia energii pierwotnej na produkcję energii elektrycznej. Do wyliczenia współczynnika proporcjonalności użyto danych prezentowanych w Raporcie ¹¹⁰ . – przyjęto średnią wartość dla danych historycznych wynoszącą 13%.	

*Dane dotyczące sprawności przemian w poszczególnych latach przyjęto na podstawie publikacji GUS „Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2009–10, 2011–12, 2013–14, 2015–16, 2017–18”.

¹⁰⁸Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2017 i 2018, GUS Warszawa 2019.

¹⁰⁹Zużycie paliw i energii w 2018, GUS Warszawa 2019.

¹¹⁰A. Esser, F. Senfuss, Evaluation of primary energy factor calculation options for electricity. Final Report 13.05.2016, Multiple Framework Service Contract ENER/C3/2013-484.

Tab. 113 Wyniki kalkulacji wskaźnika nieodnawialnej energii dla mixsu energetycznego Polski (obliczenia własne)

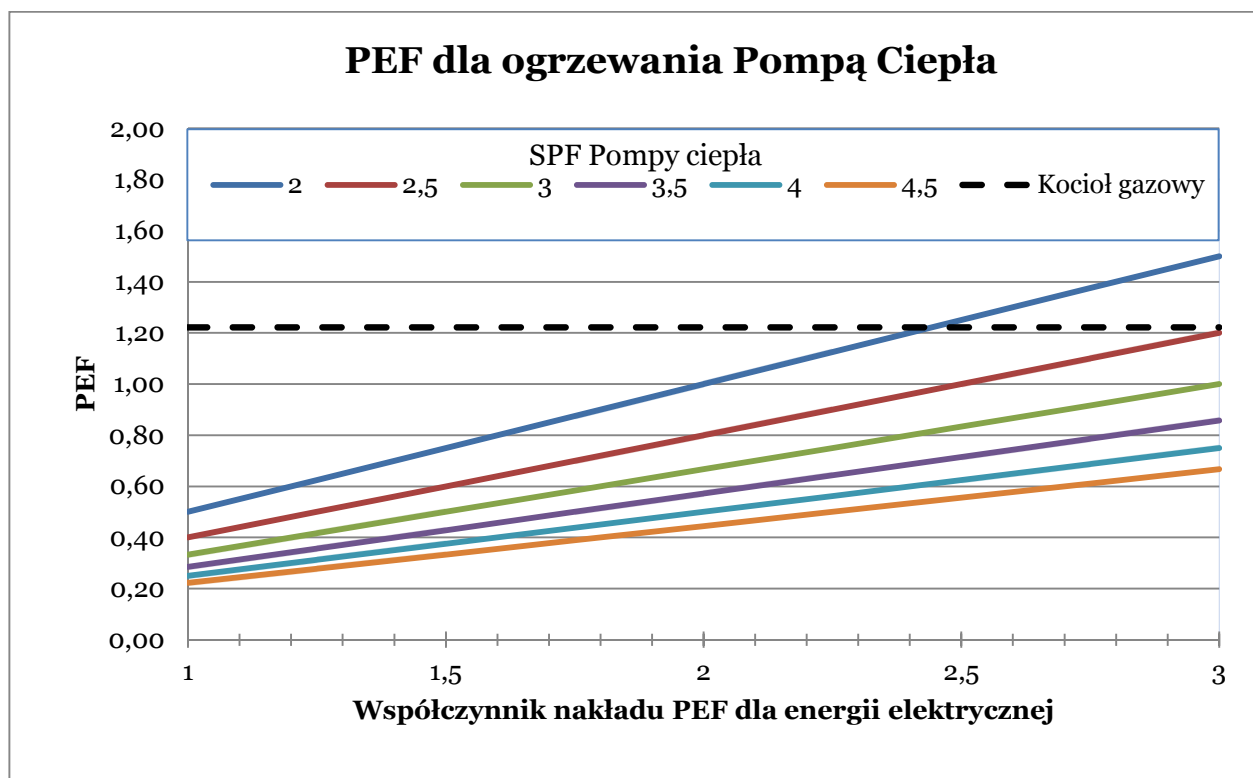
Paliwo	Wielkość	Jedn.	2010	2012	2014	2016	2018
PV	Produkcja brutto	GWh	0	1	7	124	300
	Sprawność	%	100%	100%	100%	100%	100%
	Wi		0	0	0	0	0
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	0	0	0	0	0
Wiatr	Produkcja brutto	GWh	1664	4747	7676	12588	12799
	Sprawność	%	100%	100%	100%	100%	100%
	Wi		0	0	0	0	0
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	0	0	0	0	0
Wodne	Produkcja brutto	GWh	2920	2037	2182	2139	1970
	Sprawność	%	100%	100%	100%	100%	100%
	Wi		0	0	0	0	0
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	0	0	0	0	0
Pozostałe paliwa	Produkcja brutto	GWh	4797	3991	3810	5193	4 745
	Sprawność	%	36,2%	36,8%	37,0%	37,5%	37,9%
	Wi		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	14577	11930	11327	15233	13772
Biomasa i biogaz	Produkcja brutto	GWh	6305	10094	9976	7957	6511
	Sprawność	%	25%	25%	25%	25%	25%
	Wi		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	5044	8075	7981	6366	5209
Węgiel kamienny	Produkcja brutto	GWh	87863	80528	76162	79400	81257
	Sprawność	%	36,20%	36,80%	37,00%	37,50%	37,90%
	Wi		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	266987	240709	226428	232907	235838
Węgiel brunatny	Produkcja brutto	GWh	48651	54054	53365	50920	49331
	Sprawność	%	36,20%	36,80%	37,00%	37,50%	37,90%
	Wi		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	147835	161574	158653	149365	143177
Paliwa gazowe	Produkcja brutto	GWh	4890	6259	5329	7831	12709
	Sprawność	%	36,20%	36,80%	37,00%	37,50%	37,90%
	Wi		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	Zużycie energii pierwotnej	GWh	14859	18709	15843	22971	36886
Zużycie energii pierwotnej		GWh	449301	440997	420231	426841	434882
Produkcja energii elektrycznej		GWh	157658	162139	159058	166634	170039
Sprawność przesyłu		%	95,82%	95,82%	95,82%	95,82%	95,82%
Zużycie końcowe		GWh	151068	155362	152409	159669	162931
Bonus CHP		GWh	58409	57330	54630	55489	56535
Wi (nieodnawialne)			2,70	2,58	2,50	2,43	2,42

Wyniki kalkulacji pokazują, że wartość wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej dla mixsu elektrycznego w Polsce jest niższa zarówno od wartości obowiązującej przy obliczeniach charakterystyki energetycznej budynków (3,0) oraz sporządzania audytów

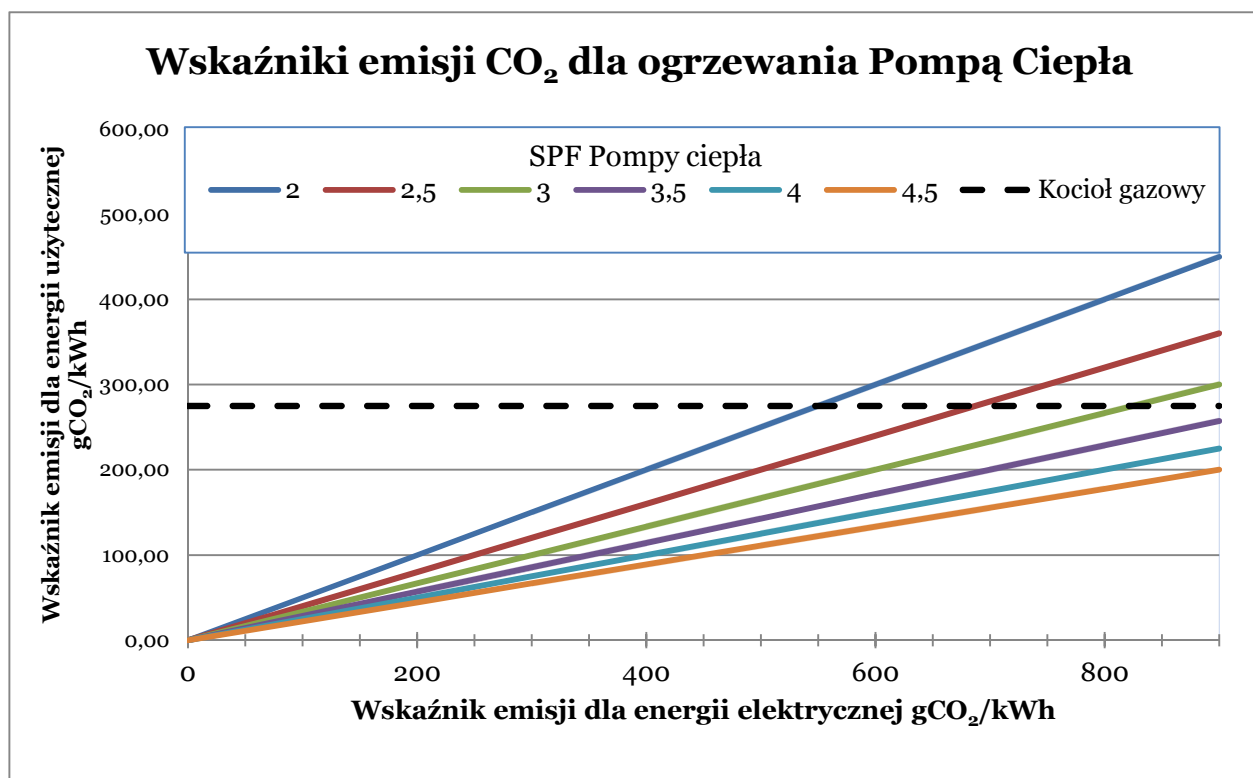
efektywności energetycznej (2,5). Wynika to z faktu, że obowiązujące wskaźniki odnoszą się do całkowitej energii pierwotnej, a nie nieodnawialnej jak w powyższej kalkulacji. W porównaniu z wynikami kalkulacji dla całej UE przytoczonych w tabeli 109 niniejszego opracowania, wartości te są jednak znacząco wyższe.

Prezentowane kalkulacje mają charakter przybliżony, ze względu na ograniczony dostęp do danych ich dokładność można określić na +/-10%.

Jeżeli PEF zostaną skorygowane w dół, przy rosnącym udziale energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w krajowych miksach, może to wpłynąć na zwiększenie udziału ogrzewania elektrycznego w porównaniu z innymi metodami ogrzewania. Może to na przykład zapewnić dalszy pozytywny impuls dla pomp ciepła, co ilustrują wykresy 17 i 18 pokazujące zależność PEF oraz wskaźnika emisji dla ogrzewania od PEF oraz jednostkowego wskaźnika emisji dla mixu energii elektrycznej. Już wartość sezonowego współczynnika wydajności pomp ciepła powyżej 2,5 sprawia, że zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej, przy ogrzewaniu pompą ciepła, jest niższe niż przy wykorzystaniu kotła gazowego o sprawności sezonowej 95% (dla PEF energii elektrycznej równego 3). W odniesieniu do emisji CO₂ to porównanie jest mniej korzystne.



Rys. 17 Zależność PEF dla ogrzewania pompą ciepła od PRF dla energii elektrycznej (obliczenia własne)



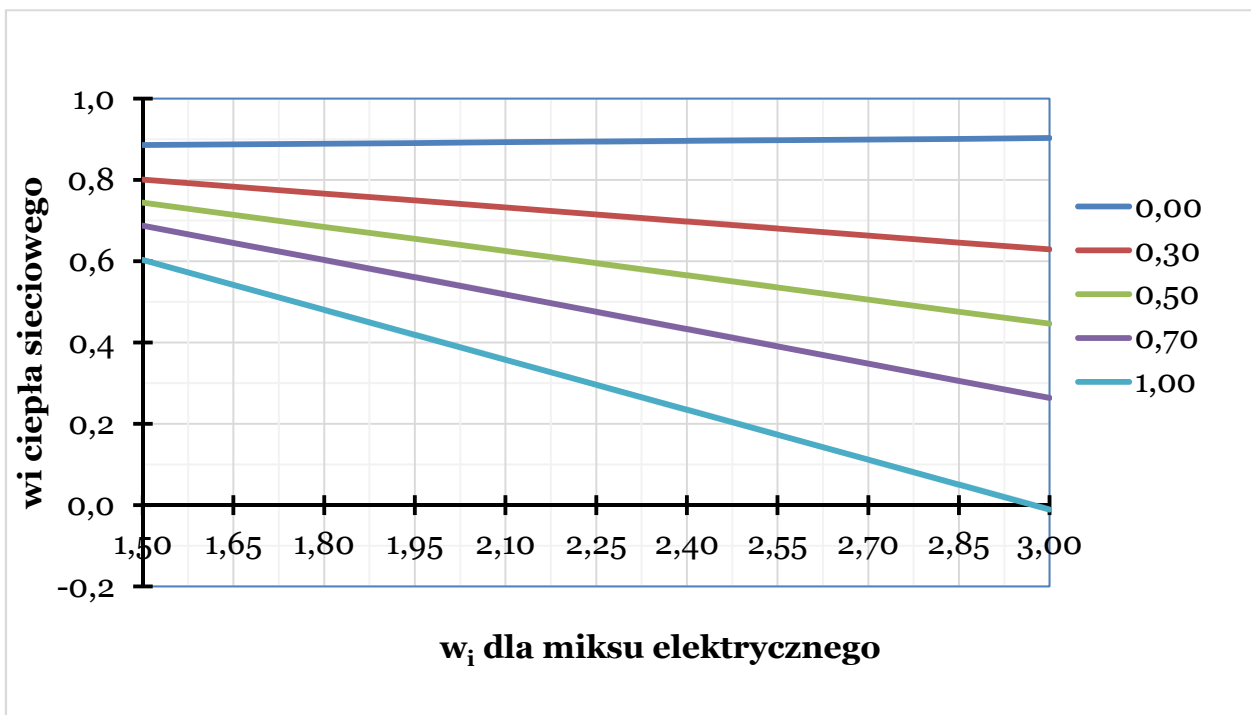
Rys. 18 Zależność wskaźników emisji CO₂ dla ogrzewania pompą ciepłą od wskaźników emisji CO₂ dla energii elektrycznej (obliczenia własne)

Osiągnięcie ambitnego celu klimatycznego w sektorze budownictwa mieszkaniowego jest ściśle związane ze zmianą struktury zasilania w ciepło budynków. Według wyników analiz zaprezentowanych w raporcie Building Market Brief – Polska¹¹¹ wykazano, że dominującą technologią w zasilaniu budynków w ciepło będą pompy ciepła zasilane w większości z systemu elektroenergetycznego Polski. Obniżanie wartości PEF dla miksu elektrycznego jest działaniem ze wszech miar pożądanym z punktu widzenia ochrony klimatu.

Jednak niższe wskaźniki PEF dla energii elektrycznej mogą spowodować zmniejszenie zainteresowania do stosowania bardziej wydajnych technologii, np. do oświetlenia, wentylacji lub klimatyzacji.

Obniżanie wartości PEF dla energii elektrycznej wpłynie również niekorzystnie, czyli podwyższy wartości wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla systemów ciepłowniczych produkujących ciepło w skojarzeniu. Na Rys. 19 zilustrowano wpływ wartości wskaźnika w_i miksu elektrycznego na wartość w_i ciepła sieciowego dla przykładowego, efektywnego energetycznie systemu ciepłowniczego.

¹¹¹Ostermeyer,Y.; Camarasa C.; Naegeli,C.; Saraf,S.; Jakob,M.; Palacios,A.; Catenazzi,G.; Wiszniewski,A.; Komerska,A.; Goatman,D.: “Building Market Brief Poland”, ISBN 978-90-827279-5-1.



Rys. 19 Zależność w_i dla ciepła sieciowego od wskaźnika nakładu energii pierwotnej oraz udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu dla przykładowego systemu ciepłowniczego (założenia: straty przesyłu 0,12, sprawność całkowita CHP 0,85, sprawność kotłów 0,85, współczynnik skojarzenia 0,4, udział biomasy 0,5) – obliczenia własne

Proponuje się w pierwszym kroku obniżyć wartość w_i dla miksu elektrycznego do wartości 2,5. Usuwa to istniejącą, niedopuszczalną rozbieżność pomiędzy dwoma regulacjami dotyczącymi wyliczania zużycia energii pierwotnej. W rozporządzeniu (Dz.U z 2017 poz. 1912) wartość tę przyjęto zgodnie z zaleceniami dyrektywy 2012/27/EU nie podejmując próby wiarygodnego wyznaczenia wartości charakterystycznej dla polskiego systemu elektroenergetycznego.

Należy jednak sobie zdawać sprawę, że jest to rozwiązanie czasowe. Przyjęta w 2018 r. przez Parlament Europejski zalecana wartość współczynnika nakładu dla energii elektrycznej w UE wynosi 2,3 i w niedługim czasie trzeba będzie zmienić odpowiednie regulacje krajowe. Można to zrobić od razu, ale wymaga to jednoczesnej zmiany obu rozporządzeń. Obniżanie współczynnika w_i dla energii elektrycznej wpływa korzystnie na charakterystykę energetyczną budynku w przypadku, gdy zasilany jest w ciepło np. pompą ciepła, jednak z drugiej strony powoduje wzrost w_i dla ciepła systemowego produkowanego w elektrociepłowniach. Ponieważ obniżenie wartości wskaźnika oczekiwane jest jak najszybciej, pragmatycznym rozwiązaniem jest przyjęcie wartości 2,5.

5.5 Propozycja rekomendowanych wartości współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla różnych typów systemów ciepłowniczych

Dotychczas stosowana w Polsce metodyka wyznaczania współczynnika nieodnawialnej energii pierwotnej opiera się na:

- ▶ wynikach pracy komitetu technicznego CEN/TC 228 nad projektem normy prEN 15315 *Heating systems in buildings – Energy performance of buildings – Overall energy use, primary energy and CO₂ emissions* (zakończonych w 2005 r.), której wyniki zostały zawarte w innych aktach normatywnych, przede wszystkim w PN-EN 15316-4-5:2007E *Instalacje ogrzewcze w budynkach -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło i oceny sprawności instalacji -- Część 4–5: Źródła ciepła do ogrzewania miejscowego, wydajność i sprawność systemów ciepłowniczych i dużych instalacji ogrzewania* – wycofanej w 2017 roku, zastąpionej przez PN-EN 15316-4-5:2017-06E *Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4–5: Ogrzewanie i chłodzenie zdalaczynne, Moduł M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5;*
- ▶ wynikach pakietu roboczego 3, projektu ECOHEATCOOL zrealizowanego w ramach programu Inteligentna Energia dla Europy przez Euroheat & Power w latach 2005–6.

Wyniki obliczeń wspomnianą metodyką są wykorzystywane przez przedsiębiorstwa ciepłownicze do publikowania własnych wartości wskaźnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla oferowanego przez siebie ciepła sieciowego, a wykorzystywane do m.in. sporządzania charakterystyk energetycznych budynków zasilanych ciepłem systemowym. Omówienie metody oraz wyniki przykładowych obliczeń można znaleźć jako artykuły w krajowych czasopismach branżowych^{112, 113}. Analogiczną metodykę stosuje się w Niemczech, gdzie opisana jest ona w normie DIN V 4701-10.

Ogólna zależność na wyznaczenie współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej opisana jest poniższym wzorem, zaś schemat ideowy ilustrujący tę zależność pokazano na rysunku 20.

$$f_{P,DH} = \frac{\sum_j Q_{fuel,j} \cdot f_{P,fuel,j} + \sum_k Q_{fuel,k} \cdot f_{P,fuel,k} + (W_{EI} - W_{CHP,net}) \cdot f_{P,EI}}{\sum Q_{DH,i}} \quad (160)$$

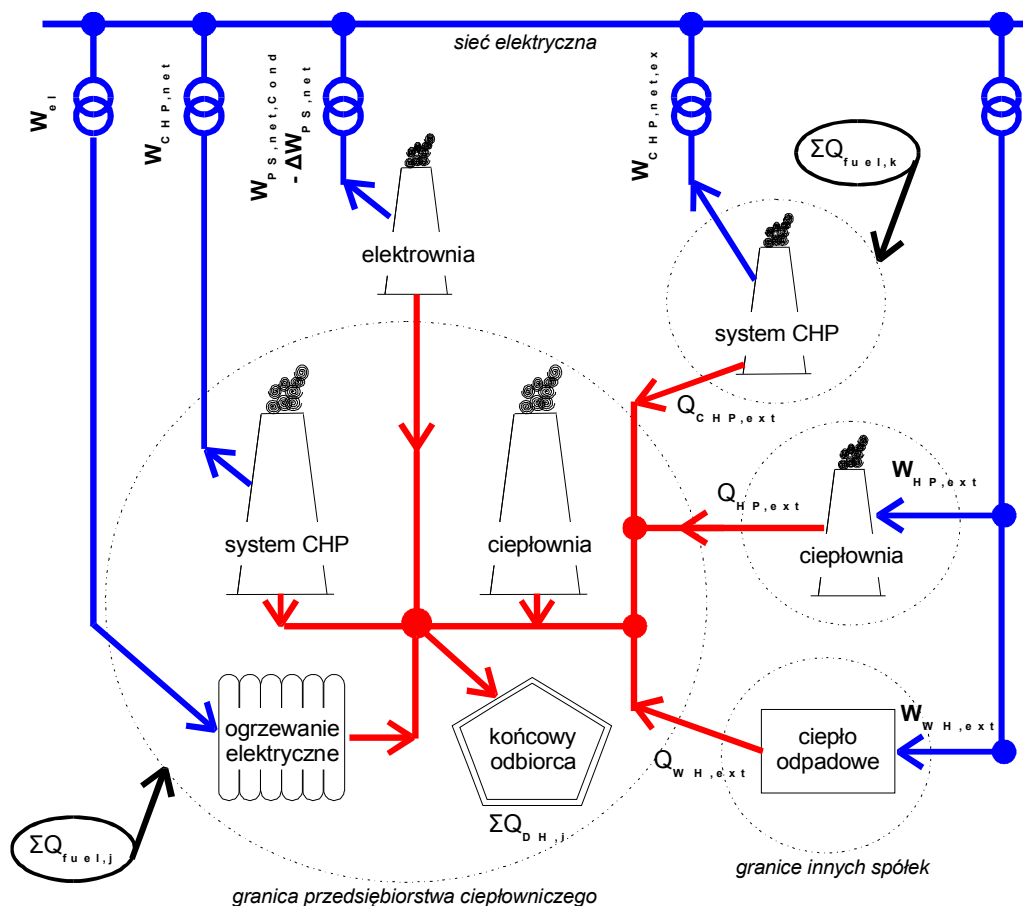
gdzie:

$f_{P,DH}$	wskaźnik energii pierwotnej w_i dla ciepła dostarczonego do odbiorcy,
$Q_{fuel,j}$	ciepło dostarczone z i-tym paliwem do ciepłowni,
$f_{P,fuel,j}$	wskaźnik energii pierwotnej PEF dla i-tego paliwa dostarczonego do ciepłowni,
$Q_{fuel,k}$	ciepło dostarczone z k-tym paliwem do systemu CHP,
$f_{P,fuel,k}$	wskaźnik energii pierwotnej PEF dla k-tego paliwa dostarczonego do systemu CHP,

¹¹²Wiszniewski Andrzej, Bonder Liliana: *Wskaźniki nieodnawialnej energii pierwotnej oraz emisji CO₂ dla scentralizowanych i indywidualnych systemów zaopatrzenia w ciepło oraz ogrzewanie budynków*, w: Ciepłownictwo, Ogrzewanie, Wentylacja, vol. 40, 2009, s. 10–16.

¹¹³Anna Życzyńska, *Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miejskiego systemu ciepłowniczego ze źródłem ciepła pracującym w skojarzeniu*, <http://www.ein.org.pl/pl-2013-04-25>. [data dostępu: 1.06.2020]

- W_{EI} energia elektryczna pobrana z sieci elektrycznej przez przedsiębiorstwo ciepłownicze,
- $W_{CHP,net}$ energia elektryczna z systemu kogeneracyjnego CHP oddana do sieci elektrycznej,
- $f_{P,EI}$ wskaźnik energii pierwotnej PEF dla energii elektrycznej,
- $Q_{DH,i}$ energia końcowa odbierana w instalacjach budynków.



Rys. 20 Przepływ energii dla rzeczywistego systemu scentralizowanego ogrzewania¹¹⁴

Wartość wskaźnika nakładu w_i dla ciepła systemowego zależy od wielu parametrów, zatem podanie jednej wartości wskaźnika w_i dla potrzeb wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków jest nieuzasadnione, gdyż może krzywdzić systemy efektywne i promować w sposób nieuprawniony systemy o wysokim zużyciu energii pierwotnej, w ogromnej większości oparte na spalaniu stałych paliw kopalnych. W ten sposób nie wykorzystuje się czynnika stymulującego, jakim może być konieczność dążenia do osiągnięcia przez

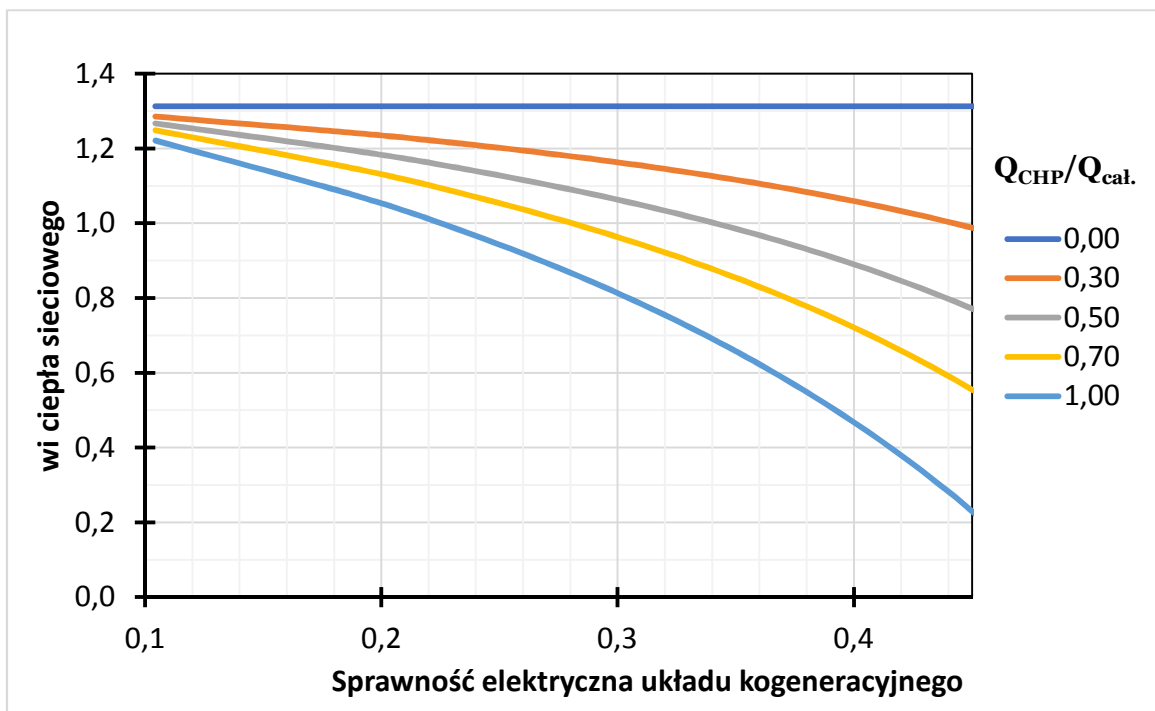
¹¹⁴Wiszniewski Andrzej, Bonder Liliana: *Wskaźnik energii pierwotnej dla ogrzewania scentralizowanego*, w: SIGMA-NOT, Ciepłownictwo, Ogrzewanie, Wentylacja, 2007-7-8.

przedsiębiorstwa ciepłownicze możliwie niskiej wartości wskaźnika w_i , by zachować konkurencyjność w odniesieniu do ciepła pozyskiwanego na miejscu przez odbiorców z innych nośników.

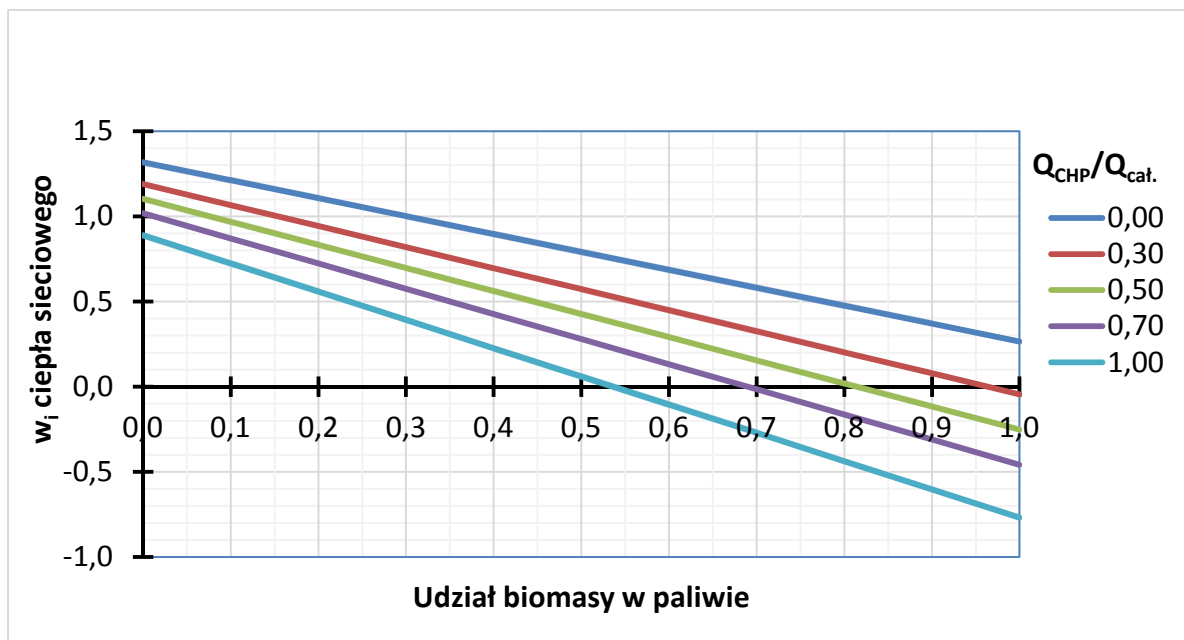
W celu zilustrowania zakresu zmienności wskaźnika w_i ciepła systemowego, podzielono jego źródła na 5 kategorii oraz zdefiniowano dla każdej z nich „najgorszą” i „najlepszą” konfigurację źródła. Definicje kategorii źródeł oraz wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 114, zaś przebiegi zmienności wartości w_i poszczególnych kategorii CHP na wykresach 21, 22.

Tab. 114 Wskaźniki nakładu w_i dla ciepła systemowego dla różnych kategorii scentralizowanych systemów ciepłowniczych (obliczenia własne dla w_i energii elektrycznej równego 2,5)

Rodzaj źródła	Kategoria źródła	Najgorszy		Najlepszy		Przeciętny	
		Opis	w_i	Opis	w_i	Opis	w_i
Ciepłownia	Paliwa kopalne	Sprawność wytw. 0,7; straty przesyłu 0,15	1,85	Sprawność wytw. 0,9, straty przesyłu 0,05	1,22	Sprawność wytw. 0,85, straty przesyłu 0,05	1,39
	Udział OZE do 50%	Sprawność wytw. 0,7; straty przesyłu 0,15; Udział OZE 10%	1,7	Sprawność wytw. 0,85; straty przesyłu 0,05; Udział OZE 49%	0,77	Sprawność wytw. 0,95; straty przesyłu 0,05; Udział OZE 35%	1,0
Elektro-ciepłownia	Kopalne, udział ciepła z CHP do 75%	Współczynnik skojarzenia 0,25; Sprawność całkowita CHP 0,8; Udział ciepła z CHP 0,2; Sprawność kotłów 0,8; straty przesyłu 0,15	1,59	Współczynnik skojarzenia 0,8; Sprawność całkowita CHP 0,9; Udział ciepła z CHP 0,74; Sprawność kotłów 0,9; straty przesyłu 0,05	0,65	Współczynnik skojarzenia 0,45; Sprawność całkowita CHP 0,85; Udział ciepła z CHP 0,7; Sprawność kotłów 0,85; straty przesyłu 0,1	1,1
	Udział OZE do 50%	Współczynnik skojarzenia 0,25; Sprawność całkowita CHP 0,8; Udział ciepła z CHP 0,2; Sprawność kotłów 0,8; straty przesyłu 0,15; udział biomasy 0,1	1,56	Współczynnik skojarzenia 0,4; Sprawność całkowita CHP 0,9; Udział ciepła z CHP 0,49; Sprawność kotłów 0,9; straty przesyłu 0,05; udział biomasy 0,49	0,47	Współczynnik skojarzenia 0,45; Sprawność całkowita CHP 0,85; Udział ciepła z CHP 0,35; Sprawność kotłów 0,85; straty przesyłu 0,1; udział biomasy 0,35	0,81
System efektywny energetycznie	CHP na paliwach kopalnych	Współczynnik skojarzenia 0,25; Sprawność całkowita CHP 0,8; Udział ciepła z CHP 0,75; Sprawność kotłów 0,8; straty przesyłu 0,15;	1,43	Współczynnik skojarzenia 1,0; Sprawność całkowita CHP 0,9; Udział ciepła z CHP 1,0; Sprawność kotłów 0,9; straty przesyłu 0,05;	0,2	Współczynnik skojarzenia 0,5; Sprawność całkowita CHP 0,85; Udział ciepła z CHP 0,8; Sprawność kotłów 0,85; straty przesyłu 0,1;	1,02
	Udział OZE powyżej 50% lub kombinacja CHP i OZE pow 50%	Udział ciepła z CHP 0; Sprawność kotłów 0,8; straty przesyłu 0,15; Udział biomasy 50%	0,99	Współczynnik skojarzenia 0,4; Sprawność całkowita CHP 0,9; Udział ciepła z CHP 1,0; Sprawność kotłów 0,9; straty przesyłu 0,05; Udział biomasy 100%	0	Współczynnik skojarzenia 0,4; Sprawność całkowita CHP 0,85; Udział ciepła z CHP 0,5; Sprawność kotłów 0,85; straty przesyłu 0,1; Udział biomasy 50%	0,53



Rys. 21 Współczynnik w_i dla ciepła sieciowego w zależności od udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu oraz sprawności elektrycznej układu kogeneracyjnego zasilanego paliwem kopalnym (założenia: straty przesyłu 0,05, sprawność całkowita CHP 0,85, sprawność kotłów 0,9, w_i dla energii elektrycznej 2,5) – obliczenia własne



Rys. 22 Współczynnik w_i ciepła sieciowego w zależności od udziału ciepła produkowanego w skojarzeniu oraz udziału biomasy w paliwie (założenia: straty przesyłu 0,05, sprawność całkowita CHP 0,8, sprawność kotłów 0,9, współczynnik skojarzenia 0,4, w_i dla energii elektrycznej 2,5) – obliczenia własne

Aby zachować motywacyjną rolę wartości wskaźnika w_i , proponuje się, aby jego wartość dla konkretnego systemu ciepłowniczego była przyjmowana według indywidualnej kalkulacji przeprowadzanej przez przedsiębiorstwo ciepłownicze według metodyki wskazanej powyżej.

Wartości wskaźnika w_i powinny być udostępnione na stronie internetowej firmy lub przekazywane na wniosek osoby sporządzającej charakterystykę energetyczną budynku. W przypadku braku możliwości uzyskania tej wartości należy przyjmować wartość podaną w tabeli znowelizowanego rozporządzenia w sprawie metodologii sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynków.

Dla poszczególnych kategorii źródeł ciepła systemowego rekomenduje się przyjąć jako zalecane wartości przeciętne podane w tabeli 114, zaokrąglone w dół do jednego miejsca po przecinku.

5.6 Propozycje wartości wskaźników nakładu w_i dla potrzeb sporządzania charakterystyki energetycznej budynków

W poniższej tabeli przedstawiono zestawienie proponowanych wartości wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i oraz wartości określonych w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 115 Zestawienie proponowanych wartości wskaźnika w_i oraz wartości z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz.376)

Nośnik energii		Wskaźnik w_i	
		Proponowany	Z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)
Paliwa wykorzystywane na miejscu	Węgiel kamienny	1,1	1,1
	Węgiel brunatny	1,1	1,1
	Olej opałowy	1,1	1,1
	Gaz ziemny	1,1	1,1
	Biomasa	0,2	0,2
	Biogaz	0,5	0,5
	Pozostałe OZE	0	0
	Ciepło odpadowe	0,05	-
Ciepło systemowe	Ciepłownie paliwa kopalne	1,3	1,3*; 1,2**
	Ciepłownie udział OZE do 50%	1,0	-
	CHP paliwa kopalne	1,1	0,8***; 0,15****
	CHP udział OZE do 50%	0,8	-
	Systemy efektywne energetycznie oparte na paliwach kopalnych	1,0	-
	Systemy efektywne energetycznie udział OZE powyżej 50% lub kombinacja CHP i OZE	0,6	-
	System elektroenergetyczny MIX	2,5	3,0

** Węgiel kamienny

** Gaz lub olej opałowy

*** Węgiel kamienny lub gaz

**** Biomasa, biogaz

Wartość w_i dla konkretnego systemu ciepłowniczego należy przyjmować według indywidualnej kalkulacji przeprowadzanej przez przedsiębiorstwo ciepłownicze, udostępnionej na stronie internetowej firmy lub przekazywanej na wniosek osoby sporządzającej charakterystykę energetyczną budynku. Z uwagi na fakt, że przedsiębiorstwa ciepłownicze nie mają obowiązku podawania do publicznej wiadomości tej wartości, w przypadku braku możliwości jej uzyskania należy przyjmować wartość podaną w tabeli 115.

Uzasadnienie:

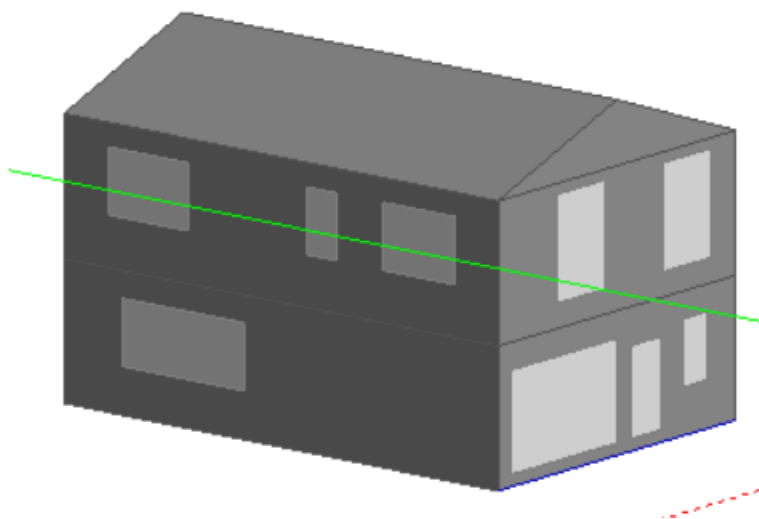
- ▶ z uwagi na brak dostępnych i wiarygodnych źródeł dokumentujących wykonanie obliczeń dotyczących wskaźników nakładów energii pierwotnej uwzględniających pełny łańcuch dostaw dla paliw kopalnych oraz innych nośników energii wykorzystywanych na miejscu rekomenduje się przyjęcie wartości na dotychczasowym poziomie;
- ▶ zalecane wartości wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zostały wyliczone dla przeciętnych, dobrze eksploatowanych systemów ciepłowniczych w każdej kategorii. Systemy, które charakteryzują się korzystniejszymi wartościami w_i , będą zainteresowane indywidualną kalkulacją oraz promocją tych wartości. Zdajemy sobie sprawę, że istotna część systemów ciepłowniczych, szczególnie w kategorii ciepłownie, charakteryzuje się wyższymi wartościami wskaźników w_i dla swojego ciepła niż podane w tabeli i że stosując zalecane wartości będą miały w ten sposób możliwość „poprawy” swojego wizerunku. Podwyższenie wartości w_i dla ciepła sieciowego do rzeczywistych, istotnie wyższych, może doprowadzić do niepożądanego zjawiska odpływu odbiorców lub wyboru alternatywnego sposobu zasilania w ciepło dla nowych budynków, zabierając przedsiębiorstwom ciepłowniczym czas potrzebny na konieczną modernizację źródeł.
- ▶ Proponowana wartość w_i dla miksu elektrycznego w wysokości 2,5 jest rozwiązaniem, które usuwa istniejącą rozbieżność pomiędzy dwoma regulacjami dotyczącymi wyliczania zużycia energii pierwotnej, co jest sytuacją nienormalną. W rozporządzeniu (Dz.U z 2017 poz. 1912) wartość tę przyjęto zgodnie z zaleceniami dyrektywy 2012/27/EU nie podejmując próby wiarygodnego wyznaczenia wartości charakterystycznej dla polskiego systemu elektroenergetycznego. Należy jednak sobie zdawać sprawę, że jest to rozwiązanie czasowe. Przyjęta w 2018 roku przez Parlament Europejski (Poprawki P8_TA(2018)0010) zalecana wartość współczynnika nakładu dla energii elektrycznej w UE wynosi 2,3 i w niedługim czasie trzeba będzie zmienić odpowiednie regulacje krajowe. Można to zrobić od razu, ale wymaga to jednoczesnej zmiany obu rozporządzeń. Obliczona dla polskiego miksu energetycznego rzeczywista wartość wskaźnika w_i w latach 2016 -18 wyniosła ok. 2,3, co jest zgodne z uchwałą PE. Obniżanie współczynnika w_i dla energii elektrycznej wpływa korzystnie na charakterystykę energetyczną budynku w przypadku, gdy zasilany jest w ciepło np. pompą ciepła, jednak z drugiej strony powoduje wzrost w_i dla ciepła systemowego produkowanego w elektrociepłowniach. Ponieważ obniżenie wartości wskaźnika oczekiwane jest jak najszybciej, pragmatycznym rozwiązaniem jest przyjęcie wartości 2,5.

6. Porównanie wyników obliczeń wykonanych metodą miesięczną, godzinową oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376)

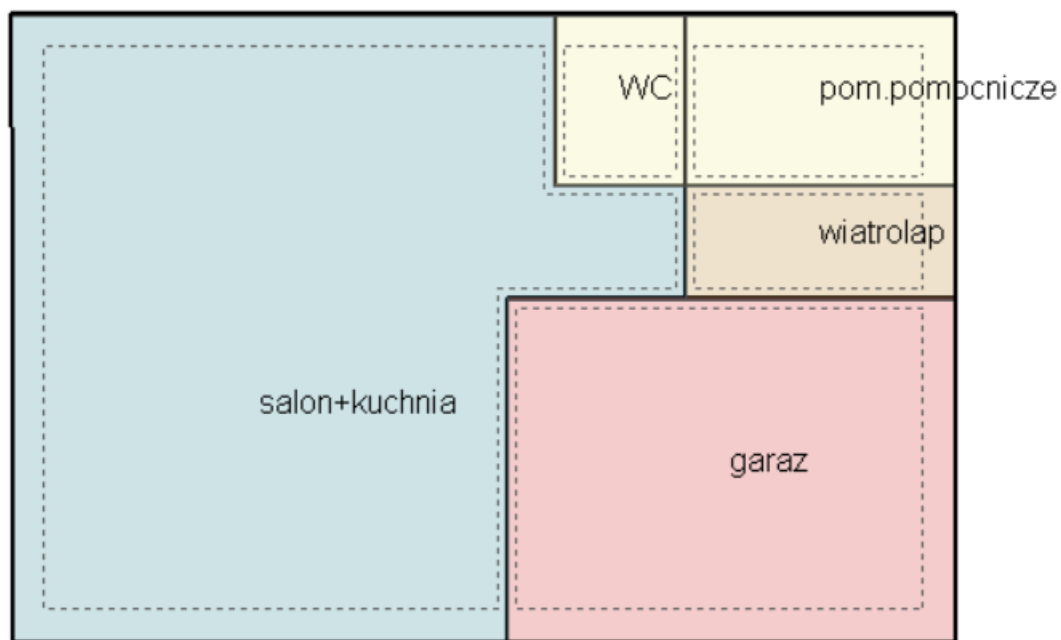
W tabeli 6 niniejszego opracowania przedstawiono propozycję wyboru metodyki obliczeń w zależności od rodzaju obiektu. Generalnie dla budynków mieszkalnych oraz mniejszych budynków zamieszkania zbiorowego, biurowych oraz innych rodzajów budynków zużywających energię zaproponowano stosowanie metody miesięcznej (zgodnej z normą PN-EN ISO 52016-1 lub proponowaną metodyką opisaną w rozdziale 2.3.4.). Dla pozostałych typów obiektów zaproponowano stosowanie metody godzinowej zgodnej z normą PN-EN ISO 52016-1. Poniżej przedstawiono porównanie wyników obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykonanych trzema metodami dwiema z normy PN-EN ISO 52016-1 oraz przy użyciu metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego, wielorodzinnego, budynku biurowego, użyteczności publicznej (biurowego), budynku zamieszkania zbiorowego, budynku opieki zdrowotnej oraz budynku magazynowego. Celem tej analizy jest sprawdzenie poprawności wyboru metody obliczeniowej na przykładzie obiektów o różnej złożoności funkcyjnej i użytkowej oraz porównanie z wynikami otrzymanymi z obliczeń na podstawie Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). W tabelach i na wykresach metodę opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) oznaczono jako „metoda z rozp. 2015.”.

6.1 Obliczenia dla budynku jednorodzinnego

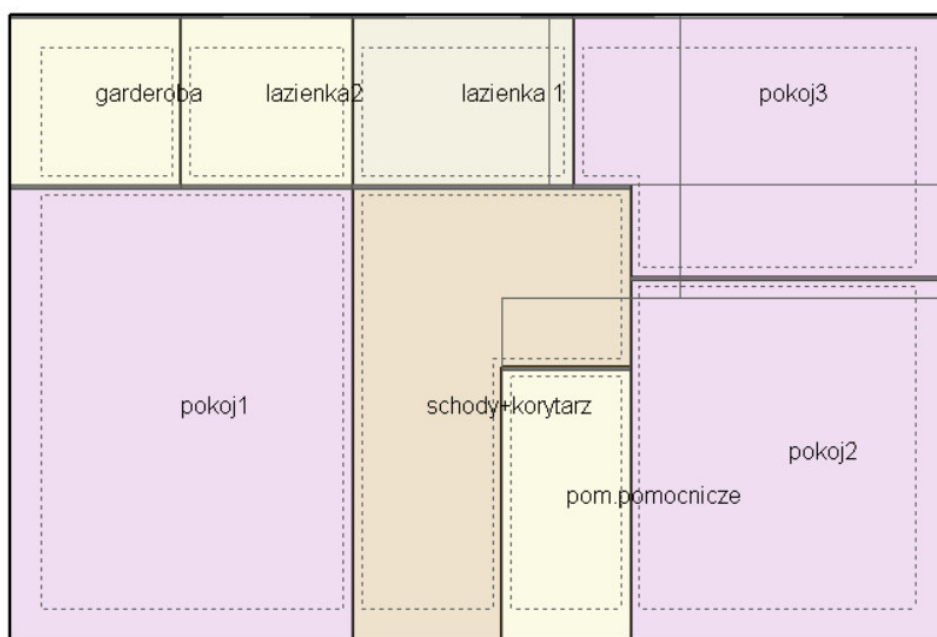
Analizowany budynek jednorodzinny zlokalizowany w Warszawie posiada 2 kondygnacje naziemne ogrzewane oraz nieogrzewane poddasze. Widok modelu oraz kondygnacji pokazany jest odpowiednio na Rys. 23, Rys. 24 oraz Rys. 25. Wymiary zewnętrzne kondygnacji to 25,26 m x 48,66 m.



Rys. 23 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku jednorodzinnego



Rys. 24 Rzut parteru analizowanego budynku jednorodzinnego (model)



Rys. 25 Rzut pierwszego piętra analizowanego budynku jednorodzinnego (model)

Na parterze budynku jest wiatrołap, garaż, pomieszczenie pomocnicze, WC oraz salon z otwartą kuchnią. Na kolejnej kondygnacji znajdują się po trzy sypialnie, garderoba, dwie łazienki, pomieszczenie pomocnicze oraz korytarz. Wejście do budynku znajduje się od strony

północnej. Powierzchnia użytkowa to 158,4 m², a kubatura – 459,3 m³. Przegrody budynku zgodne są z wymaganiami Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) na rok 2021.

Parametry przyjęte dla obliczeń zgodnych z normą PN-EN ISO 52016-1.

W budynku zastosowano wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową z odzyskiem ciepła o sprawności temperaturowej 73%, średnia krotność wymian powietrza wynosi 0,5 1/h, a szczelność powietrzna wynosi $n_{50}=1,5 \text{ h}^{-1}$. Budynek wyposażony jest w instalację ogrzewania. W pomieszczeniach mieszkalnych temperatura wynosi 20°C, a w garażu 12°C.

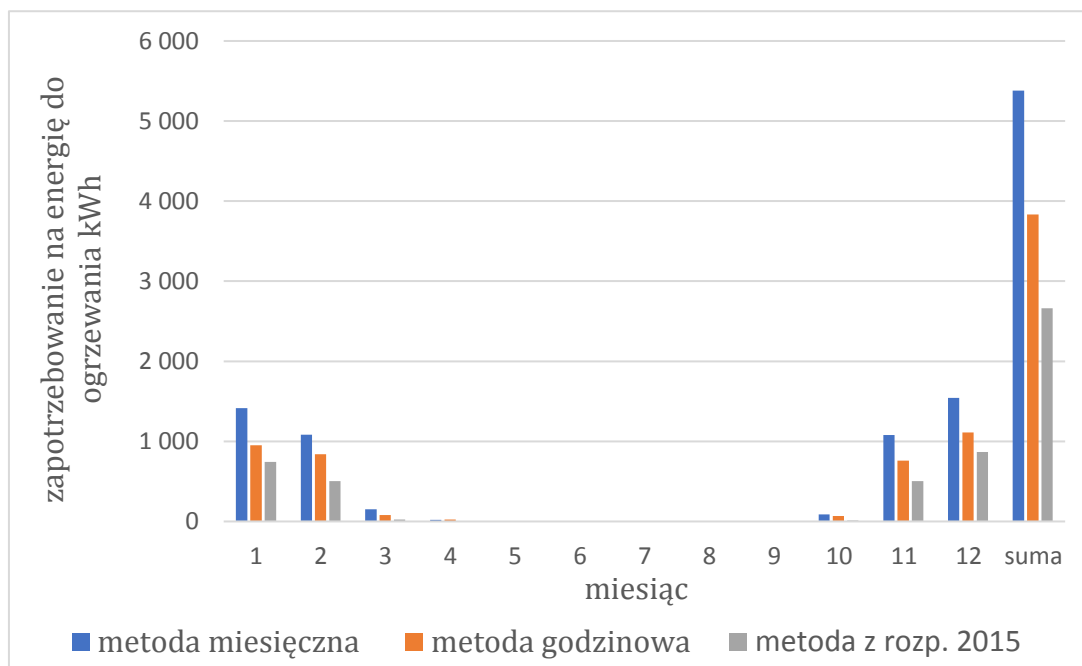
W przypadku obliczeń wykonanych metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) przyjęto takie same wartości temperatury, sprawności odzysku ciepła w analizowanym budynku, natomiast strumienie powietrza, obciążenie zyskami ciepła zostały przyjęte zgodnie z wartościami tabelarycznymi zawartymi w Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Dla opisanego budynku stworzono model energetyczny (Rys. 23) i przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania metodą miesięczną i metodą symulacyjną godzinową zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1 oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Poniżej w tabeli i na wykresie zestawiono wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania uzyskane z analizowanych metod obliczeniowych.

Tab. 116 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek jednorodzinny

Miesiąc	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
	kWh	kWh	kWh
1	1 417	950	744
2	1 083	841	506
3	153	79	25
4	19	24	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	89	67	14
11	1 078	759	506
12	1 542	1 112	867
suma	5 381	3 832	2 661



Rys. 26 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek jednorodzinny

Różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania pomiędzy metodą godzinową a miesięczną z normy PN:EN ISO 52016-1 wynosi 40%. Procedury obliczania godzinowego z normy PN:EN ISO 52016-1 zostały zatwierdzone przy użyciu serii BESTEST. Weryfikację przeprowadzono dla sześciu przypadków testowych, w tym budynku o konstrukcji lekkiej i ciężkiej. Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykonanych różnymi programami symulacyjnymi w stosunku do wartości referencyjnych BESTEST obliczonych na podstawie procedury normy PN:EN ISO 52016-1 mieszczą się w zakresie 27%–53%. Widać zatem, że w przypadku prostego budynku przy użyciu metody miesięcznej obliczeń zapotrzebowania na energię uzyskiwany jest zadowalający poziom dokładności. Ze względu na konieczność powszechnego oceniania budynków mieszkalnych i innych prostych budynków do obliczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia rekomenduje się metodę miesięczną. Metody symulacyjne wymagają dużo dokładniejszego poziomu opisu procesów cieplno-wilgotnościowych oraz znajomości procesów termodynamicznych zachodzących w budynkach i ich instalacjach. Wyniki uzyskane z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) są o 30% niższe od wyników uzyskanych przy pomocy metody symulacyjnej.

Na podstawie wyników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania obliczono zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną przy określonych założeniach dotyczących źródła ciepła oraz instalacji w budynku. Źródłem ciepła w systemie ogrzewania jest gazowy kocioł kondensacyjny, ciepło do pomieszczeń dostarczane jest za pośrednictwem grzejników konwekcyjnych, w systemie nie ma zasobnika ciepła, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu grzewczego, przewody instalacji centralnego ogrzewania są zaizolowane. System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany jest również z kotła gazowego kondensacyjnego, zastosowano cyrkulację oraz zasobnik c.w.u., a przewody rozprzewadzające i cyrkulacyjne są izolowane.

W budynku użyto następujące urządzenia pomocnicze: wentylatory wyciągowe, pompę obiegową c.o., pompę cyrkulacyjną c.w.u., pompę ładującą zasobnik c.w.u oraz urządzenia regulacyjne w systemie c.o. i c.w.u.

Obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej zgodnie z zaproponowaną w niniejszej ekspertyzie (rozdział 2.4) metodą wynosi 2 409 kWh/rok a zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) to 3 815 kWh/rok.

Tab. 117 Sprawności systemów – budynek jednorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	0,81	0,80	0,73
przygotowanie c.w.u.	0,42	0,42	0,51
urządzenia pomocnicze	1,00	1,00	1,00

Tab. 118 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek jednorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	6 637	4 776	3 621
przygotowanie c.w.u.	5 713	5 713	7 544
urządzenia pomocnicze	1 746	1 744	1 262
suma	14 097	12 234	12 426

Wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną obliczony, na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego, wynosi 89,0 kWh/m²rok, z metody godzinowej 77,2 kWh/m²rok a metodyki opisaney w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 78,4 kWh/m²rok.

W tabelach poniżej zestawiono zapotrzebowanie na energię pierwotną, wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęte zostały zgodnie z zaproponowanymi w rozdziale 5.6 ekspertyzy oraz zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 119 Współczynniki nakładu – budynek jednorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	1,1	1,1
przygotowanie c.w.u.	1,1	1,1
urządzenia pomocnicze	2,5	3,0

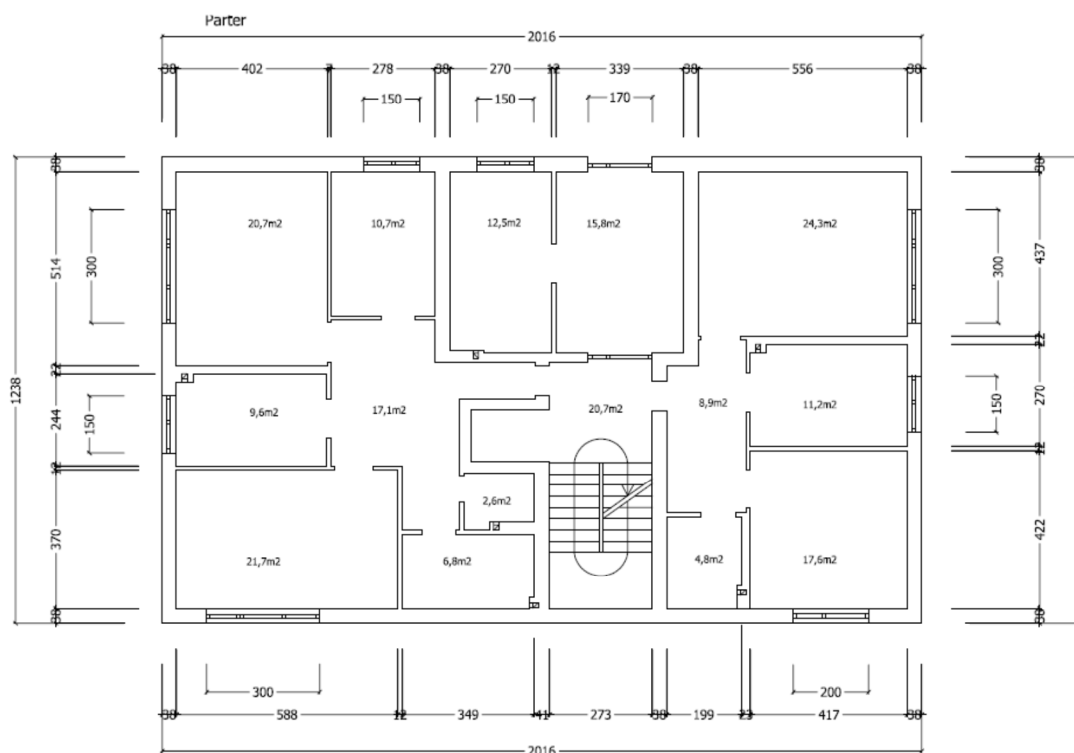
Tab. 120 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek jednorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
ogrzewanie	7 301	5 254	3 983
przygotowanie c.w.u.	6 285	6 285	8 298
urządzenia pomocnicze	4 365	4 360	3 785
suma	17 951	15 899	16 066

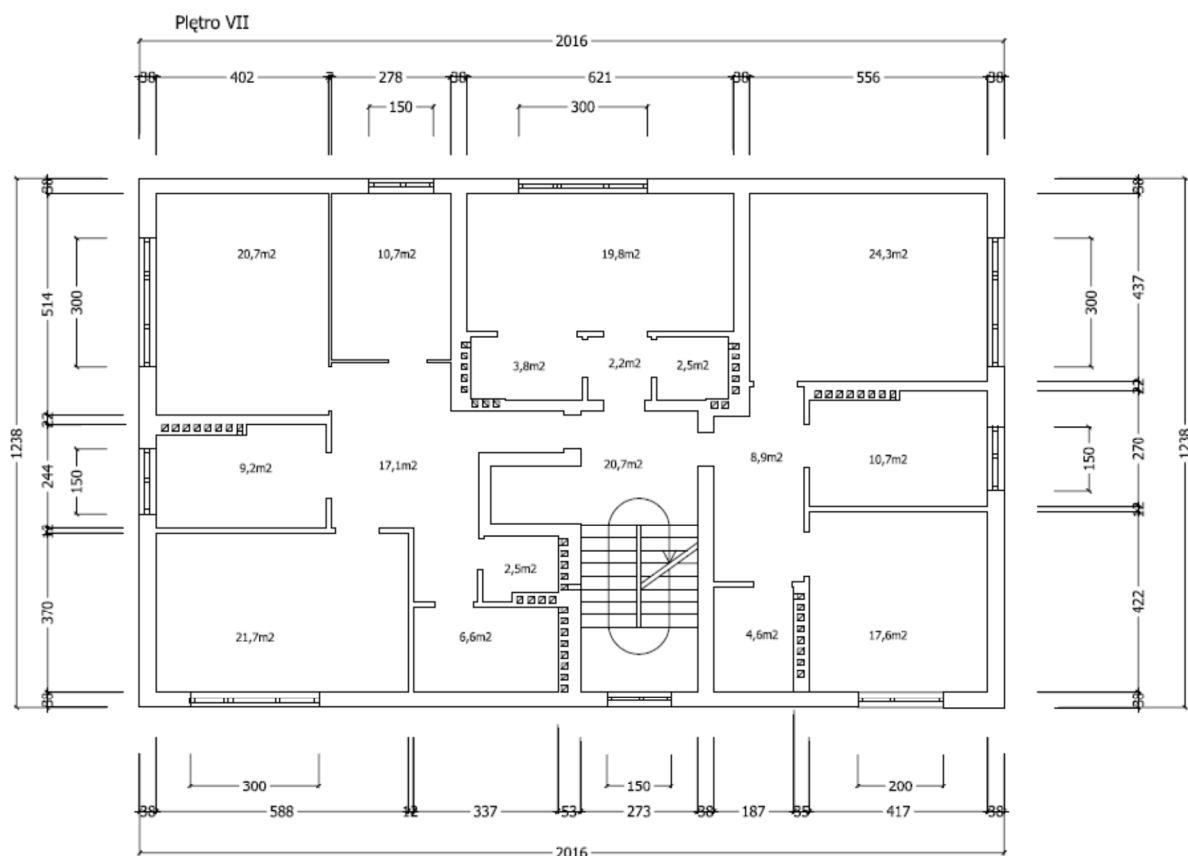
Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego, wynosi 113,3 kWh/m²rok, z metody godzinowej 100,4 kWh/rok a z metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 101,4 kWh/m²rok.

6.2 Obliczenia dla budynku wielorodzinnego

Analizowany budynek wielorodzinny zlokalizowany w Warszawie posiada 8 kondygnacji naziemnych ogrzewanych oraz 1 kondygnację podziemną nieogrzewaną. Rzut parteru oraz ostatniej kondygnacji pokazany jest na Rys. 27 i Rys. 28.



Rys. 27 Rzut parteru analizowanego budynku wielorodzinnego



Rys. 28 Rzut piętra powtarzalnego analizowanego budynku wielorodzinnego

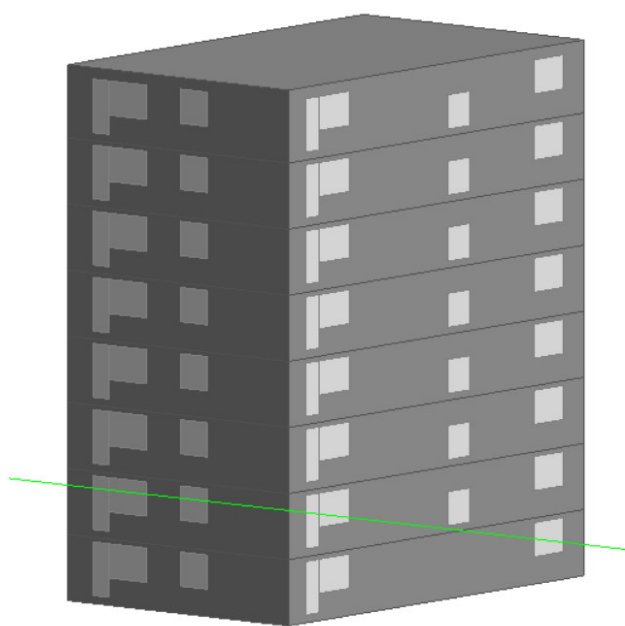
Na parterze budynku jest wiatrołap, wózkownia oraz dwa mieszkania. Na każdej kolejnej kondygnacji znajdują się po trzy mieszkania. W sumie w budynku są 23 mieszkania. Wejście do budynku znajduje się od strony południowej. Powierzchnia użytkowa to 1634 m², a kubatura – 5865 m³. Przegrody budynku zgodne są z wymaganiami Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) na rok 2021.

Parametry przyjęte dla obliczeń zgodnych z normą PN-EN ISO 52016-1.

W budynku zastosowano wentylację mechaniczną wyciągową, średnia krotkość wymian powietrza wynosi 0,52 1/h, a szczelność powietrzna $n_{50}=3,0 \text{ h}^{-1}$. Budynek wyposażony jest w instalację ogrzewania. W pomieszczeniach mieszkalnych temperatura wynosi 20°C, a na klatce schodowej 12°C.

W przypadku obliczeń wykonanych metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) przyjęto takie same wartości temperatury w analizowanym budynku, natomiast strumienie powietrza, obciążenie zyskami ciepła zostały przyjęte zgodnie z wartościami tabelarycznymi zawartymi w Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Dla opisanego budynku stworzono model energetyczny (Rys. 29) i przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania metodą miesięczną i metodą symulacyjną godzinową zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1 oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

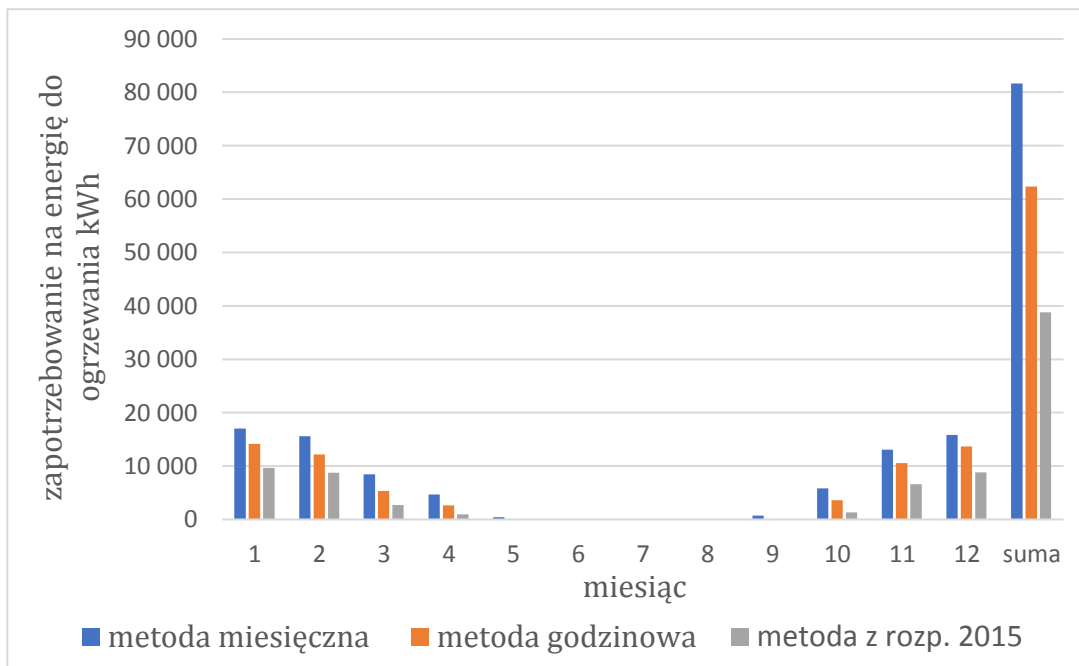


Rys. 29 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku wielorodzinnego

Poniżej w tabeli i na wykresie zestawiono wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania uzyskane z analizowanych metod obliczeniowych.

Tab. 121 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek wielorodzinny

Miesiąc	Metoda miesięczna kWh	Metoda godzinowa kWh	Metoda z rozp. 2015 kWh
1	17 028	14 157	9 664
2	15 589	12 196	8 756
3	8 436	5 323	2 681
4	4 681	2 673	956
5	408	95	17
6	17	0	0
7	11	0	0
8	22	0	0
9	742	7	36
10	5 803	3 624	1 319
11	13 044	10 556	6 583
12	15 836	13 697	8 794
suma	81 617	62 328	38 806



Rys. 30 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek wielorodzinny

Różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania pomiędzy metodą godzinową a miesięczną wynosi 31%. Procedury obliczania godzinowego z normy PN-EN ISO 52016-1 zostały zatwierdzone przy użyciu serii BESTEST. Weryfikację przeprowadzono dla sześciu przypadków testowych, w tym budynku o konstrukcji lekkiej i ciężkiej. Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykonanych różnymi programami symulacyjnymi w stosunku do wartości referencyjnych BESTEST obliczonych na podstawie procedury normy PN:EN ISO 52016-1 mieszczą się w zakresie 27%–53%. Widać zatem, że w przypadku prostego budynku przy użyciu metody miesięcznej obliczeń zapotrzebowania na energię uzyskiwany jest zadowalający poziom dokładności. Ze względu na konieczność powszechnego oceniania budynków mieszkalnych i innych prostych budynków do obliczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia rekomenduje się metodę miesięczną. Metody symulacyjne wymagają dużo dokładniejszego poziomu opisu procesów ciepłno-wilgotnościowych oraz znajomości procesów termodynamicznych zachodzących w budynkach i ich instalacjach. Wyniki uzyskane z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) są o 38% niższe od wyników uzyskanych przy pomocy metody symulacyjnej.

Na podstawie wyników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania obliczono zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną przy określonych założeniach dotyczących źródła ciepła oraz instalacji w budynku. Źródłem ciepła w systemie ogrzewania jest gazowy kocioł kondensacyjny, ciepło do pomieszczeń dostarczane jest za pośrednictwem grzejników konwekcyjnych, w systemie nie ma zasobnika ciepła, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu grzewczego, przewody instalacji centralnego ogrzewania są zaizolowane. System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany jest również z kotła gazowego kondensacyjnego, zastosowano cyrkulację oraz zasobnik c.w.u., a przewody rozprzewadzające i cyrkulacyjne są izolowane.

W budynku użyto następujące urządzenia pomocnicze: wentylatory wyciągowe, pompę obiegową c.o., pompę cyrkulacyjną c.w.u., pompę ładującą zasobnik c.w.u oraz urządzenia regulacyjne w systemie c.o. i c.w.u.

Obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej zgodnie z zaproponowaną w niniejszej ekspertyzie (rozdział 2.4) metodą wynosi 72 778 kWh/rok a zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) to 48 161 kWh/rok.

Tab. 122 Sprawności systemów – budynek wielorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	0,82	0,82	0,77
przygotowanie c.w.u.	0,72	0,72	0,53
urządzenia pomocnicze	1,00	1,00	1,00

Tab. 123 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek wielorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	99 620	76 077	50 478
przygotowanie c.w.u.	100 464	100 464	91 214
urządzenia pomocnicze	6 701	6 651	9 459
suma	206 785	183 192	151 150

Wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną obliczony, na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego, wynosi 126,6 kWh/m²rok, z metody godzinowej 112,1 kWh/m²rok a metodyki opisaney w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 92,5 kWh/m²rok.

W tabelach poniżej zestawiono zapotrzebowanie na energię pierwotną, wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęte zostały zgodnie z zaproponowanymi w rozdziale 5.6 ekspertyzy oraz zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 124 Współczynniki nakładu – budynek wielorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	1,1	1,1
przygotowanie c.w.u.	1,1	1,1
urządzenia pomocnicze	2,5	3,0

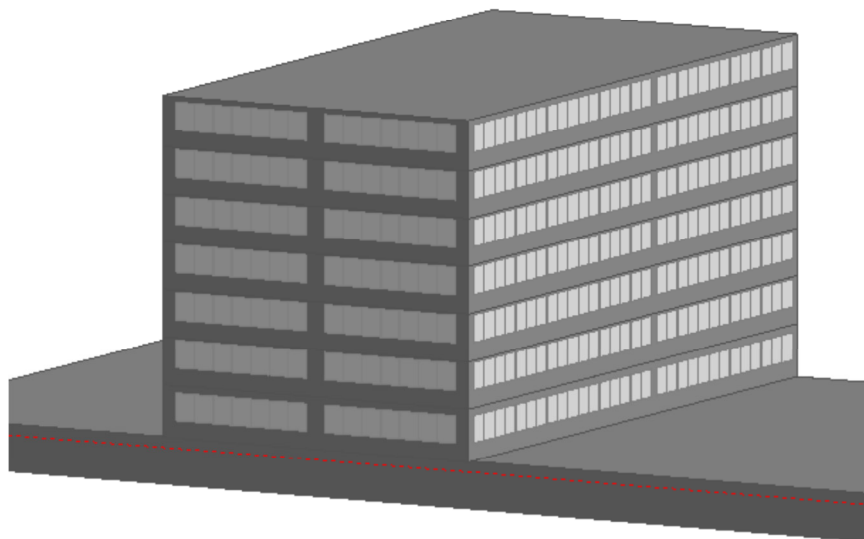
Tab. 125 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek wielorodzinny

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
ogrzewanie	109 582	83 684	55 525
przygotowanie c.w.u.	110 511	110 511	100 335
urządzenia pomocnicze	16 753	16 628	28 378
suma	236 845	210 823	184 238

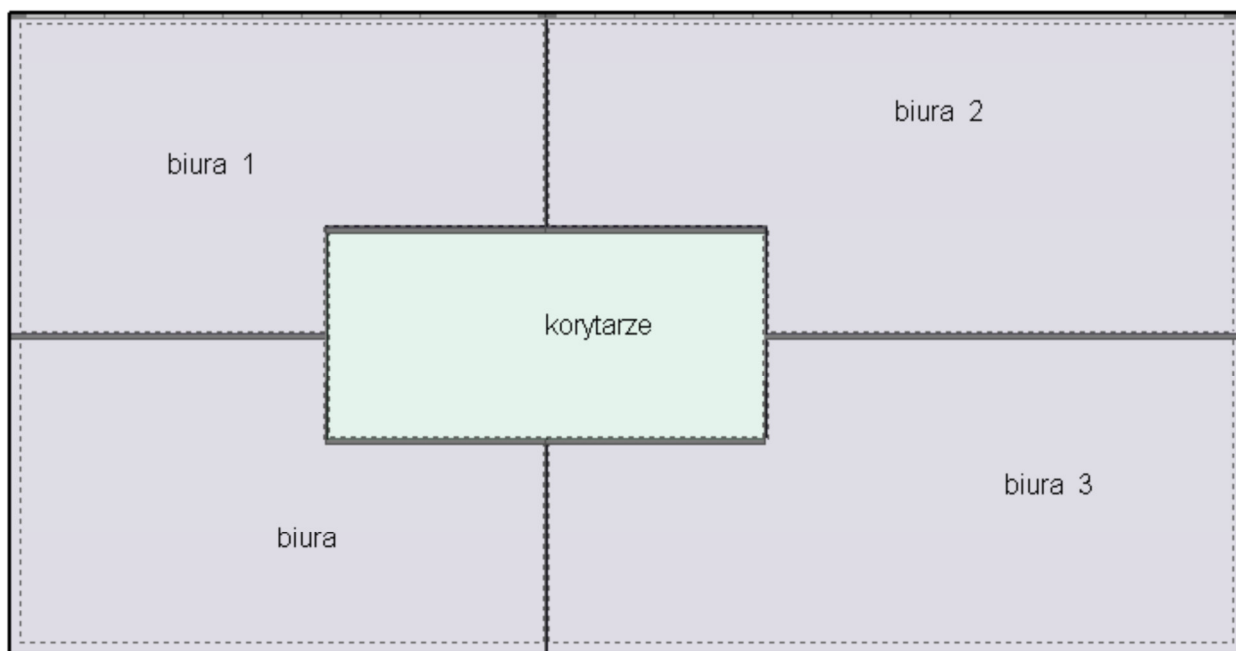
Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego, wynosi 144,9 kWh/m²rok, z metody godzinowej 129,0 kWh/rok a z metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 112,8 kWh/m²rok.

6.3 Obliczenia dla budynku biurowego

Analizowany budynek biurowy zlokalizowany w Warszawie posiada 7 kondygnacji naziemnych ogrzewanych oraz 1 kondygnację podziemną nieogrzewaną. Widok z modelu oraz powtarzalnej kondygnacji pokazany jest odpowiednio na Rys. 31 oraz Rys. 32. Wymiary zewnętrzne kondygnacji to 25,26 m x 48,66 m.



Rys. 31 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku biurowego



Rys. 32 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku biurowego (model)

W budynku znajdują się pomieszczenia biurowe i korytarze. Powierzchnia użytkowa to 8017 m², a kubatura – 28178 m³. Przegrody budynku zgodne są z wymaganiami Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) na rok 2021.

Parametry przyjęte dla obliczeń zgodnych z normą PN-EN ISO 52016-1.

W budynku zastosowano wentylację mechaniczną nawiewno-wyciągową z odzyskiem ciepła o sprawności temperaturowej 73%, średnia krotność wymian powietrza wynosi w biurach 0,65 1/h, na korytarzach 0,55 1/h, a szczelność powietrzna wynosi $n_{50}=1,5 \text{ h}^{-1}$. Budynek wyposażony jest w instalację ogrzewania i chłodzenia. W pomieszczeniach biurowych temperatura założona w trybie ogrzewania to 21°C, a na korytarzach 20°C. W biurach założona temperatura w trybie chłodzenia wynosi 24°C, korytarze nie są chłodzone. Wilgotność względna powietrza w biurach jest regulowana i w okresie zimowym minimalna wilgotność względna wynosi 40%.

W przypadku obliczeń wykonanych metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) przyjęto takie same wartości temperatury, sprawności odzysku ciepła w analizowanym budynku, natomiast strumienie powietrza, obciążenie zyskami ciepła zostały przyjęte zgodnie z wartościami tabelarycznymi zawartymi w Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Dla opisanego budynku wykonano obliczenia zapotrzebowania na energię metodą miesięczną, metodą symulacyjną godzinową zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1 oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

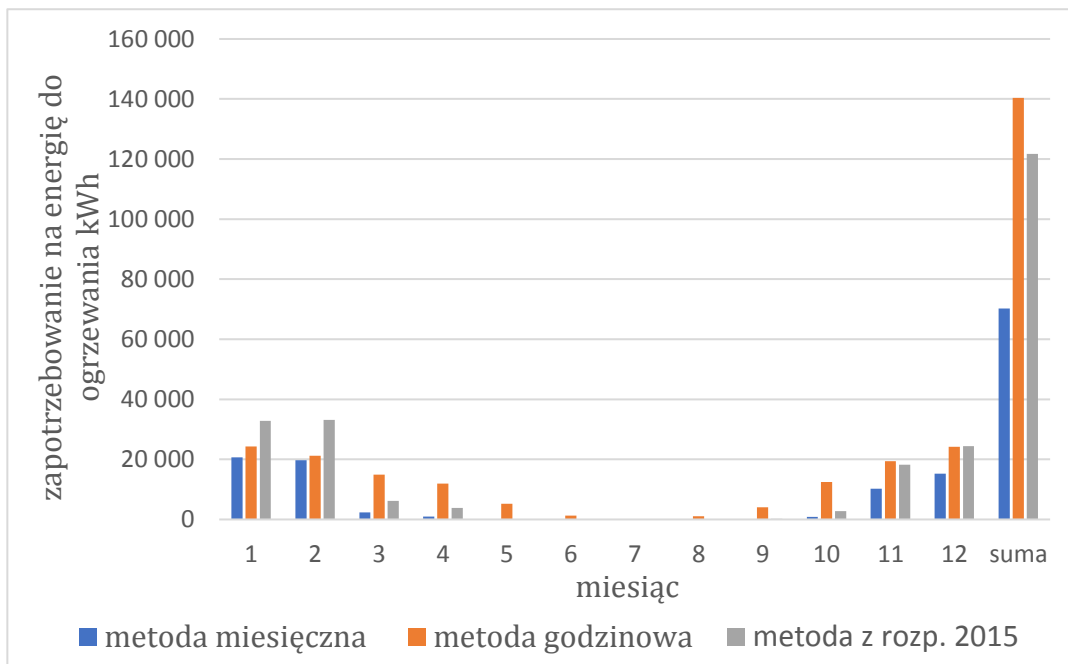
Poniżej w tabelach i na wykresach zestawiono wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia uzyskane przy użyciu analizowanych metod.

Tab. 126 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek biurowy

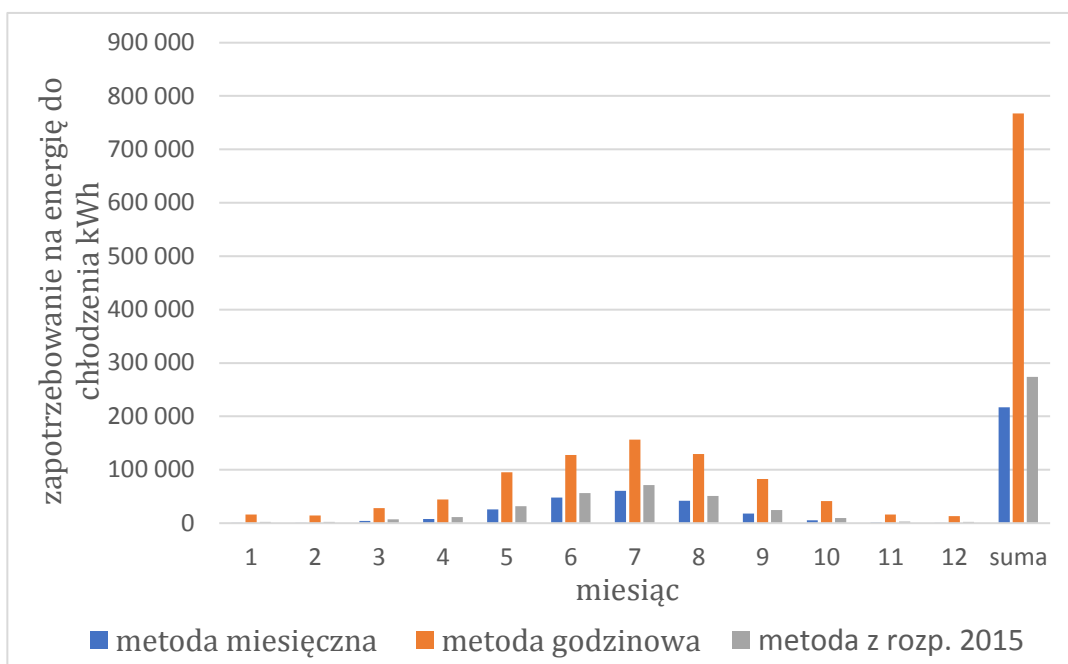
Miesiąc	Metoda miesięczna kWh	Metoda godzinowa kWh	Metoda z rozp. 2015 kWh
1	20 675	24 275	32 822
2	19 736	21 226	33 156
3	2 344	14 953	6 217
4	1 014	11 981	3 839
5	14	5 255	125
6	0	1 314	0
7	0	127	0
8	0	1 039	3
9	28	4 057	183
10	869	12 513	2 731
11	10 292	19 416	18 206
12	15 256	24 165	24 386
suma	70 228	140 321	121 667

Tab. 127 Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia – budynek biurowy

Miesiąc	Metoda miesięczna kWh	Metoda godzinowa kWh	Metoda z rozp. 2015 kWh
1	836	16 405	2 175
2	964	14 538	2 322
3	3 978	28 060	7 014
4	7 769	44 252	11 544
5	26 144	95 543	32 006
6	48 256	127 683	56 531
7	60 775	156 726	71 261
8	42 311	129 771	50 908
9	18 150	83 043	24 597
10	5 553	41 534	9 686
11	1 419	16 433	3 361
12	942	13 229	2 464
suma	217 097	767 215	273 869



Rys. 33 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek biurowy



Rys. 34 Zapotrzebowanie na energię użytkową do chłodzenia – budynek biurowy

Różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania metodą godzinową a miesięczną wynosi 50%, a w przypadku chłodzenia – 71%. Metody symulacyjne wymagają dużo dokładniejszego poziomu opisu procesów cieplno-wilgotnościowych oraz znajomości procesów termodynamicznych zachodzących w budynkach i ich instalacjach. Różnice w wynikach zapotrzebowania na energię z obu metod wynikają z różnego stopnia dokładności w uwzględnieniu dynamiki cieplnej budynku oraz uproszczonego sposobu zdefiniowania w metodzie miesięcznej projektu budynku, systemu HVAC oraz systemu oświetlania i sposobu

ich sterowania. Dlatego w przypadku budynków niemieszkalnych o złożonych systemach HVAC i oświetlenia rekomenduje się do wyznaczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykorzystanie metod symulacji godzinowych. Wyniki uzyskane z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) są w przypadku zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania o 13% niższe a przypadku zapotrzebowania na energię użytkową do chłodzenia o 64% niższe od wyników uzyskanych przy pomocy metody symulacyjnej.

Na podstawie wyników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia obliczono zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną przy określonych założeniach dotyczących źródła ciepła i chłodu oraz instalacji w budynku. Źródłem ciepła w systemie ogrzewania jest gazowy kocioł kondensacyjny, ciepło do pomieszczeń dostarczane jest za pośrednictwem klimakonwektorów, w systemie ogrzewania nie ma zasobnika ciepła, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu grzewczego, przewody instalacji centralnego ogrzewania i ciepła technologicznego są zaizolowane.

Źródłem chłodu jest agregat chłodzony powietrzem, chłód do pomieszczeń dostarczany jest za pośrednictwem klimakonwektorów, w systemie nie ma zasobnika chłodu, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu chłodniczego, przewody instalacji chłodu są zaizolowane.

System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany jest z miejscowych elektrycznych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej.

W budynku zastosowano następujące urządzenia pomocnicze: wentylatory w centralach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, wentylatory klimakonwektorów, pompę obiegową c.o., pompę obiegową c.t., pompę obiegową wody lodowej oraz urządzenia regulacyjne w systemie c.o., c.w.u. i chłodu.

Obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej zgodnie z zaproponowaną w niniejszej ekspertyzie (rozdział 2.4) metodą wynosi 73 023 kWh/rok a zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) to 37 548 kWh/rok.

Tab. 128 Sprawności systemów – budynek biurowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	0,80	0,87	0,88
chłodzenie	3,81	3,81	2,53
przygotowanie c.w.u.	0,99	0,99	0,99
nawilżanie	-	0,95	-
oświetlenie	1,00	1,00	1,00
urządzenia pomocnicze	1,00	1,00	1,00

Tab. 129 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek biurowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	87 400	160 377	137 577
chłodzenie	56 939	201 222	108 389
przygotowanie c.w.u.	73 761	73 761	37 927
nawilżanie	-	281 616	
oświetlenie	310 818	311 170	310 818
urządzenia pomocnicze	146 850	154 876	70 653
suma	675 768	1 183 022	665 364

Wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku biurowego, wynosi 84,3 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 147,6 kWh/m²rok a z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 83,0 kWh/m²rok.

W tabelach poniżej zestawiono zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęte zostały zgodnie z zaproponowanymi w rozdziale 5.6 ekspertyzy oraz z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 130 Współczynniki nakładu – budynek biurowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	1,1	1,1
chłodzenie	2,5	3,0
przygotowanie c.w.u.	2,5	3,0
nawilżanie	2,5	3,0
oświetlenie	2,5	3,0
urządzenia pomocnicze	2,5	3,0

Tab. 131 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek biurowy

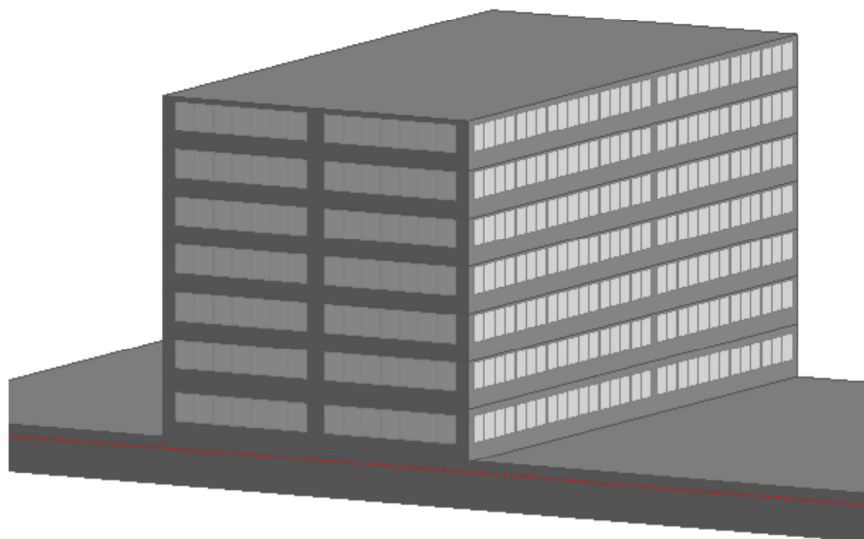
Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
ogrzewanie	96 140	176 415	151 335
chłodzenie	142 348	503 054	325 168
przygotowanie c.w.u.	184 403	184 403	113 780

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
nawilżanie	0	704 041	0
oświetlenie	777 044	777 925	932 453
urządzenia pomocnicze	367 125	387 190	211 959
suma	1 567 060	2 733 027	1 734 696

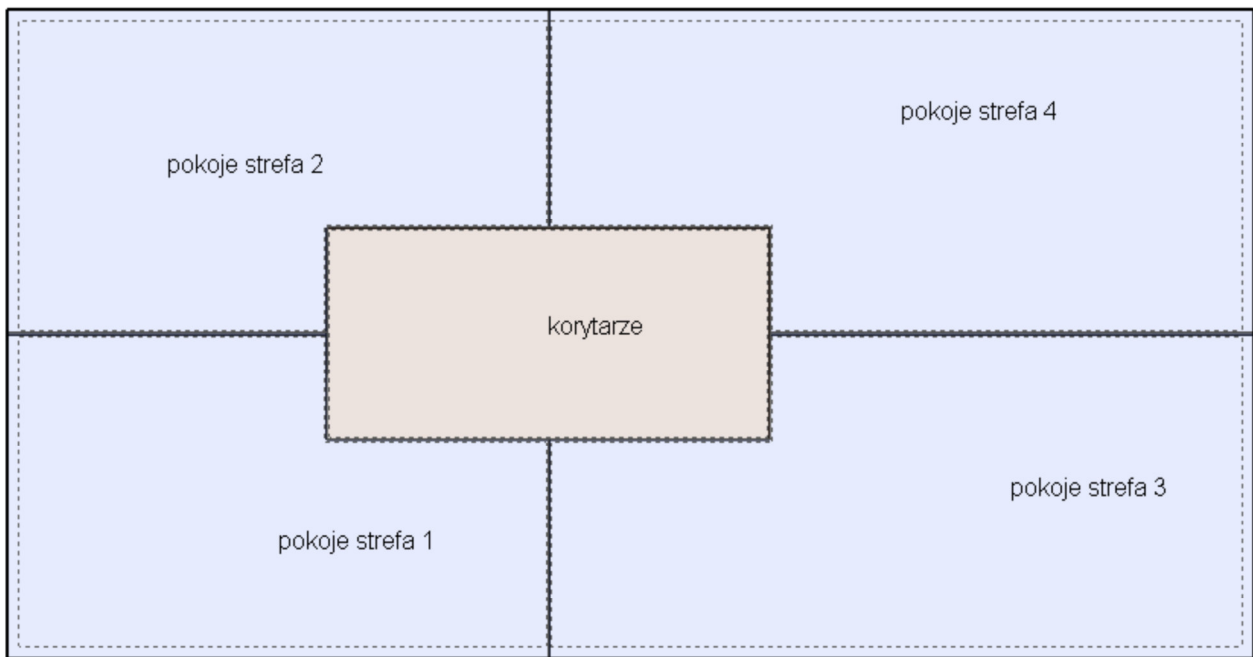
Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku biurowego, wynosi 195,5 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 340,9 kWh/m²rok a z metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 216,4 kWh/m²rok.

6.4 Obliczenia dla budynku zamieszkania zbiorowego

Analizowany budynek zamieszkania zbiorowego zlokalizowany w Warszawie posiada 7 kondygnacji naziemnych ogrzewanych oraz 1 kondygnację podziemną nieogrzewaną. Widok z modelu oraz powtarzalnej kondygnacji pokazany jest odpowiednio na Rys. 35 oraz Rys. 36. Wymiary zewnętrzne kondygnacji to 25,26 m x 48,66 m.



Rys. 35 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku zamieszkania zbiorowego



Rys. 36 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku zamieszkania zbiorowego (model)

W budynku znajdują się pomieszczenia mieszkalne i korytarze. Powierzchnia użytkowa to 8017 m², a kubatura – 28178 m³. Przegrody budynku zgodne są z wymaganiami Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) na rok 2021.

Parametry przyjęte dla obliczeń zgodnych z normą PN-EN ISO 52016-1.

W budynku zastosowano wentylację mechaniczną wyciągową, średnia krotność wymian powietrza wynosi 0,50 1/h, a szczelność powietrzna $n_{50}=3,0 \text{ h}^{-1}$. Budynek wyposażony jest w instalację ogrzewania. W pomieszczeniach mieszkalnych i na korytarzach temperatura wynosi 20°C.

W przypadku obliczeń wykonanych metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) przyjęto takie same wartości temperatury w analizowanym budynku, natomiast strumienie powietrza, obciążenie zyskami ciepła zostały przyjęte zgodnie z wartościami tabelarycznymi zawartymi w Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

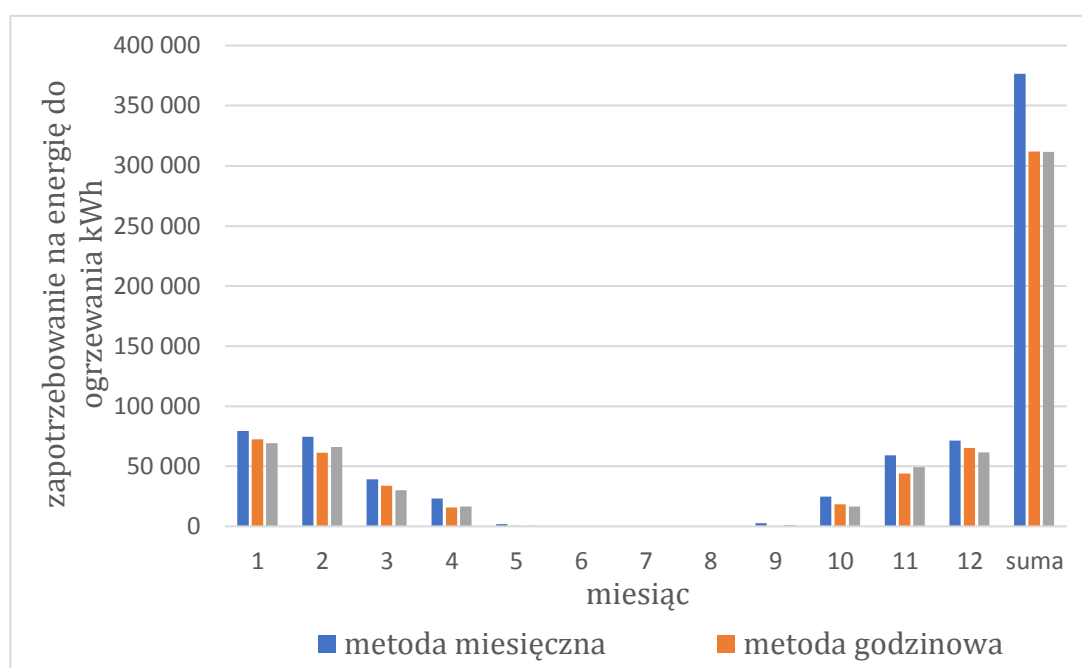
Dla opisanego budynku stworzono model energetyczny (Rys. 35) i przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania metodą miesięczną i metodą symulacyjną godzinową zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1 oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Poniżej w tabelach i na wykresach zestawiono wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania uzyskane przy użyciu analizowanych metod.

Tab. 132 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek zamieszkania zbiorowego

Miesiąc	Metoda miesięczna kWh	Metoda godzinowa kWh	Metoda z rozp. 2015 kWh
1	79 328	72 375	69 414
2	74 658	61 290	66 033

Miesiąc	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
	kWh	kWh	kWh
3	39 125	33 822	30 186
4	23 114	15 695	16 428
5	1 878	670	689
6	8	0	0
7	0	0	0
8	22	0	3
9	2 739	3	1 078
10	24 911	18 377	16 483
11	59 047	44 090	49 428
12	71 544	65 330	61 567
suma	376 375	311 652	311 308



Rys. 37 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek zamieszkania zbiorowego

Różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania metodą godzinową a miesięczną wynosi 20%. Metody symulacyjne wymagają dużo dokładniejszego poziomu opisu procesów ciepło-wilgotnościowych oraz znajomości procesów termodynamicznych zachodzących w budynkach i ich instalacjach. Różnice w wynikach zapotrzebowania na energię z obu metod wynikają z różnego stopnia dokładności w uwzględnieniu dynamiki cieplnej budynku oraz uproszczonego sposobu zdefiniowania w metodzie miesięcznej projektu budynku, systemu HVAC oraz systemu oświetlenia i sposobu ich sterowania. Dlatego w przypadku budynków o złożonych systemach HVAC i oświetlenia rekomenduje się do

wyznaczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykorzystanie metod symulacji godzinowych. Wyniki uzyskane z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) są w przypadku zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania zbliżone do wyników uzyskanych przy pomocy metody symulacyjnej.

Na podstawie wyników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania obliczono zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną przy określonych założeniach dotyczących źródła ciepła oraz instalacji w budynku. Źródłem ciepła w systemie ogrzewania jest gazowy kocioł kondensacyjny, ciepło do pomieszczeń dostarczane jest za pośrednictwem klimakonwektorów, w systemie ogrzewania nie ma zasobnika ciepła, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu grzewczego, przewody instalacji centralnego ogrzewania i ciepła technologicznego są zaizolowane.

System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany jest również z kotła gazowego kondensacyjnego, zastosowano cyrkulację oraz zasobnik c.w.u., a przewody rozprowadzające i cyrkulacyjne są izolowane.

W budynku użyto następujące urządzenia pomocnicze: wentylatory wyciągowe, pompę obiegową c.o., pompę cyrkulacyjną c.w.u., pompę ładującą zasobnik c.w.u oraz urządzenia regulacyjne w systemie c.o. i c.w.u.

Obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej zgodnie z zaproponowaną w niniejszej ekspertyzie (rozdział 2.4) metodą wynosi 2 689 744 kWh/rok a zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) to 344 824 kWh/rok.

Tab. 133 Sprawności systemów – budynek zamieszkania zbiorowego

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	0,88	0,88	0,81
przygotowanie c.w.u.	0,85	0,85	0,37
oświetlenie	1,00	1,00	1,00
urządzenia pomocnicze	1,00	1,00	1,00

Tab. 134 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek zamieszkania zbiorowego

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	425 825	352 598	383 854
przygotowanie c.w.u.	3 151 059	3 151 059	921 990
oświetlenie	310 818	89 082	310 818
urządzenia pomocnicze	54 372	52 254	46 661
suma	3 942 074	3 644 994	1 663 322

Wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku zamieszkania zbiorowego wynosi 491,7 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 454,7 kWh/m²rok a z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 207,5 kWh/m²rok.

W tabelach poniżej zestawiono zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęte zostały zgodnie z zaproponowanymi w rozdziale 5.6 ekspertyzy oraz z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 135 Współczynniki nakładu – budynek zamieszkania zbiorowego

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	1,1	1,1
przygotowanie c.w.u.	1,1	1,1
oświetlenie	2,5	3,0
urządzenia pomocnicze	2,5	3,0

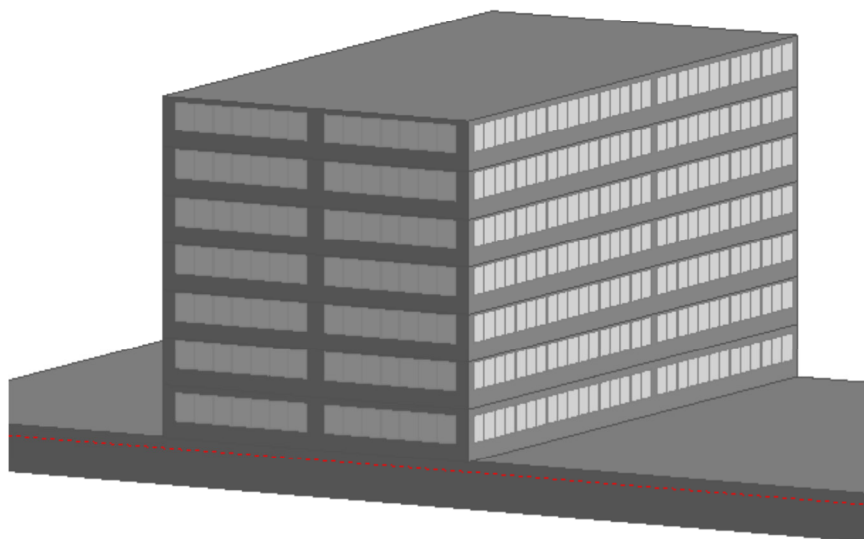
Tab. 136 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek zamieszkania zbiorowego

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
ogrzewanie	468 408	387 858	422 239
przygotowanie c.w.u.	3 466 165	3 466 165	1 014 189
oświetlenie	777 044	222 706	932 453
urządzenia pomocnicze	135 930	130 635	139 982
suma	4 847 547	4 207 365	2 508 863

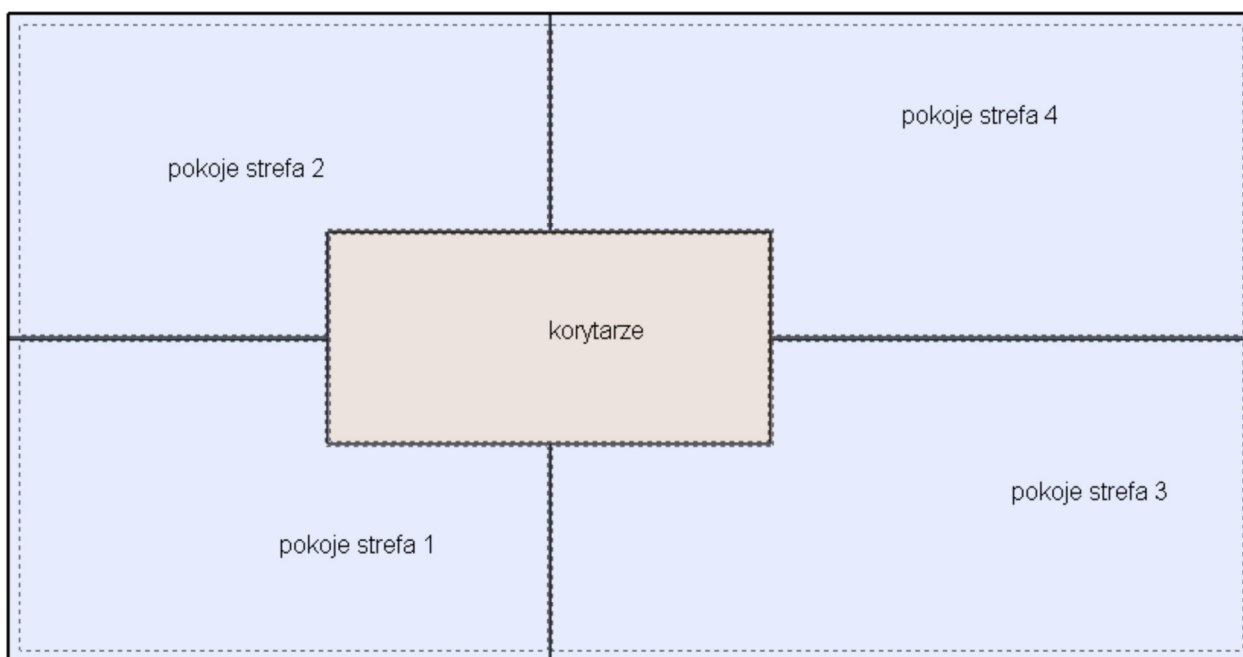
Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku zamieszkania zbiorowego, wynosi 604,7 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 524,8 kWh/m²rok a z metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 313,0 kWh/m²rok.

6.5 Obliczenia dla budynku opieki zdrowotnej

Analizowany budynek opieki zdrowotnej zlokalizowany w Warszawie posiada 7 kondygnacji naziemnych ogrzewanych oraz 1 kondygnację podziemną nieogrzewaną. Widok z modelu oraz powtarzalnej kondygnacji pokazany jest odpowiednio na Rys. 38 oraz Rys. 39. Wymiary zewnętrzne kondygnacji to 25,26 m x 48,66 m.



Rys. 38 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku opieki zdrowotnej



Rys. 39 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku opieki zdrowotnej (model)

W budynku znajdują się pomieszczenia w których przyjmowani są pacjenci i korytarze. Powierzchnia użytkowa to 8017 m², a kubatura – 28178 m³. Przegrody budynku zgodne są z wymaganiami Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) na rok 2021.

Parametry przyjęte dla obliczeń zgodnych z normą PN-EN ISO 52016-1.

W budynku zastosowano wentylację mechaniczną wyciągową, średnia krotność wymian powietrza wynosi 1,30 1/h, a szczelność powietrzna $n_{50}=3,0 \text{ h}^{-1}$. Budynek wyposażony jest w instalację ogrzewania. W pomieszczeniach temperatura wynosi 20°C.

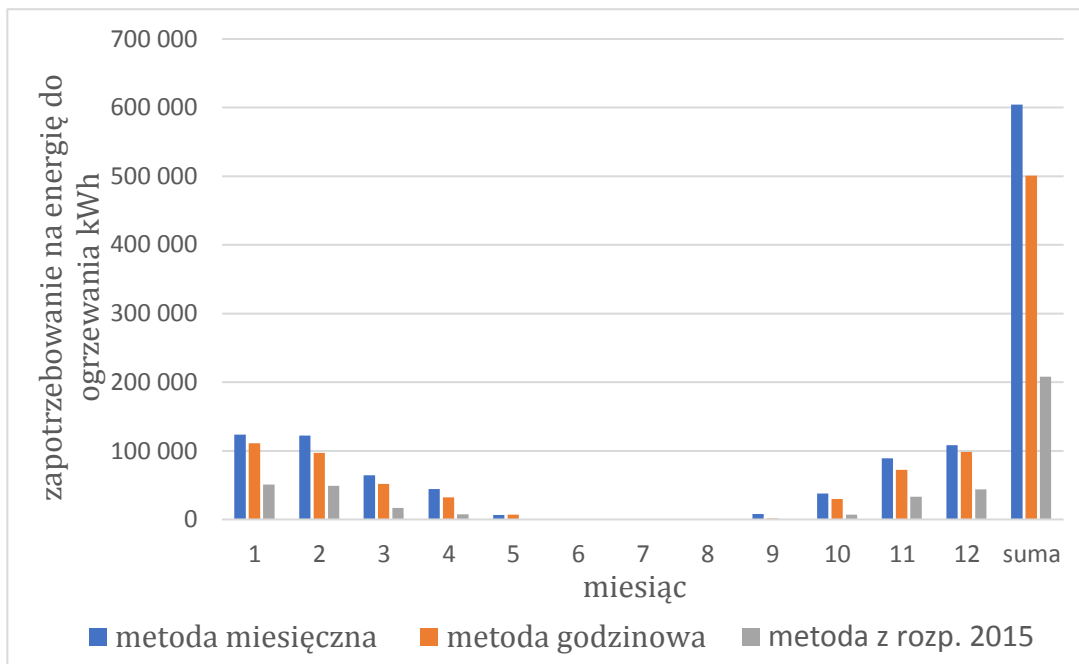
W przypadku obliczeń wykonanych metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) przyjęto takie same wartości temperatury w analizowanym budynku, natomiast strumienie powietrza, obciążenie zyskami ciepła zostały przyjęte zgodnie z wartościami tabelarycznymi zawartymi w Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Dla opisanego budynku stworzono model energetyczny (Rys. 38) i przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania metodą miesięczną i metodą symulacyjną godzinową zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1 oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Poniżej w tabelach i na wykresach zestawiono wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania uzyskane przy użyciu analizowanych metod.

Tab. 137 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania - budynek opieki zdrowotnej

Miesiąc	Metoda miesięczna kWh	Metoda godzinowa kWh	Metoda z rozp. 2015 kWh
1	123 792	110 916	50 983
2	121 969	97 251	48 858
3	64 206	51 601	16 622
4	44 264	32 383	7 414
5	6 803	6 908	156
6	139	0	0
7	0	0	0
8	289	0	0
9	7 758	1 451	239
10	37 986	29 908	6 956
11	88 883	72 085	33 069
12	108 031	98 385	43 831
suma	604 119	500 887	208 128



Rys. 40 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek opieki zdrowotnej

Różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania metodą godzinową a miesięczną wynosi 20%. Metody symulacyjne wymagają dużo dokładniejszego poziomu opisu procesów cieplno-wilgotnościowych oraz znajomości procesów termodynamicznych zachodzących w budynkach i ich instalacjach. Różnice w wynikach zapotrzebowania na energię z obu metod wynikają z różnego stopnia dokładności w uwzględnieniu dynamiki cieplnej budynku oraz uproszczonego sposobu zdefiniowania w metodzie miesięcznej projektu budynku, systemu HVAC oraz systemu oświetlenia i sposobu ich sterowania. Dlatego w przypadku budynków o złożonych systemach HVAC i oświetlenia rekomenduje się do wyznaczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykorzystanie metod symulacji godzinowych. Wyniki uzyskane z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) w przypadku zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania są o 58% niższe od wyników uzyskanych przy pomocy metody symulacyjnej.

Na podstawie wyników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania obliczono zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną przy określonych założeniach dotyczących źródła ciepła oraz instalacji w budynku. Źródłem ciepła w systemie ogrzewania jest gazowy kocioł kondensacyjny, ciepło do pomieszczeń dostarczane jest za pośrednictwem klimakonwektorów, w systemie ogrzewania nie ma zasobnika ciepła, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu grzewczego, przewody instalacji centralnego ogrzewania i ciepła technologicznego są zaizolowane.

System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany jest z miejscowych elektrycznych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej.

W budynku użyto następujące urządzenia pomocnicze: wentylatory wyciągowe, pompę obiegową c.o. oraz urządzenia regulacyjne w systemie c.o.

Obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej zgodnie z zaproponowaną w niniejszej ekspertyzie (rozdział 2.4) metodą wynosi 262 284 kWh/rok a zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) to 996 159 kWh/rok.

Tab. 138 Sprawności systemów – budynek opieki zdrowotnej

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	0,88	0,88	0,79
przygotowanie c.w.u.	0,99	0,99	0,99
oświetlenie	1,00	1,00	1,00
urządzenia pomocnicze	1,00	1,00	1,00

Tab. 139 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek opieki zdrowotnej

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	683 492	566 697	262 089
przygotowanie c.w.u.	264 933	264 933	1 006 221
oświetlenie	310 818	442 333	310 818
urządzenia pomocnicze	109 014	102 639	76 585
suma	1 368 257	1 376 602	1 655 712

Wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku opieki zdrowotnej wynosi 170,7 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 171,7 kWh/m²rok a z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 206,5 kWh/m²rok.

W tabelach poniżej zestawiono zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęte zostały zgodnie z zaproponowanymi w rozdziale 5.6 ekspertyzy oraz z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 140 Współczynniki nakładu – budynek opieki zdrowotnej

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	1,1	1,1
przygotowanie c.w.u.	2,5	3,0
oświetlenie	2,5	3,0
urządzenia pomocnicze	2,5	3,0

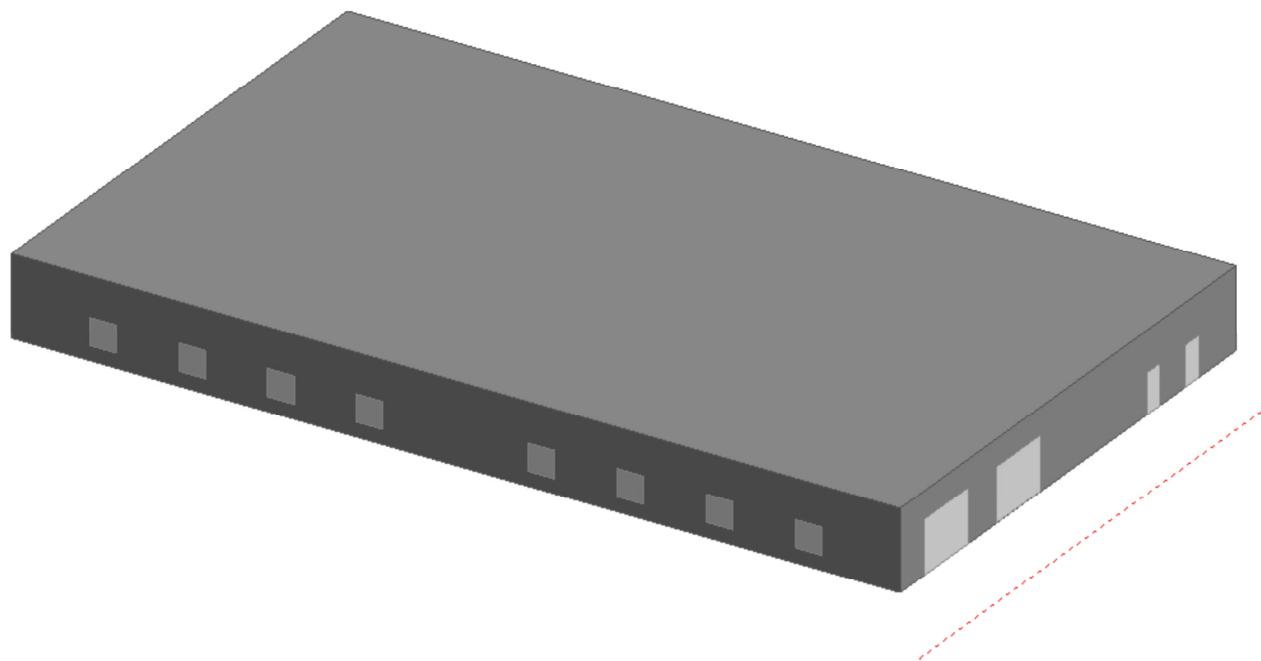
Tab. 141 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek opieki zdrowotnej

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
ogrzewanie	751 841	623 366	288 298
przygotowanie c.w.u.	662 332	662 332	3 018 663
oświetlenie	777 044	1 105 833	932 453
urządzenia pomocnicze	272 535	256 598	229 754
suma	2 463 753	2 648 129	4 469 168

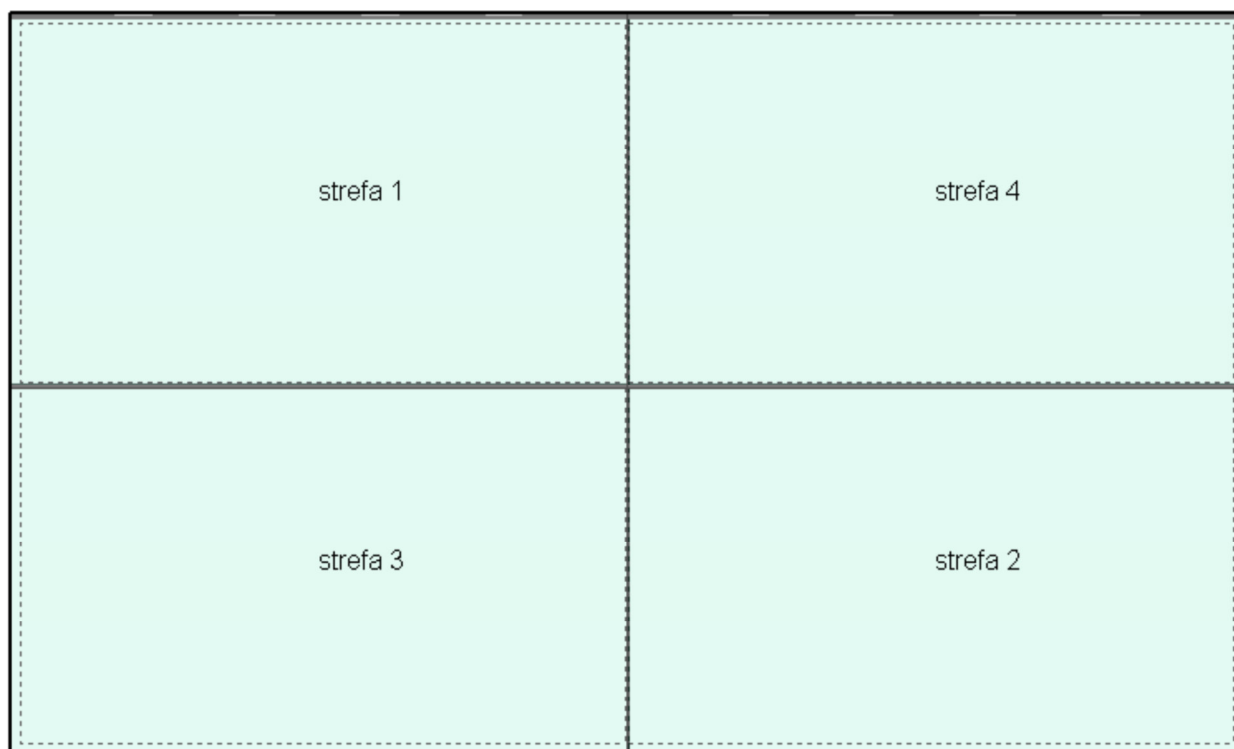
Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku opieki zdrowotnej wynosi 307,3 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 330,3 kWh/m²rok a z metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 557,5 kWh/m²rok.

6.6 Obliczenia dla budynku magazynowego

Analizowany budynek magazynowy zlokalizowany w Warszawie posiada 1 kondygnację naziemną ogrzewaną. Widok z modelu oraz powtarzalnej kondygnacji pokazany jest odpowiednio na Rys. 41 oraz Rys. 42. Wymiary zewnętrzne kondygnacji to 30 m x 50 m.



Rys. 41 Widok modelu geometrycznego analizowanego budynku magazynowego



Rys. 42 Rzut powtarzalnej kondygnacji analizowanego budynku magazynowego (model)

W budynku znajdują się pomieszczenia magazynowe. Powierzchnia użytkowa to 1 436 m², a kubatura – 6 246 m³. Przegrody budynku zgodne są z wymaganiami Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) na rok 2021.

Parametry przyjęte dla obliczeń zgodnych z normą PN-EN ISO 52016-1.

W budynku zastosowano wentylację mechaniczną wyciągową, średnia krotność wymian powietrza wynosi 0,5 1/h, a szczelność powietrzna $n_{50}=3,0 \text{ h}^{-1}$. Budynek wyposażony jest w instalację ogrzewania. W pomieszczeniach temperatura wynosi 16°C.

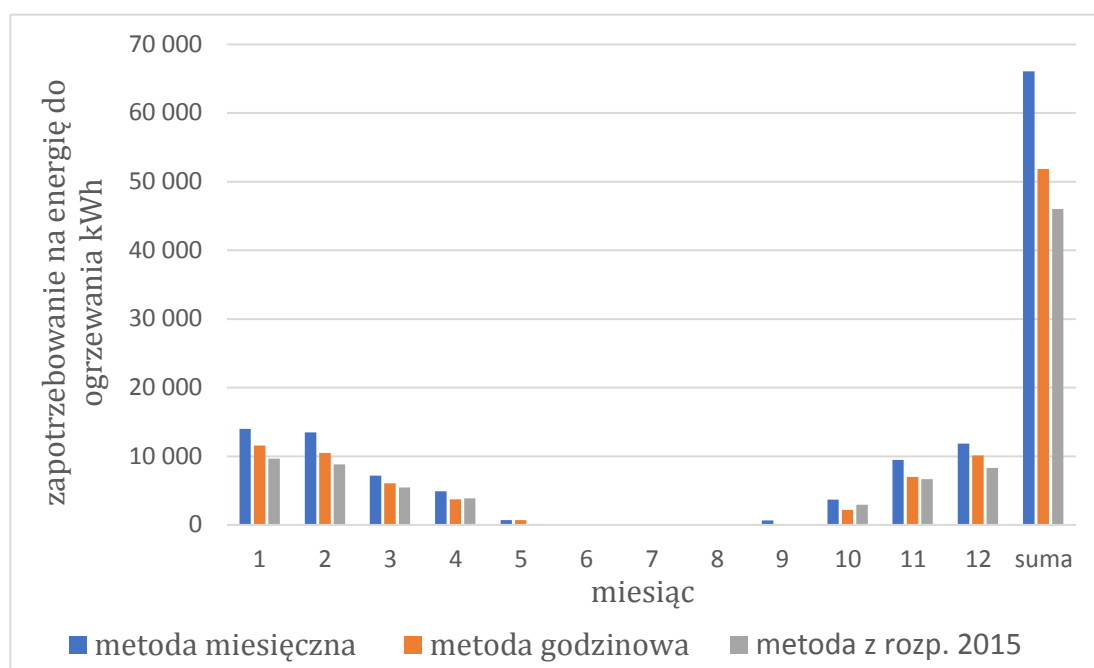
W przypadku obliczeń wykonanych metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) przyjęto takie same wartości temperatury w analizowanym budynku, natomiast strumienie powietrza, obciążenie zyskami ciepła zostały przyjęte zgodnie z wartościami tabelarycznymi zawartymi w Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Dla opisanego budynku stworzono model energetyczny (Rys. 41) i przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania na energię do ogrzewania metodą miesięczną i metodą symulacyjną godzinową zgodnie z normą PN-EN ISO 52016-1 oraz metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Poniżej w tabelach i na wykresach zestawiono wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania uzyskane przy użyciu analizowanych metod.

Tab. 142 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek magazynowy

Miesiąc	Metoda miesięczna kWh	Metoda godzinowa kWh	Metoda z rozp. 2015 kWh
1	14 008	11 566	9 639
2	13 497	10 517	8 797
3	7 178	6 059	5 464
4	4 894	3 721	3 881
5	686	690	158
6	14	0	0
7	42	0	0
8	14	0	0
9	669	0	100
10	3 697	2 185	2 956
11	9 472	6 988	6 689
12	11 869	10 125	8 319
suma	66 042	51 851	46 003



Rys. 43 Zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania – budynek magazynowy

Różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na energię użytkową do ogrzewania metodą godzinową a miesięczną wynosi 27%. Metody symulacyjne wymagają dużo dokładniejszego poziomu opisu procesów ciepłno-wilgotnościowych oraz znajomości procesów termodynamicznych zachodzących w budynkach i ich instalacjach. Różnice w wynikach zapotrzebowania na

energię z obu metod wynikają z różnego stopnia dokładności w uwzględnieniu dynamiki cieplnej budynku oraz uproszczonego sposobu zdefiniowania w metodzie miesięcznej projektu budynku, systemu HVAC oraz systemu oświetlenia i sposobu ich sterowania. Dlatego w przypadku budynków o złożonych systemach HVAC i oświetlenia rekomenduje się do wyznaczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia wykorzystanie metod symulacji godzinowych. Wyniki uzyskane z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) w przypadku zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania są o 11% niższe od wyników uzyskanych przy pomocy metody symulacyjnej.

Na podstawie wyników zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania obliczono zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną przy określonych założeniach dotyczących źródła ciepła oraz instalacji w budynku. Źródłem ciepła w systemie ogrzewania jest gazowy kocioł kondensacyjny, ciepło do pomieszczeń dostarczane jest za pośrednictwem klimakonwektorów, w systemie ogrzewania nie ma zasobnika ciepła, zastosowano regulację miejscową oraz centralną systemu grzewczego, przewody instalacji centralnego ogrzewania i ciepła technologicznego są zaizolowane.

System przygotowania ciepłej wody użytkowej zasilany jest z miejscowych elektrycznych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej.

W budynku użyto następujące urządzenia pomocnicze: wentylatory wyciągowe, pompę obiegową c.o. oraz urządzenia regulacyjne w systemie c.o.

Obliczone zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej zgodnie z zaproponowaną w niniejszej ekspertyzie (rozdział 2.4) metodą wynosi 1 338 kWh/rok a zgodnie z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) to 1 921 kWh/rok.

Tab. 143 Sprawności systemów – budynek magazynowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	0,79	0,79	0,77
przygotowanie c.w.u.	0,72	0,72	0,99
oświetlenie	1,00	1,00	1,00
urządzenia pomocnicze	1,00	1,00	1,00

Tab. 144 Zapotrzebowanie na energię dostarczoną – budynek magazynowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna	Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	84 040	65 981	46 003
przygotowanie c.w.u.	1 847	1 847	1 921
oświetlenie	35 894	51 639	35 894
urządzenia pomocnicze	10 788	9 171	11 764
suma	132 569	128 639	95 583

Wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku magazynowego wynosi 92,3 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 89,6 kWh/m²rok a z metodyki opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 66,6 kWh/m²rok.

W tabelach poniżej zestawiono zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, wskaźniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przyjęte zostały zgodnie z zaproponowanymi w rozdziale 5.6 ekspertyzy oraz z metodyką opisaną w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Tab. 145 Współczynniki nakładu – budynek magazynowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna Metoda godzinowa	Metoda z rozp. 2015
ogrzewanie	1,1	1,1
przygotowanie c.w.u.	2,5	3,0
oświetlenie	2,5	3,0
urządzenia pomocnicze	2,5	3,0

Tab. 146 Zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną – budynek magazynowy

Rodzaj systemu	Metoda miesięczna kWh/rok	Metoda godzinowa kWh/rok	Metoda z rozp. 2015 kWh/rok
ogrzewanie	92 444	72 580	65 824
przygotowanie c.w.u.	4 618	4 618	5 822
oświetlenie	89 736	129 097	107 683
urządzenia pomocnicze	26 970	22 928	22 475
suma	213 767	229 223	201 804

Wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, obliczony na podstawie wyników z metody miesięcznej dla budynku magazynowego, wynosi 148,9 kWh/m²rok, z metody godzinowej – 159,6 kWh/m²rok a z metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) 140,6 kWh/m²rok.

6.7 Podsumowanie analizy porównawczej wyników obliczeń metody miesięcznej i godzinowej

Wyniki zapotrzebowania na energię użytkową analizowanych budynków uzyskane dwoma metodami miesięczną i godzinową zgodnymi z normą PN-EN ISO 52016-1 różnią się od siebie. Metoda godzinowa, w przypadku budynków ze skomplikowanymi systemami HVAC, pozwala na odwzorowanie tych systemów w sposób dokładny, uwzględnia ona dynamikę budynku,

zapotrzebowanie na energię jawną, ale również energię utajaną, związaną z procesami, w których zachodzi zmiana zawartości wilgoci, np. chłodzenie z wykraplaniem, nawilżanie. W przypadku prostych budynków można jednak, z akceptowalną dokładnością, stosować metodę miesięczną.

Wyniki z metody miesięcznej i godzinowej zgodnej z normą PN-EN ISO 52016-1 różnią się także od wyników otrzymanych przy użyciu metody opisanej w metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376).

Metoda oceny zapotrzebowania na energię z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) stosowana jest nie tylko do wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej, ale także oceny energetycznej budynków modernizowanych w wielu krajowych programach wsparcia szeroko pojętej modernizacji budynków. Przy obliczaniu oszczędności zapotrzebowania na energię wynikającej z różnych działań modernizacyjnych, względne wartości dla wariantów modernizacji w obu metodach mogą być zbliżone, jednak wartości bezwzględne znacząco od siebie będą się różnić. Wspieranie działań energooszczędnych i dążenie do budynków niemal zeroenergetycznych i niemal zeroemisyjnych wymaga stosowania metod, które pozwolą w dokładny i precyzyjny sposób ocenić działania systemów w budynku. W przypadku metody miesięcznej bardzo ważne jest uwzględnienie w krajowej metodyce wpływu poszczególnych elementów na pozostałe, np. zmniejszenie mocy oświetlenia w budynku wpływa na zmniejszenie zysków ciepła, co z kolei skutkuje zmianami w bilansie zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i chłodzenia oraz na zapotrzebowanie na energię dostarczoną i pierwotną. Choć obie metody, miesięczna i godzinowa z normy PN-EN ISO 52016-1, mogą być stosowane do oceny energetycznej budynków, z przedstawionych obliczeń wynika, że w przypadku budynków o złożonych systemach HVAC bardziej właściwa jest metoda godzinowa. Obie metody wymagają jednak wprowadzania i opracowania szeregu wskaźników na poziomie krajowym, w celu określenia poziomów odniesienia oraz umożliwienia obliczeń zapotrzebowania na energię w budynkach istniejących, w których brakuje danych projektowych.

7. Sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej

7.1 Ocena aktualnego stanu prawnego w Polsce

W pierwszej kolejności należy odnieść się do prawa unijnego, czyli Dyrektywy 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Została przyjęta w 2010 r., aby pomóc konsumentom w dokonywaniu świadomych wyborów związanych z oszczędzaniem zarówno energii, jak i pieniędzy w budynkach. Zawiera ona wymóg, aby państwa członkowskie opracowały świadectwa charakterystyki energetycznej i dopilnowały, by były one uwzględnione we wszystkich reklamach sprzedaży lub wynajmu budynków, a także ustanowiły systemy kontroli systemów ogrzewania i klimatyzacji (lub wprowadziły w życie środki o równoważnym skutku).

Pakiet „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków”, przyjęty w 2016 r., zawierał wniosek Komisji Europejskiej dotyczący dogłębnego przeglądu Dyrektywy 2010/31/UE. Wniosek ten został przyjęty w maju 2018 r. pod postacią Dyrektywy 2018/844/UE. Długofalowym celem Dyrektywy 2018/844/UE jest przekształcenie istniejących zasobów budowlanych w budynki o niemal zerowym zużyciu energii do 2050 r. (Motyw 9 i art. 2a ust. 1 Dyrektywy 2018/844/UE).

Utrzymując główne zasady Dyrektywy 2010/31/UE, Dyrektywa 2018/844/UE wprowadza szereg poprawek. Z punktu widzenia niniejszego opracowania istotny jest Artykuł 11 i Załącznik I. Artykuł 11 (tekst ujednolicony dyrektywy) szczegółowo określa, jakie elementy powinny zostać uwzględnione w świadectwach charakterystyki energetycznej.

- ▶ Świadectwo charakterystyki energetycznej zawiera charakterystykę energetyczną budynku oraz wartości referencyjne, takie jak minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej, aby umożliwić właścicielom lub najemcom budynku lub modułu budynku dokonanie porównania i oceny jego charakterystyki energetycznej.
- ▶ Świadectwo charakterystyki energetycznej może zawierać dodatkowe informacje, takie jak roczne zużycie energii dla budynków niemieszkalnych oraz odsetek energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii.
- ▶ Świadectwo charakterystyki energetycznej zawiera zalecenia dotyczące optymalnej pod względem kosztów lub opłacalnej ekonomicznie poprawy charakterystyki energetycznej budynku lub modułu budynku, chyba że nie ma sensownej możliwości takiej poprawy w porównaniu z obowiązującymi wymaganiami w zakresie charakterystyki energetycznej.
- ▶ Zalecenia zawarte w świadectwie charakterystyki energetycznej obejmują:
 - ▶ środki przeprowadzone w związku z ważniejszą renowacją przegród zewnętrznych lub systemów technicznych budynku; oraz
 - ▶ środki dotyczące poszczególnych elementów budynku niezależnie od ważniejszej renowacji przegród zewnętrznych lub systemów technicznych budynku.
- ▶ Zalecenia zawarte w świadectwie charakterystyki energetycznej są technicznie wykonalne dla konkretnego budynku i mogą zawierać szacunkowy zakres okresów spłaty lub kosztów i korzyści w trakcie ekonomicznego cyklu życia budynku.
- ▶ W świadectwie charakterystyki energetycznej jest wskazane, gdzie właściciel lub najemca może uzyskać bardziej szczegółowe informacje, w tym w kwestii opłacalności ekonomicznej zawartych w nim zaleceń. Ocena opłacalności ekonomicznej opiera się

na zestawie standardowych warunków, takich jak ocena oszczędności energii oraz leżące u podstaw ceny energii, a także wstępna prognoza kosztów. Ponadto świadectwo zawiera informacje dotyczące kroków, jakie należy podjąć w celu wypełnienia zaleceń. Właścicielowi lub najemcy można również podać inne informacje na pokrewne tematy, takie jak audyty energetyczne lub zachęty o charakterze finansowym lub innym oraz możliwości finansowania.

Załącznik I do Dyrektywy 2010/31/UE także został zmieniony. Zawiera on wspólne ramy ogólne do obliczania charakterystyki energetycznej budynków. Z punktu widzenia świadectw charakterystyki energetycznej budynków najważniejsze są następujące zapisy:

- ▶ charakterystykę energetyczną budynku wyraża się za pomocą liczbowego wskaźnika zużycia energii pierwotnej wyrażanego w kWh/(m²rok) na potrzeby zarówno świadectw charakterystyki energetycznej, jak i zgodności z minimalnymi wymaganiami dotyczącymi charakterystyki energetycznej;
- ▶ państwa członkowskie opisują swoje krajowe metodologie obliczania zgodnie z załącznikami krajowymi powiązanych norm europejskich, mianowicie ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 oraz 52018-1, opracowanych na podstawie mandatu M/480 udzielonego Europejskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu (CEN). Niniejszy przepis nie stanowi prawnej kodyfikacji tych norm.

Dla sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej istotna jest norma PN-EN ISO 52003-1¹¹⁵. Norma opisuje związek między wskaźnikami charakterystyki energetycznej budynków a wymaganiami dotyczącymi charakterystyki energetycznej i ich oceną. Omawia sposoby wyznaczania wartości referencyjnych dla niektórych wskaźników charakterystyki energetycznej. Norma zawiera również metodologię oceny charakterystyki energetycznych budynku oraz jego elementów w odniesieniu do wartości referencyjnych, a także przykłady prezentacji tej oceny w postaci klas efektywności energetycznej.

Dyrektywa 2018/844/UE jest szczególnie istotna z punktu widzenia sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej budynków i powinna zostać implementowana przez kraje członkowskie do 10 marca 2020 r. (w Polsce nie nastąpiło to jeszcze w momencie przygotowywania niniejszej ekspertyzy).

Dyrektywa 2010/31/UE została implementowana do prawa krajowego w 2012 r.

System certyfikacji energetycznej budynków jest zarządzany i administrowany przez Ministerstwo Rozwoju. Z punktu widzenia jego działania i wdrożenia Dyrektywy 2010/31/UE najważniejsze są następujące akty prawne:

- ▶ Ustawa (Dz.U. z 2020 poz. 213),
- ▶ Rozporządzenie (Dz.U. z 2015 poz. 376),
- ▶ Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1065),

¹¹⁵PN-EN ISO 52003-1:2017-09 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Wskaźniki, wymagania, ocena i certyfikacja -- Część 1: Ogólne aspekty i zastosowanie do całkowitych energetycznych właściwości użytkowych, zwana dalej PN-EN ISO 52003-1.

- ▶ Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, ogłoszenie jednolitego tekstu rozporządzenia z dnia 13 września 2018 r.¹¹⁶

Ustawa określa m.in. zasady sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej, zasady kontroli systemu ogrzewania oraz klimatyzacji i zasady prowadzenia centralnego rejestru charakterystyki energetycznej budynków. Za charakterystykę energetyczną rozumie się zbiór danych i wskaźników energetycznych budynku lub części budynku, określających całkowite zapotrzebowanie na energię niezbędną do ich użytkowania zgodnie z przeznaczeniem. Świadectwo charakterystyki energetycznej zgodnie z Ustawą (Dz.U. z 2020 poz. 213) powinno zawierać:

- ▶ dane identyfikacyjne budynku lub części budynku;
- ▶ charakterystykę energetyczną budynku lub części budynku;
- ▶ zalecenia określające zakres i rodzaj robót budowlano-instalacyjnych, które poprawią charakterystykę energetyczną budynku lub części budynku.

Rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej określa m.in.:

- ▶ sposób sporządzania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectwa charakterystyki energetycznej;
- ▶ wzory świadectw charakterystyki energetycznej.

Wzory świadectw znajdują się w załączniku do rozporządzenia oddzielnie dla budynku i części budynku. Świadectwo składa się z czterech stron i zawiera takie informacje jak:

- ▶ numer świadectwa,
- ▶ dane ocenianego budynku lub jego części,
- ▶ datę ważności,
- ▶ ocenę charakterystyki energetycznej budynku,
- ▶ wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP dla ocenianego budynku lub jego części przedstawiony na liniowej skali oraz wartość wymaganą dla nowych budynków (brak w przypadku istniejących budynków lub części budynku),
- ▶ obliczeniową roczną ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek lub jego część,
- ▶ dane sporządzającego świadectwo,
- ▶ podstawowe parametry techniczno-użytkowe budynku lub jego części,
- ▶ wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU, końcową EK i nieodnawialną pierwotną EP,
- ▶ zalecenia dotyczące opłacalnej ekonomicznie i wykonalnej technicznie poprawy charakterystyki energetycznej budynku lub jego części,
- ▶ objaśnienia i uwagi.

¹¹⁶Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego. (Dz.U. z 2018 poz. 1935).

Wzór świadectwa zgodnie z rozporządzeniem Ministra Inwestycji i Rozwoju zmieniającym rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2019 poz. 1829)¹¹⁷ budynku zamieszczono poniżej.

¹¹⁷Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju zmieniającym rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2019 poz. 1829), zwane dalej Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1829).

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 budynku¹⁰⁾			
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	$EU = \dots \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹¹⁾	$EK = \dots \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ¹¹⁾	$EP = \dots \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	$EP = \dots \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$	
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	$E_{\text{CO}_2} = \dots \text{ t CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	$U_{\text{oze}} = \dots \%$		
<p style="text-align: center;">Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m² · rok)]</p> <p style="text-align: center;">↓ Oceniany budynek</p> <p style="text-align: center;">0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 >500</p> <p style="text-align: center;">↑ Wymagania dla nowego budynku</p>			
Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii lub energii przez budynek¹²⁾			
System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m² · 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	

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej

Rys. 44 Wzór świadectwa budynku strona pierwsza

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU				
Numer świadectwa ¹⁾				
Podstawowe parametry techniczno-użytkowe budynku				
Liczba kondygnacji budynku				
Kubatura budynku [m ³]				
Kubatura budynku o regulowanej temperaturze powietrza [m ³]				
Podział powierzchni użytkowej budynku ¹⁴⁾				
Temperatury wewnętrzne w budynku w zależności od stref ogrzewanych				
Rodzaj konstrukcji budynku				
Przegrody budynku	Nazwa przegrody	Opis przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m ² · K)]	
			uzyskany	wymagany ¹⁵⁾
	1)			
	2)			
	3)			
	4)			
n)				
System ogrzewania ¹⁶⁾	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność	
	Wytwarzanie ciepła			
	Przesył ciepła			
	Akumulacja ciepła			
	Regulacja i wykorzystanie ciepła			
System przygotowania ciepłej wody użytkowej ¹⁶⁾	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia roczna sprawność	
	Wytwarzanie ciepła			
	Przesył ciepła			
	Akumulacja ciepła			
System chłodzenia ¹⁶⁾	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność	
	Wytwarzanie chłodu			
	Przesył chłodu			
	Akumulacja chłodu			
	Regulacja i wykorzystanie chłodu			
Wentylacja				
System wbudowanej instalacji oświetlenia ^{11), 16)}				
Inne istotne dane dotyczące budynku				

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej

Rys. 45 Wzór świadectwa budynku strona druga

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU					
Numer świadectwa ¹⁾					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU [kWh/(m² · rok)]¹⁷⁾					
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
[kWh/(m ² · rok)]					
Udział [%]					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU: ... kWh/(m² · rok)					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK [kWh/(m² · rok)]¹⁷⁾					
Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane ¹¹⁾	Suma
1)					
2)					
n)					
Suma [kWh/(m ² · rok)]					
Udział [%]					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK: ... kWh/(m² · rok)					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m² · rok)]¹⁷⁾					
Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane ¹¹⁾	Suma
1)					
2)					
n)					
Suma [kWh/(m ² · rok)]					
Udział [%]					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP: ... kWh/(m² · rok)					
Zalecenia dotyczące opłacalnej ekonomicznie i wykonalnej technicznie poprawy charakterystyki energetycznej budynku w zakresie¹⁸⁾:					
<p>1) przegród budynku w przypadku planowania robót budowlanych polegających na ociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych tego budynku</p> <p>2) systemów technicznych w budynku w przypadku planowania robót budowlanych polegających na ociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych tego budynku</p> <p>3) przegród budynku niezależnie od planowanych robót budowlanych, o których mowa w pkt 1</p> <p>4) systemów technicznych w budynku lub części budynku niezależnie od planowanych robót budowlanych, o których mowa w pkt 2</p> <p>5) innych uwag dotyczących poprawy charakterystyki energetycznej budynku (w tym wskazanie, gdzie można uzyskać szczegółowe informacje dotyczące opłacalności ekonomicznej zaleceń zawartych w świadectwie oraz informacje dotyczącą działań, jakie należy podjąć w celu wypełnienia zaleceń)</p>					

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej

Rys. 46 Wzór świadectwa budynku strona trzecia

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU	
Numer świadectwa ¹⁾	
Objaśnienia	
1)	Nr świadectwa w wykazie świadectw charakterystyki energetycznej, nadany w systemie teleinformatycznym, w którym jest prowadzony centralny rejestr charakterystyki energetycznej budynków, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. z 2018 r. poz. 1984, z późn. zm.).
2)	Rodzaj budynku: mieszkalny, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej, rekreacji indywidualnej, gospodarczy, produkcyjny, magazynowy.
3)	Należy określić zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2019 r. poz. 1186, z późn. zm.), zwanymi dalej „przepisami techniczno-budowlanymi”, np. budynek przeznaczony na potrzeby opieki zdrowotnej.
4)	Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków: tak / nie.
5)	Dotyczy budynku oddanego do użytkowania.
6)	Należy wpisać: metoda obliczeniowa albo metoda zużyciowa.
7)	Jest to ogrzewana lub chłodzona powierzchnia kondygnacji netto wyznaczana według Polskiej Normy dotyczącej właściwości użytkowych w budownictwie – określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.
8)	Świadectwo charakterystyki energetycznej traci ważność po upływie terminu wskazanego w tym świadectwie albo w przypadku, o którym mowa w art. 14 ust. 2 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków.
9)	Należy wypełnić w przypadku metody obliczeniowej.
10)	Charakterystyka energetyczna budynku jest określana na podstawie porównania wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP niezbędnego do zaspokojenia potrzeb energetycznych budynku w zakresie ogrzewania, wentylacji, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej i wbudowanej instalacji oświetlenia z maksymalną wartością wskaźnika EP wynikającą z przepisów techniczno-budowlanych oraz porównania wartości współczynnika przenikania ciepła przegród U w budynku z maksymalną wartością współczynnika wynikającą z przepisów techniczno-budowlanych. W przypadku budynku nowo wznoszonego uzyskane wartości wskaźnika EP oraz współczynników przenikania ciepła przegród U nie powinny przekraczać wartości wynikających z przepisów techniczno-budowlanych. W przypadku budynku podlegającego przebudowie jedynie wartości współczynników przenikania ciepła przegród U podlegających przebudowie nie powinny przekraczać wartości wynikających z przepisów techniczno-budowlanych.
11)	Rocznego zapotrzebowania na energię końcową oraz nieodnawialną energię pierwotną przez system wbudowanej instalacji oświetlenia nie wyznacza się w przypadku budynku mieszkalnego.
12)	Metoda obliczeniowa odnosi się do standardowego sposobu użytkowania i standardowych warunków klimatycznych, natomiast metoda zużyciowa odnosi się do faktycznego sposobu użytkowania budynku, w związku z czym mogą wystąpić różnice w wynikach końcowych między obliczeniami sporządzonymi tymi metodami. W przypadku korzystania z metody obliczeniowej, z uwagi na standardowy sposób użytkowania, uzyskane wartości obliczeniowej rocznej ilości zużywanego nośnika energii lub energii nie pozwalają wnioskować o rzeczywistym zużyciu energii w budynku; wartości te są przybliżone.
13)	Wykaz, o którym mowa w art. 31 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków.
14)	Podział powierzchni użytkowej (np. część mieszkalna:.....m ² , część garażowa:.....m ² , część usługowa:.....m ² , część techniczna:.....m ²).
15)	Wymagania dotyczące wartości współczynnika przenikania ciepła przegród U powinny być spełnione jedynie w przypadku budynku nowo wznoszonego albo budynku podlegającego przebudowie.
16)	W przypadku kilku systemów technicznych lub podsystemów w systemach technicznych tabelę należy dostosować.
17)	Wartości rocznego zapotrzebowania na energię użytkową, energię końcową i nieodnawialną energię pierwotną odpowiednio dla systemu ogrzewania, systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej, systemu chłodzenia, systemu wbudowanej instalacji oświetlenia i dla urządzeń pomocniczych odniesione do powierzchni A _f . Wartości rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą końcową i nieodnawialną energię pierwotną dla urządzeń pomocniczych systemów technicznych odniesione do powierzchni A _f należy wykażać w odpowiednich polach dotyczących celu ich zużycia.
18)	Wypełnienie jest obowiązkowe, chyba że nie ma sensownej możliwości takiej poprawy w porównaniu z obowiązującymi wymaganiami zawartymi w przepisach techniczno-budowlanych.
Uwagi	
1.	Niniejsze świadectwo charakterystyki energetycznej zostało wydane na podstawie oceny charakterystyki energetycznej budynku zgodnie z przepisami ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków oraz rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. poz. 376, z późn. zm.).
2.	<u>Roczne zapotrzebowanie na energię</u> w świadectwie charakterystyki energetycznej jest wyrażane przez roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną, energię końcową oraz energię użytkową. Dane do obliczeń określa się na podstawie budowlanej dokumentacji technicznej lub obmiaru budynku istniejącego i przyjmuje się standardowy albo faktyczny sposób użytkowania, w zależności od wybranej metody obliczania.
3.	<u>Roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną</u> uwzględnia obok energii końcowej dodatkowe nakłady nieodnawialnej energii pierwotnej na dostarczenie do budynku każdego wykorzystanego nośnika energii lub energii. Uzyskane niskie wartości wskazują na miernicze zapotrzebowanie na energię i tym samym wysoką efektywność energetyczną budynku i zużycie energii chroniące zasoby naturalne i środowisko.
4.	<u>Roczne zapotrzebowanie na energię końcową</u> określa roczną ilość energii dostarczaną do budynku dla systemów: ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wbudowanej instalacji oświetlenia. Zapotrzebowanie na energię końcową jest to ilość energii, która powinna być dostarczona do budynku przy standardowym lub faktycznym sposobie użytkowania z uwzględnieniem wszystkich strat, aby zapewnić utrzymanie temperatury wewnętrznej, której wartość została określona w przepisach techniczno-budowlanych, niezbędną wentylację oraz oświetlenie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Niskie wartości sygnalizują wysokosprawne systemy techniczne w budynku i jego wysoką efektywność energetyczną.
5.	<u>Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową</u> określa: <ol style="list-style-type: none"> w przypadku ogrzewania budynku – energię przenoszoną z budynku do jego otoczenia przez przenikanie lub z powietrzem wentylacyjnym, pomniejszoną o zyski ciepła, w przypadku chłodzenia budynku – zyski ciepła pomniejszone o energię przenoszoną z budynku do jego otoczenia przez przenikanie lub z powietrzem wentylacyjnym, w przypadku przygotowania ciepłej wody użytkowej – energię przenoszoną z budynku do jego otoczenia ze ściekami. Niskie wartości sygnalizują bardzo dobrą charakterystykę energetyczną przegród, niewielkie straty ciepła przez wentylację oraz optymalne zarządzanie zyskami słonecznymi.

Wygenerowano z centralnego rejestru charakterystyki energetycznej

Rys. 47 Wzór świadectwa budynku strona czwarta

Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1065) podaje w dziale X wymagania dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej. Znajdują się tam maksymalne wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP. Przepisy rozporządzenia stosuje się przy projektowaniu, budowie i przebudowie oraz przy zmianie sposobu użytkowania budynków oraz budowli nadziemnych i podziemnych spełniających funkcje użytkowe budynków. Uzyskana przez budynki nowa wartość wskaźnika EP jest porównywana na świadectwie z wartością wymaganą. W załączniku do rozporządzenia podane zostały wymagania izolacyjności cieplnej (dopuszczalnych wartości współczynnika przenikania ciepła dla przegród budowlanych oraz wyposażenia technicznego budynków) i inne wymagania związane z oszczędnością energii. Uzyskane współczynniki przenikania ciepła przegród są porównywane na świadectwie z wartościami wymaganymi.

7.2 Ocena krajowego sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej – formy i zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej budynków

Dyrektywy EPBD formułują wymagania dotyczące zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej oraz norm, które powinny być wykorzystane do oceny i przedstawienia charakterystyki energetycznej budynku. Część z zapisów ma charakter obligatoryjny, a część nie. W tabeli 147 przedstawiono, czy i w jakim zakresie wymagania te zostały uwzględnione w krajowym systemie świadectw charakterystyki energetycznej.

Tab. 147 Wymagania dotyczące zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej i ocena stanu ich wdrożenia (kolor zielony – wdrożenie pełne, żółty – częściowe, czerwony – brak wdrożenia)

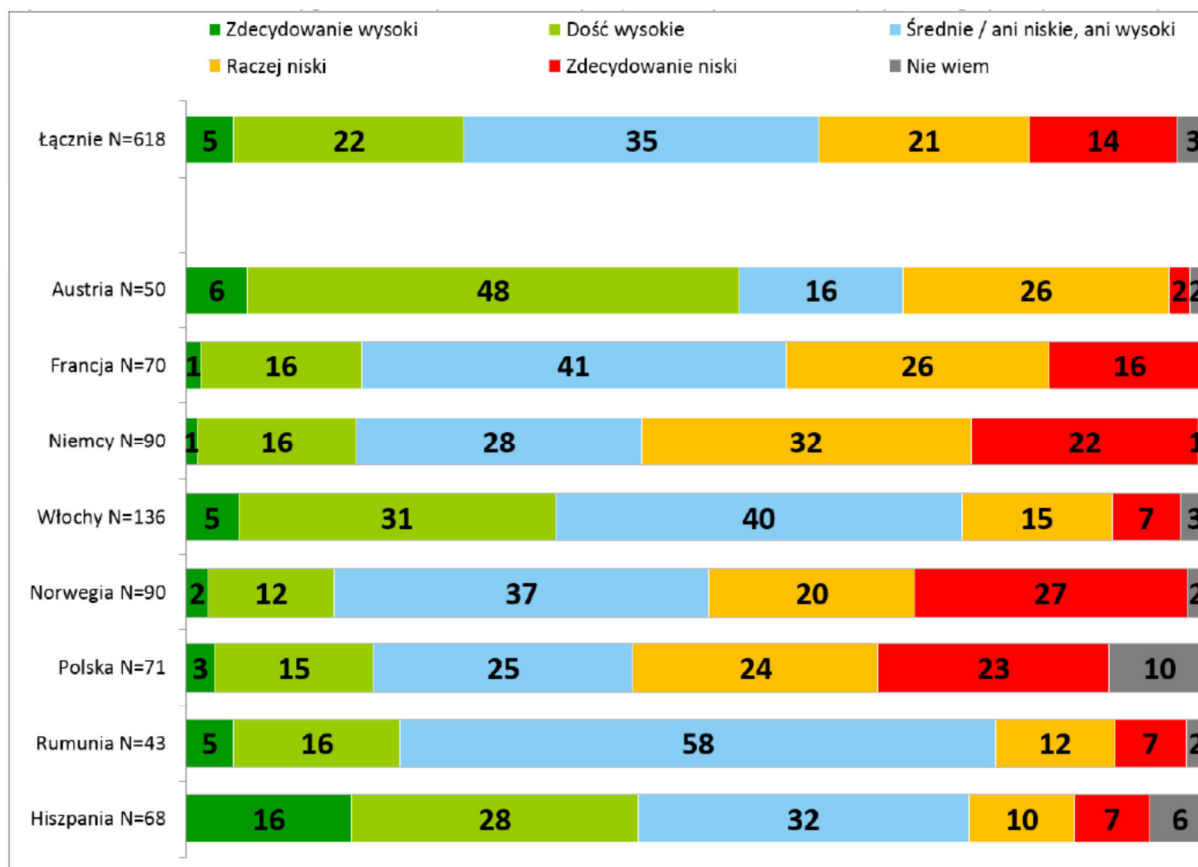
Zawartość świadectwa wg. EPBD	Musi/Może	Wdrożenie w Polsce
Art. 11 pt. 1 Charakterystykę energetyczną budynku, m.in. w postaci wskaźnika zużycia energii pierwotnej, wyrażanego w kWh/(m ² /rok) oraz wartości referencyjne.	Musi	Tak, ale bez klas energetycznych wg. ISO 52003-1:2017
Art. 11 pt. 1 Roczne zużycie energii dla budynków niemieszkalnych oraz odsetek energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii.	Może	Tak
Art. 11 pt. 2 Zalecenia dotyczące optymalnej pod względem kosztów lub opłacalnej ekonomicznie poprawy charakterystyki energetycznej: – środki przeprowadzone w związku z ważniejszą renowacją przegród zewnętrznych lub systemów technicznych budynku; – środki dotyczące poszczególnych elementów budynku niezależnie od ważniejszej renowacji przegród zewnętrznych	Musi	Częściowe – brak procesu oceny i optymalizacji

Zawartość świadectwa wg. EPBD	Musi/Może	Wdrożenie w Polsce
lub systemów technicznych budynku.		
Art. 11 pt. 3 Zalecenia zawarte w świadectwie charakterystyki energetycznej są technicznie wykonalne dla konkretnego budynku i mogą zawierać szacunkowy zakres okresów spłaty lub kosztów i korzyści w trakcie ekonomicznego cyklu życia budynku.	Może	Częściowe – brak szacunkowego okresu spłaty i korzyści
Art. 11 pt. 4 Jest wskazane, gdzie właściciel lub najemca może uzyskać bardziej szczegółowe informacje, w tym w kwestii opłacalności ekonomicznej zawartych zaleceń.	Musi	Częściowe
Art. 11 pt. 4 Zawiera informacje dotyczące kroków, jakie należy podjąć w celu wypełnienia zaleceń.	Musi	Częściowe
Metodologia oceny charakterystyki energetycznej budynku zgodna z załącznikami krajowymi do normy ISO 52003-1:2017.	Musi	Nie (brak załączników krajowych)

Zgodnie z powyższą oceną świadectwa charakterystyki energetycznej wymagają wprowadzenia istotnych zmian. Potwierdzają to również inne dostępne źródła, jak raporty projektów międzynarodowych, oceny eksperckie i wnioski z warsztatów. Świadectwa funkcjonujące w Polsce były przedmiotem badań w prowadzonych w ramach projektu międzynarodowego Zebra2020 – Nearly Zero-Energy Building Strategy 2020¹¹⁸. Jeden z raportów analizował wpływ świadectw energetycznych na wartość nieruchomości i na niemal zeroenergetyczne budownictwo¹¹⁹. Celem badania było zebranie opinii pośredników w obrocie nieruchomościami na temat głównych czynników, które brane są pod uwagę przy wyborze nieruchomości (zakup bądź wynajem). Dodatkowo badano wpływ certyfikacji energetycznej na wartość nieruchomości. Wiarygodność danych zawartych w świadectwach charakterystyki energetycznej jest oceniana stosunkowo nisko (Rys. 48).

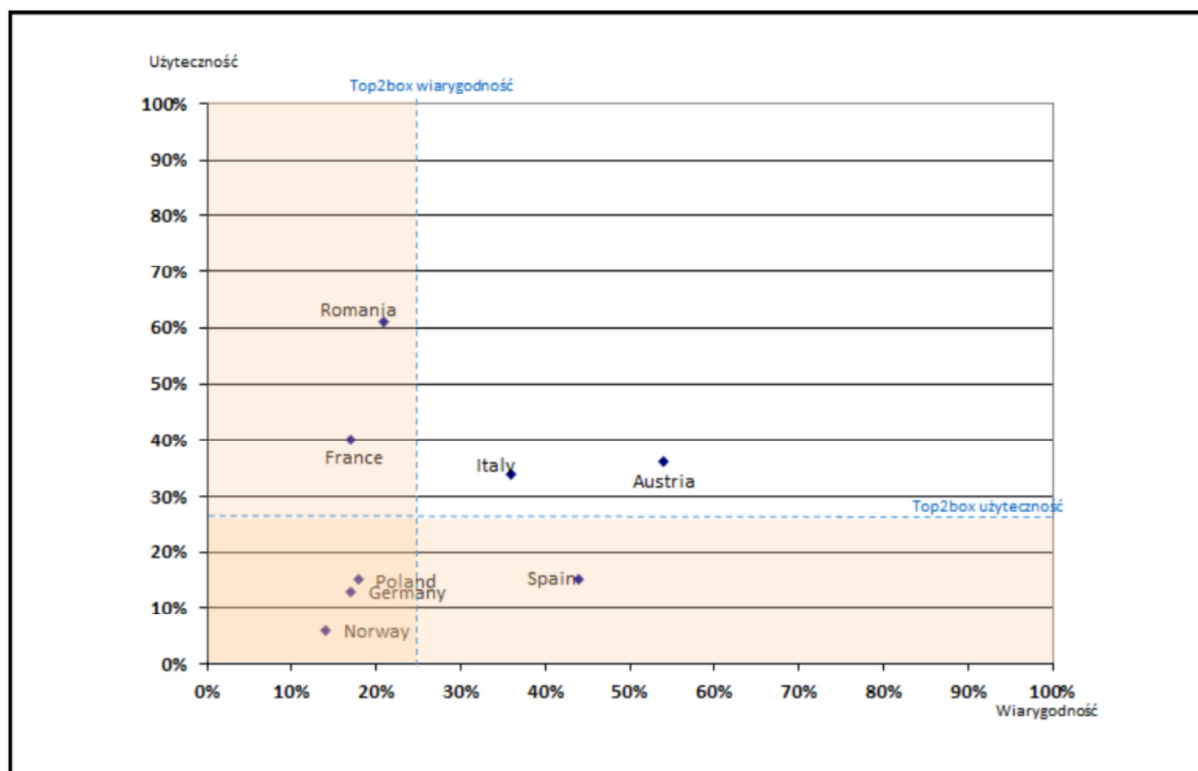
¹¹⁸ www.zebra2020.eu.

¹¹⁹ Raport z analizy wpływu świadectw energetycznych na wartość nieruchomości i na niemal-zeroenergetyczne budownictwo – dla profesjonalistów z branży nieruchomości, właścicieli i najemców, projekt zebra2020 https://www.zebra2020.eu/website/wp-content/uploads/2014/08/Polish_D32_layout.pdf [data dostępu: 1.06.2020]



Rys. 48 Wiarygodność danych dostarczonych przez świadectwa charakterystyki energetycznej w opinii respondentów, źródło: ZEBRA 2020

Na tle innych państw biorących udział w badaniu najgorzej oceniają wiarygodność i użyteczność danych prezentowanych na świadectwach charakterystyki energetycznej respondenci z Niemiec, Norwegii i Polski. Warto dodać, że w roku 2016, kiedy badanie było wykonywane w Niemczech, podobnie jak w Polsce świadectwa nie posiadały klas energetycznych a liniową skalę.



Rys. 49 Wiarygodność i użyteczność świadectw charakterystyki energetycznej, źródło: ZEBRA 2020

Do głównych barier wdrażania świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce, zdaniem respondentów, należało:

- ▶ dodatkowe koszty dla właścicieli (56% wskazań),
- ▶ praktyka wykonywania nierzetelnych świadectw charakterystyki energetycznej (52% wskazań),
- ▶ niezrozumiała forma przekazu dla klienta/nie wiadomo, co oznacza wynik na świadectwie (51%),
- ▶ brak/niewystarczająca wiedza nabywcy („świadomości klienta”) (49% wskazań),
- ▶ dodatkowe papiery/zbyteczna biurokratyza/dodatkowa procedura (45% wskazań).

Podobne wnioski uzyskano w projekcie Renovalue¹²⁰, w którym brało udział osiem krajów EU, w tym Polska. W ramach projektu opracowywano zestaw narzędzi szkoleniowych dla działających na rynku rzeczoznawców majątkowych dotyczących sposobu uwzględnienia zagadnień związanych z efektywnością energetyczną oraz wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii przy wycenie nieruchomości i doradztwie. Badania oraz konsultacje przeprowadzone w ramach projektu pozwoliły na zidentyfikowanie podstawowych barier utrudniających rzeczoznawcom majątkowym uwzględnienie w pełni kwestii efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii w ich działalności doradczej:

- ▶ brak świadomości wśród rzeczoznawców majątkowych,

¹²⁰<http://renovalue.eu/>.

- ▶ brak szkoleń dla rzeczoznawców (jak również inwestorów) uwzględniających aspekty efektywności energetycznej i OZE,
- ▶ brak danych lub ich przejrzystości, w tym brak odpowiednich danych dotyczących przeprowadzanych transakcji, danych dotyczących kosztów eksploatacyjnych, ogólnodostępnej bazy Certyfikatów Charakterystyki Energetycznej oraz niska jakość lub brak uznanych na rynku międzynarodowym certyfikatów oceny efektywności budynków.

Buildings Performance Institute Europe zorganizował w 2017 r. warsztaty o nazwie: „Ocena i przyszłość systemu świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce”. Grono ekspertów poddało ewaluacji funkcjonujące w Polsce rozwiązania i określiło zakres koniecznych zmian. Ocenie punktowej (skala od 1 do 5) poddana została zarówno forma świadectwa, jak i metodologia sporządzania charakterystyki energetycznej. Uzasadnienia przyznanych ocen posłużyły do sformułowania szeregu merytorycznych uwag oraz propozycji zmian. Część z nich dotyczy sposobu wdrożenia systemu. W warsztatach uczestniczył przedstawiciel Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa, który zaprezentował dotychczasowe doświadczenia związane z wdrażaniem systemu świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce. Do najczęściej popełnianych błędów przy wykonywaniu świadectw zaliczono:

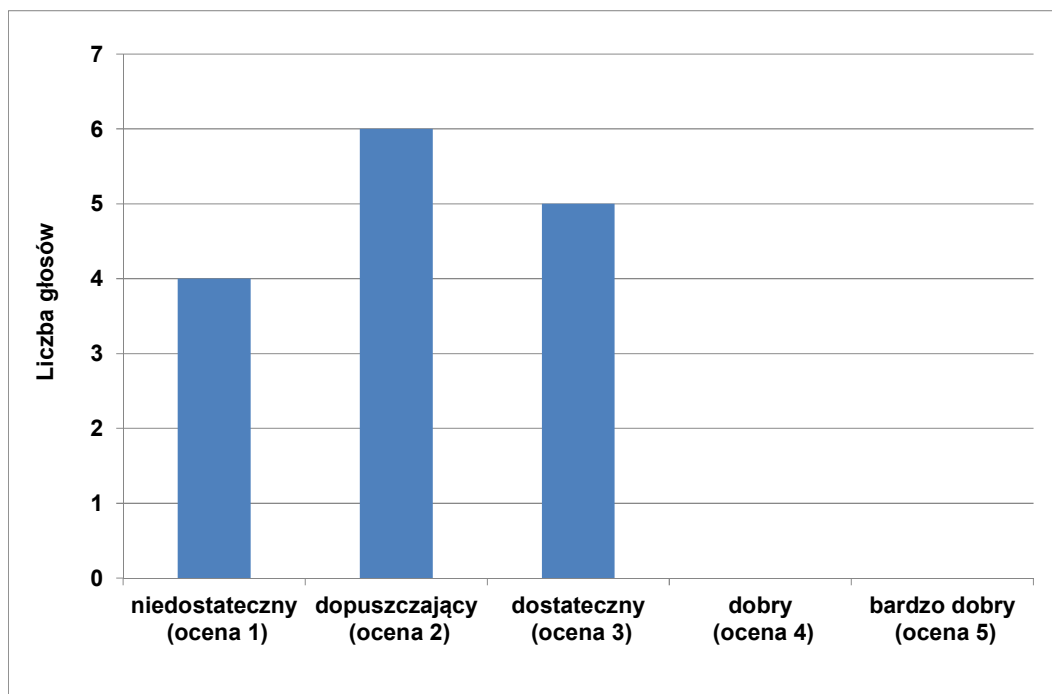
- ▶ nieprawidłowe obliczenia rocznego zapotrzebowania na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej,
- ▶ pomijanie obliczeń energii pomocniczej,
- ▶ nieuwzględnianie liniowych mostków cieplnych,
- ▶ nieprawidłowe (niezgodne z przepisami lub wiedzą techniczną) przyjęcie wartości parametrów, np.: sprawności systemów, wartości opałowych, zysków ciepła,
- ▶ niewłaściwie formułowane zalecenia dotyczące poprawy charakterystyki energetycznej.

Konsekwencją tych błędów jest:

- ▶ nieczytelność dokumentów,
- ▶ sprzeczne lub nieprawidłowe informacje w świadectwach,
- ▶ brak użytecznych zaleceń dotyczących poprawy charakterystyki energetycznej,
- ▶ wszczynanie postępowań wobec osób uprawnionych (konieczność przesyłania dokumentów).

W opinii przedstawiciela Dolnośląskiej Agencji Energii i Środowiska, uczestniczącego w warsztatach BPIE w 2017 r., „wdrożenie dyrektywy EPBD zostało wykonane nieprawidłowo, ponieważ etykietowanie energetyczne mieszkań i budynków nie uruchomiło mechanizmów rynkowych wspierających energooszczędność. Przyjęto nieczytelny dla przeciętnego inwestora, adresata system oceny. Należy zdaniem przedstawiciela DAEiŚ rozpocząć edukację adresatów i prawdziwą promocję systemu oceny energetycznej, tak aby przekonać o ważności takiej oceny inwestorów, nabywców, najemców lokali budynków, tak aby oczekiwali od projektantów, deweloperów audytorów rzetelnej informacji o energochłonności budynków, mieszkań, lokali. Nowelizację przepisów należy rozpocząć od wprowadzenia klas energetycznych czytelnych dla inwestorów i użytkowników. Zmiany w metodologii są potrzebne, ale niewiele zmienią, jeżeli nie zmieni się nastawienia uczestników procesu inwestycyjnego do oceny energetycznej, a co za tym idzie i do systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków”. Jednocześnie należy dodać, że proces wdrożenia w Polsce Dyrektywy 2010/31/UE nie został zakwestionowany przez Komisję Europejską.

Formę świadectw charakterystyki energetycznej budynków, funkcjonującą w Polsce, ocenie poddało wszystkich 15 ekspertów uczestniczących w warsztatach. Jej wynik zaprezentowano na Rys. 50.



Rys. 50 Ocena punktowa formy świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce (oś pionowa liczba odpowiedzi), źródło: warsztaty BPIE

Średnia uzyskanego wyniku to 2,1, co odpowiada ocenie trochę wyższej niż dopuszczający. Uzyskana ocena jest bardzo niska. Do głównych wad świadectw eksperci zaliczyli:

- ▶ brak klas energetycznych – suwak nie pozwala na określenie klasy energetycznej budynku. Suwak nie jest wskaźnikiem jednoznacznie określającym standard energetyczny budynku – co nie pozwala na porównanie z innymi obiektami;
- ▶ nieczytelność prezentowanych informacji dla końcowych użytkowników świadectw – nie wiedzą, czym jest EP (wskaźnik zapotrzebowania na energię nieodnawialną pierwotną), EK (wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową) i EU (wskaźnik zapotrzebowania na energię użytkową);
- ▶ nieczytelne opracowanie graficzne. Zbyt duża liczba informacji dodatkowych, np. sprawności systemów technicznych, nie zawsze czytelnych i istotnych dla użytkownika końcowego;
- ▶ brak szacunkowych kosztów użytkowania budynku;
- ▶ brak informacji o możliwych do uzyskania oszczędnościach energetycznych i finansowych z tytułu realizacji przedsięwzięć modernizacyjnych. Brak jasno sformułowanych zaleceń modernizacyjnych.

Wskazane przez ekspertów podczas warsztatów BPIE wady pokrywają się w większości z wnioskami wynikającymi z oceny stanu wdrożenia dyrektywy EPBD w Polsce (Tab. 147).

7.3 Sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej w krajach EU

W ramach ekspertyzy przeprowadzono studia literaturowe mające na celu znalezienie dobrych przykładów świadectw charakterystyki energetycznej budynków w innych krajach Unii Europejskiej. Jako kryterium wyboru brano głównie pod uwagę:

- ▶ zgodność z prawem Unii Europejskiej,
- ▶ akceptacja i zrozumienie przez odbiorców końcowych,
- ▶ wpływ na poprawę efektywności energetycznej nowych i istniejących budynków.

Z punktu widzenia warunków krajowych świadectwa mogą odegrać znaczącą rolę we wsparciu procesu termomodernizacji budynków, w szczególności mieszkalnych jednorodzinnych. Prezentowane na nich informacje dotyczące istniejących mechanizmów wsparcia finansowego, np. Programu Czyste Powietrze oraz zalecanych usprawnień przyczynią się do zwiększenia skali i kompleksowości działań modernizacyjnych.

Analizę sposobu przedstawienia charakterystyki energetycznej w innych krajach, z szczególnym uwzględnieniem wymienionych kryteriów, oparto na następujących raportach:

- ▶ D2.1 Report on local EPC situation and cross country comparison matrix, QualDeEPC H2020 project, 2020¹²¹,
- ▶ Impact of the EPC on the property value, Concerted Action EPBD, 2018¹²²,
- ▶ Changes in EPCs scales and layouts, Experiences and best practices, Concerted Action EPBD, 2018¹²³.

Raport projektu QualDeEPC zajmuje się m.in. oceną i porównaniem świadectw charakterystyki energetycznej w krajach Unii Europejskiej. Jednym z ocenianych kryteriów jest poziom przyjazności i przydatności dla użytkowników. Świadectwa podzielono na dwie kategorie (Rys. 51):

- ▶ prezentujące ocenę efektywności energetycznej budynku i zalecenia jej poprawy, a także potencjalne oszczędności energii (i kosztów) oraz korzyści (**ziemny zielony**),
- ▶ prezentujące tylko ocenę efektywności energetycznej budynku i zalecenia jej poprawy (**jasny zielony**).

¹²¹ https://qualdeepc.eu/wp-content/uploads/2020/04/QualDeEPC_D2.1_Final_V2.pdf.

¹²² <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2019/06/12-CT3-Factsheet-EPC-impact-on-property-value.pdf>.

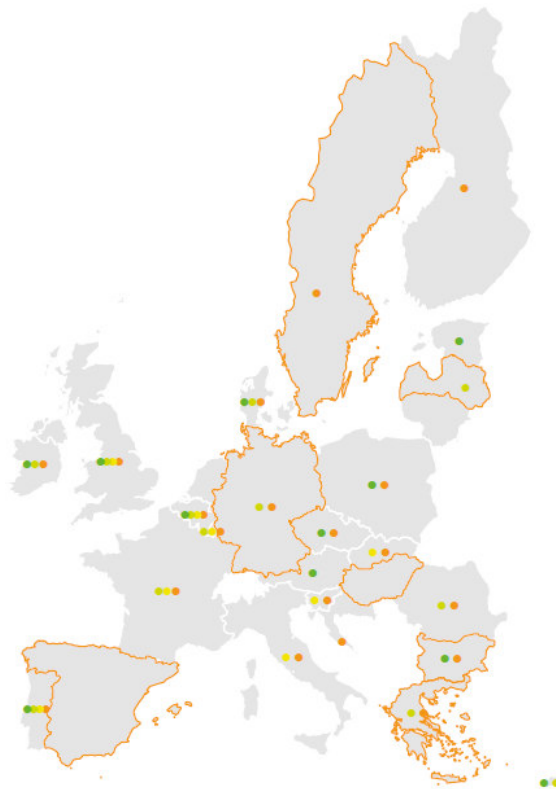
¹²³ https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2019/04/03-CT3_FactSheet_Rescaling.pdf.



Rys. 51 Poziom przyjazności i przydatności dla użytkowników świadectw charakterystyki energetycznej budynków, źródło: raport D2.1, QualDeEPC

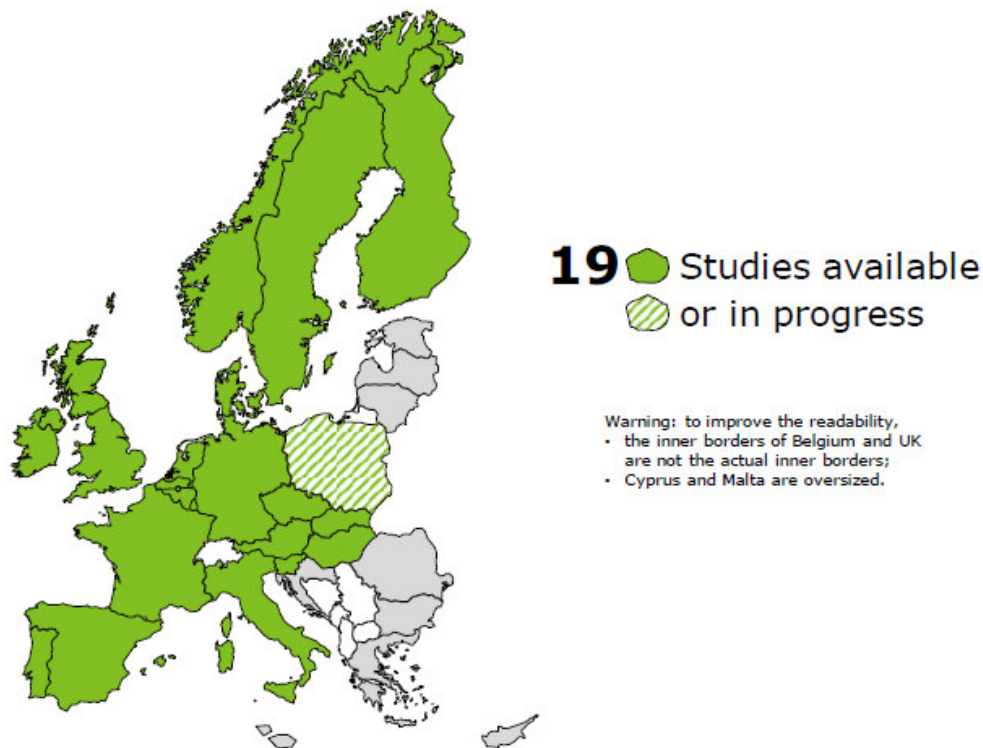
Kolejnym z ocenianych kryteriów była poprawa sposobu formułowania i prezentowania zaleceń dotyczących głębokiej termomodernizacji budynków. Pod uwagę brano takie aspekty jak (Rys. 52):

- ▶ oprogramowanie wykorzystywane do sporządzania świadectw daje możliwość zaproponowania wysoce efektywnych usprawnień modernizacyjnych (**kropka ciemno zielona**);
- ▶ sposób sformułowania zaleceń modernizacyjnych ma charakter indywidualnej mapy drogowej lub paszportu budynku prowadzącego do głębokiej termomodernizacji (**kropka jasno zielona**);
- ▶ zalecenia podane na świadectwie uwzględniają linki do przydatnych stron, publikacji oraz programów wsparcia finansowego (**kropka żółta**);
- ▶ podsumowanie zaleceń i (w miarę możliwości) oszczędności energii znajduje się na pierwszych stronach świadectwa (zamiast w szczegółowym sprawozdaniu lub załączniku), (**kropka pomarańczowa**).



Rys. 52 Poprawa sposobu formułowania i prezentowania zaleceń dotyczących głębokiej termomodernizacji budynków (kraje z podkreślonymi granicami to partnerzy projektu QualDeEPC), źródło: raport D2.1, QualDeEPC

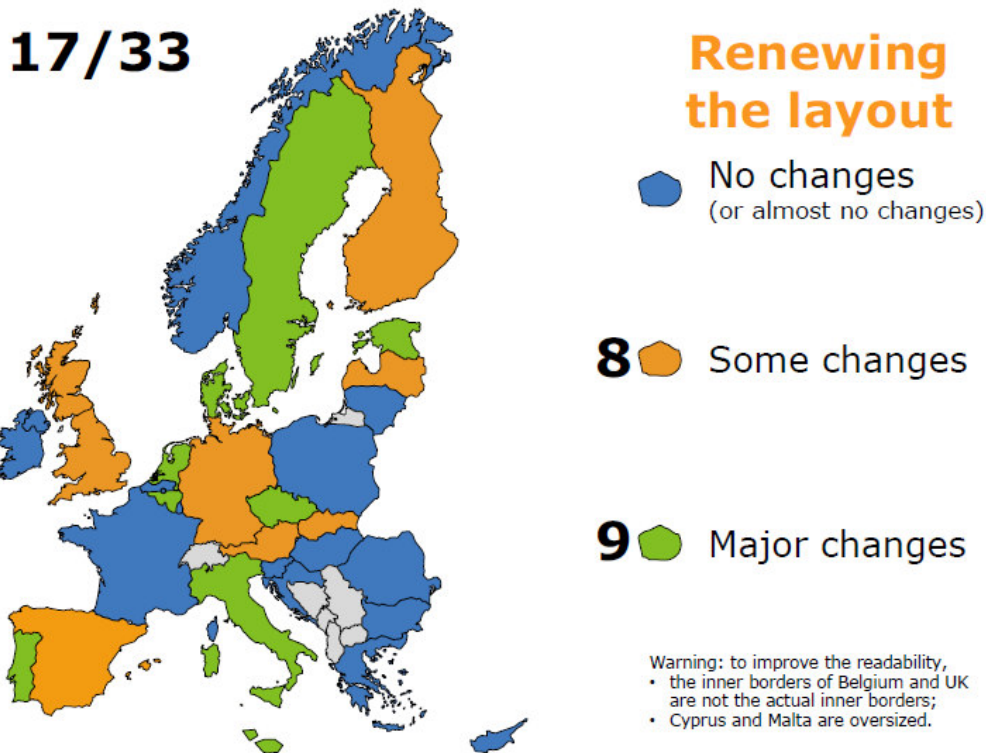
Z przedstawionego zastawienia wynika, że najlepiej w kwestii formułowania zaleceń radzą sobie takie kraje jak Wielka Brytania i Portugalia oraz region Walonii w Belgii. Kolejny raport Impact of the EPC on the property value badał wpływ świadectw na wartość nieruchomości. Jak widać na Rys. 53 w chwili powstawania raportu (wrzesień 2017) zidentyfikowano opracowania, które analizowały tą kwestię w 19 krajach Unii Europejskiej. Analiza dotycząca sytuacji w Polsce była w trakcie opracowywania.



Rys. 53 Państwa członkowskie, w których we wrześniu 2017 r. zidentyfikowano badania analizujące wpływ świadectw na wartość nieruchomości, źródło: Impact of the EPC on the property value, Concerted Action EPBD

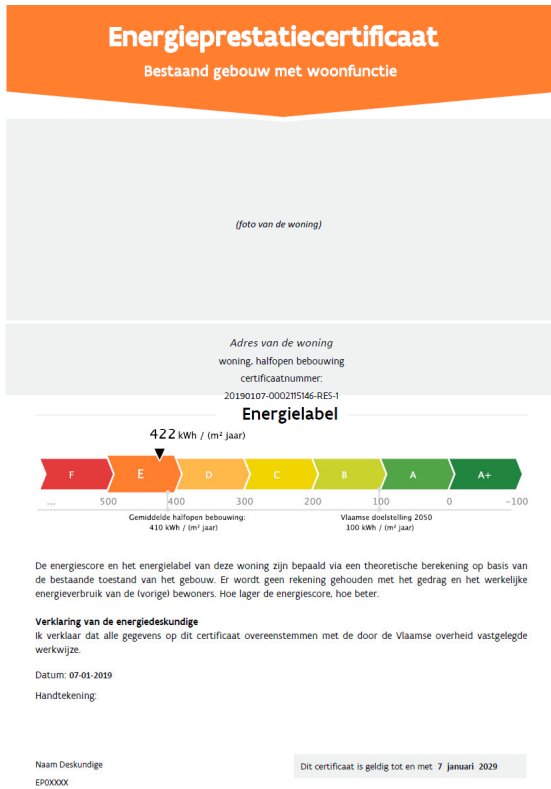
Kilka badań wykazało korelację między klasą energetyczną budynku a ceną nieruchomości. Ogólnie rzecz biorąc, wpływ ten jest największy w przypadku budynków o niskiej charakterystyce energetycznej oraz większy w przypadku sprzedaży nieruchomości niż najmu. Kraje, w których udało zauważyć się taką korelację, to m.in. Holandia, Portugalia i Francja.

Ostatni z raportów Changes in EPCs scales and layouts analizował zmiany, jakie w ostatnich latach dokonywały się w zakresie skali klas energetycznych oraz układu graficznego świadectw w krajach członkowskich. Siedemnaście krajów dokonało małych lub znaczących zmian układu graficznego w stosunku do pierwszej wersji świadectw (Rys. 54).

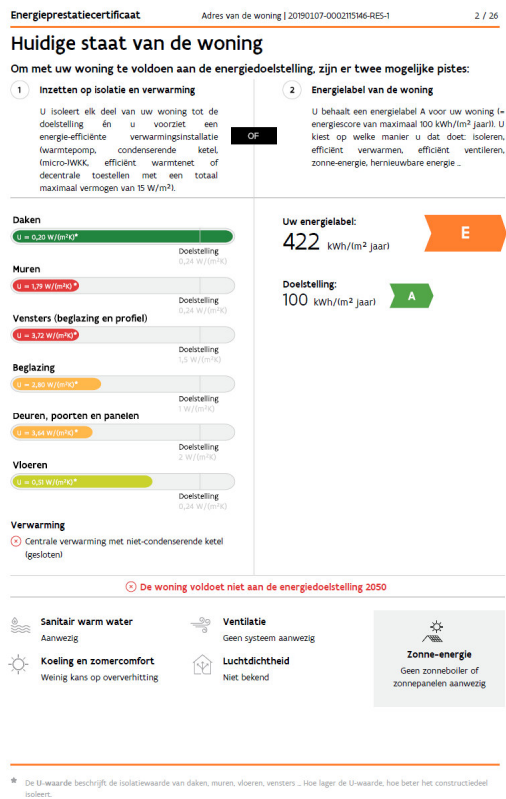


Rys. 54 Zmiany układu graficznego – brak (kolor niebieski), pewne zmiany (kolor pomarańczowy), istotne zmiany (kolor zielony), Concerted Action EPBD

Kraje które wprowadziły istotne zmiany w układzie graficznym świadectw to: Szwecja, Estonia, Dania, Holandia, Czechy, Portugalia, Włochy, Malta i region Walonii w Belgii. Na szczególną uwagę zasługuje region Walonii, również pozytywnie oceniony w raporcie D2.1 projektu QualDeEPC. Kilka lat po wprowadzeniu świadectw w Belgii, belgijskie stowarzyszenie klientów „Test-Achats” przeprowadziło krajowe badanie na ich temat. Jednym z wniosków było stwierdzenie, że świadectwa nie były wystarczająco zrozumiałe, co oznacza, że konsument/kupujący nie mógł znaleźć tam interesujących go danych. Aby zmienić tę sytuację opracowano nowy układ graficzny świadectwa. Poświęcono więcej miejsca na graficzne przedstawienie wyników obliczeń. Na stronie tytułowej niepopularne emotikony zostały zastąpione innymi logotypami. Zalecenia modernizacyjne zostały zaktualizowane. Ocenie poddano nie tylko cały budynek, lecz także jego poszczególne elementy (Rys. 55). W jasny sposób przedstawiono oczekiwane korzyści z przeprowadzonej modernizacji oraz jej etapy prowadzące do osiągnięcia zleceń zdefiniowanych już dla roku 2050 (Rys. 56) – głębokiej termomodernizacji. W rezultacie świadectwo zwiększyło swoją objętość z około 5 stron do ponad 20 stron.



a)



b)

Rys. 55 Wprowadzony w 2019 roku nowy wzór świadectwa charakterystyki energetycznej w regionie Walonii, Belgia a) pierwsza strona z podaną klasą energetyczną, b) druga strona z oceną elementów budynku

Overzicht aanbevelingen

In deze tabel vindt u aanbevelingen om uw woning energiezuiniger te maken. De aanbevelingen zijn gebaseerd op piste 1. Kunt u ze niet allemaal uitvoeren, dan helpen ze u ook om via piste 2 de doelstelling te halen. Vraag advies aan een specialist voordat u met de renovatiewerken start.

De volgorde in deze tabel is automatisch bepaald en is niet noodzakelijk de juiste volgorde om aan de slag te gaan. Het is louter een eerste indicatie op basis van de energieprestatie.

De prijsindicaties zijn automatisch berekend en kunnen door de energieskundige niet aangepast worden. De prijzen zijn bedoeld als indicatie van de gemiddelde marktprijs voor een bepaald type werk. Voor een concrete kostenraming moet u altijd beroep doen op een aannemer of architect. Meer informatie over wat wel en niet inbegrepen is vindt u op pagina 23.

	HUIDIGE SITUATIE	AANBEVELING	GEMIDDELDE PRIJSINDICATIE *
	Muren 139 m ² van de muren is vermoedelijk niet geïsoleerd.	Plaats isolatie.	€ 33 000 / € 51 000
	Vloeren 24 m ² van de vloer is niet geïsoleerd.	Plaats isolatie.	€ 1 000
	Versters 46 m ² van de versters heeft dubbele beglazing. De raamprofielen zijn thermisch weinig performant.	Vervang de versters.	€ 37 000
	Deuren, poorten en panelen 18 m ² van de deuren of poorten is onvoldoende geïsoleerd.	Vervang de deuren en poorten.	€ 3 000
	Verwarming De woning wordt inefficiënt verwarmd.	Vervang de inefficiënte verwarming.	€ 10 500 / € 6 500
	Zonne-energie Er is geen installatie op zonne-energie aanwezig.	Overweeg de plaatsing van zonnepanelen of een zonnepomp.	€ 6 000 / € 5 000
	Vloeren 100 m ² van de vloer is vermoedelijk redelijk goed geïsoleerd, maar voldoet nog niet aan de energiedoelstelling.	Overweeg eventueel om bijkomende isolatie te plaatsen.	

• Energetisch helemaal niet in orde • Energetisch niet in orde • Zonne-energie • Energetisch redelijk in orde, maar niet voldoende voor de doelstelling

* Als er verschillende gangbare uitvoeringsmethodes zijn, worden de prijzen hiervan gescheiden door een schuine streep. Meer detailinformatie vindt u vanaf pagina 23.

a)

Energie label na uitvoering van de aanbevelingen

Als u beslist om uw woning stapsgewijs te renoveren in de hierboven gesuggereerde volgorde, geeft de onderstaande energieschaal een overzicht van waar uw woning zich na elke stap zal bevinden op de energieschaal. Verandert u de volgorde, dan verandert ook de impact van elke maatregel. Dit kan hier niet weergegeven worden.



Aandachtspunten

Hou rekening met de volgende bijkomende aspecten als u uw woning energiezuinig en comfortabeler wilt maken.

- Luchtigheid:** De luchtigheid van uw woning is niet gemeten. Een goede luchtigheid is nodig om de warmte niet via spijlen en kieren te laten ontsnappen. Let er bij de renovatie op dat de werken luchtdicht uitgevoerd worden. U kunt nadien de luchtigheid laten meten om eventueel overblijvende lekken op te sporen en uw energielabel mogelijk nog te verbeteren.
- Koeling en zomercomfort:** Op dit moment heeft uw woning weinig kans op oververhitting. Nadat uw woning geïsoleerd is, wordt het echter belangrijk om tijdens de zomer de warmte buiten te houden. Hou daarom bij de renovatie al rekening met de plaatsing van buitenzoning. Vermijd de plaatsing van een koelinstallatie, want die verbruikt veel energie.
- Ventilatie:** Uw woning beschikt mogelijk niet over voldoende ventilatievoorzieningen. Een goede ventilatie is echter noodzakelijk om een gezond binnenklimaat te garanderen. Voorzie bij uw renovatie daarom in een ventilatiesysteem. Om energie te besparen, kunt u het best kiezen voor een systeem met vraagsturing of warmteregeneratie.
- Sanitair warm water:** Uw woning beschikt niet over een zonnepomp. Overweeg de plaatsing van een zonnepomp of warmtepompboiler. Daarmee kunt u energie besparen.

Let op!
De aanbevelingen, aandachtspunten en prijsindicaties op het energieprestatiecertificaat worden standaard gegenereerd op de wijze die de Vlaamse overheid heeft vastgelegd. Laat u bijstaan door een specialist om op basis van de aanbevelingen en aandachtspunten een concreet renovatieplan op te stellen. De energieskundige is niet aansprakelijk voor de eventuele schade die ontstaat bij het uitvoeren van de standaard gegenereerde aanbevelingen of aandachtspunten.

<p>Meer informatie?</p> <ul style="list-style-type: none"> Voor meer informatie over het energieprestatiecertificaat, gebruiksgedrag, woningkwaliteit... kunt u terecht op www.energiesparen.be Meer informatie over uw woning vindt u op uw persoonlijke woningpas. Surf naar woningpas.vlaanderen.be om uw woningpas te bekijken. Meer informatie over beter renoveren vindt u op www.energiesparen.be/betervanoveren. 	<p>Gegevens energieskundige: NAAM DESKUNDIGE Adres deskundige EPOXXXX</p> <p>Premies Informatie over energiewinsten, subsidies of andere financiële voordelen vindt u op www.energiesparen.be</p>
--	---

b)

Rys. 56 Kolejne strony świadectwa charakterystyki energetycznej w regionie Walonii, Belgia a) zakres i koszty proponowanych usprawnień, b) możliwa do osiągnięcia poprawa efektywności energetycznej oraz dodatkowe informacje

Kolejnym dobrym przykładem sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej budynków są świadectwa w Portugalii. Dzięki ich obowiązkowemu wykonywaniu dla budynków nowych, wynajmowanych lub sprzedawanych stały się one powszechnie dostępne dla obywateli. Obecnie świadectwa nie tylko pozwalają na porównanie budynków przed podjęciem decyzji, np. o zakupie nieruchomości, lecz także są ważnym źródłem informacji. Stało się tak dzięki odświeżonemu w 2013 r. układowi graficznemu, który uczynił świadectwo bardziej przyjaznym i zorientowanym na użytkownika dokumentem (Rys. 57). Na pierwszej stronie znajduje się czytelna klasa energetyczna, ocena efektywności poszczególnych systemów oraz wpływu budynku na środowisko. Oprócz funkcji informacyjnej, świadectwa stały się narzędziem umożliwiającym skorzystanie z programów wsparcia finansowego lub ulg podatkowych. Kolejne strony zawierają szczegółowe zestawienie usprawnień prowadzących do głębokiej termomodernizacji, ich koszty oraz spodziewane efekty. Każde z przedsięwzięć posiada opisane dodatkowe korzyści, ważne z punktu widzenia użytkownika, np. poprawa komfortu termicznego, akustycznego, estetyki budynku itp.



IDENTIFICAÇÃO POSTAL
Morada AV FONTES PEREIRA DE MELO, 51 A 51-G, 8º ESQ
Localidade LISBOA
Freguesia AVENIDAS NOVAS
Concelho LISBOA
GPS 39.700000, -8.000000

IDENTIFICAÇÃO PREDIALFISCAL
5.ª Conservatória do Registo Predial de LISBOA
N.º de inscrição na Conservatória 816
Artigo Matricial nº 898
Fração Autónoma K

INFORMAÇÃO ADICIONAL
Área útil de Pavimento 170,00 m²

Este certificado apresenta a classificação energética deste edifício ou fração. Esta classificação é calculada comparando o desempenho energético deste edifício nas condições atuais, com o desempenho que este obtinha nas condições mínimas (com base em valores de referência) ou requisitos aplicáveis para o ano assinalado a que estão obrigados os edifícios novos. Saiba mais no site da ADENE em www.adene.pt.

INDICADORES DE DESEMPENHO **CLASSE ENERGÉTICA**

Determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização da energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. São apresentados comparativamente a um valor de referência e calculados em condições padrão.

Mais eficiente

Ano de Referência: 2006 | Anos de Referência: 2013, 2015

Aquecimento Ambiente
Referência: 16 kWh/m².ano
Edifício: 18 kWh/m².ano
Renovável: -%

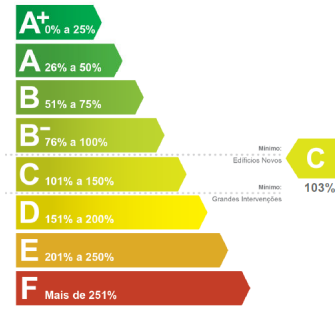
12% MENOS eficiente que a referência

Arefecimento Ambiente
Referência: 8,0 kWh/m².ano
Edifício: 5,0 kWh/m².ano
Renovável: -%

38% MAIS eficiente que a referência

Água Quente Sanitária
Referência: 18 kWh/m².ano
Edifício: 20 kWh/m².ano
Renovável: -%

11% MENOS eficiente que a referência



ENERGIA RENOVÁVEL Contributo de energia renovável no consumo de energia deste edifício: **0%**

EMISSIONES DE CO₂ Emissões de CO₂ estimadas devido ao consumo de energia: **0,80** toneladas/ano

a)

PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA

As medidas propostas foram identificadas pelo Perito Qualificado e têm como objetivo a melhoria do desempenho energético do edifício. A implementação destas medidas, para além de reduzir a fatura energética anual, poderá contribuir para uma melhoria na classificação energética.

N.º da Medida	Aplicação	Descrição da Medida de Melhoria Proposta	Custo Estimado do Investimento	Redução Anual Estimada da Fatura Energética	Classe Energética (após medida)
1		Isolamento térmico em paredes exteriores – aplicação pelo exterior com revestimento aplicado sobre o isolante	3.500€	até 150€	B ⁺
2		Substituição de vãos envidraçados existentes por novos vãos envidraçados de classe energética A (classificação CLASSE+)	1.800€	até 200€	B
3		Instalação de sistema solar térmico individual – sistema de circulação forçada	2.500€	até 300€	B
4		Efetuar manutenção do equipamento de produção de águas quentes sanitárias	150€	até 0€	C
5		Isolamento térmico de cobertura plana – aplicação sobre a laje	4.500€	até 300€	B

1) Saiba mais sobre as medidas de melhoria nas restantes páginas do certificado. [Incentivos financeiros](#) - Saiba mais em www.adene.pt/incentivos

CONJUNTO DE MEDIDAS DE MELHORIA

1 + 2 + 3 + 4 + 5 Representa o impacto a nível financeiro e do desempenho energético na habitação, que este conjunto de medidas de melhoria terá, se for implementado.



RECOMENDAÇÕES SOBRE SISTEMAS TÉCNICOS

Os sistemas técnicos dos edifícios de habitação, com especial relevância para os equipamentos responsáveis pela produção de águas quentes sanitárias, aquecimento e arrefecimento são determinantes no consumo de energia. Face a essa importância é essencial que sejam promovidas, com regularidade, ações que assegurem o correto funcionamento desses equipamentos, especialmente em sistemas com caldeiras que produzam água quente sanitária e/ou aquecimento, bem como sistemas de ar condicionado. Neste sentido, é recomendável que sejam realizadas ações de manutenção e inspeção regulares a esses sistemas, por técnicos qualificados. Estas ações contribuem para manter os sistemas regulados de acordo com as suas especificações, garantir a segurança e o funcionamento otimizado do ponto de vista energético e ambiental.

Nas situações de aquisição de novos equipamentos ou de substituição dos atuais, deverá obter, através de um técnico qualificado, informação sobre o dimensionamento e características adequadas em função das necessidades. A escolha correta de um equipamento permitirá otimizar os custos energéticos e de manutenção durante a vida útil do mesmo.

Estas recomendações foram produzidas pela ADENE - Agência para a Energia. Caso necessite de obter mais informações sobre como

b)

Rys. 57 Wprowadzony w 2013 roku nowy wzór świadectwa charakterystyki energetycznej w Portugalii
a) pierwsza strona z podaną klasą energetyczną i oceną innych elementów budynku b) trzecia strona prezentująca zalecenia modernizacyjne, ich efekty oraz możliwości wsparcia

7.4 Propozycje zmian stanu istniejącego

Bazując na analizie prawodawstwa europejskiego, krajowego, dobrych przykładach zagranicznych, przeglądzie literatury oraz wiedzy ekspertów zaproponowano zawartości nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku. Jednocześnie dokonano podziału informacji, które powinny znaleźć się na pierwszej stronie (Tab. 148) oraz stronach kolejnych (Tab. 149).

Tab. 148 Proponowana zawartość pierwszej strony świadectwa charakterystyki energetycznej budynku w Polsce

Lp.	Opis
1	Dane identyfikacyjne budynku lub części budynku.
2	Powierzchnia o regulowanej temperaturze.
3	Zdjęcie budynku lub jego części.
4	Numer świadectwa i jego data ważności.
5	Dane sporządzającego świadectwo, w tym nr uprawnień budowlanych lub nr wpisu do rejestru.
6	Ocena charakterystyki energetycznej przedstawiona w postaci klas energetycznych od A+ do G odniesiona do wskaźnika EP.
7	Ocena charakterystyki energetycznej przedstawiona w postaci klas energetycznych od A+ do G odniesiona do wskaźnika ED (energii dostarczonej).
8	Charakterystyka energetyczna budynku lub części budynku w postaci wskaźnika obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP oraz wartość referencyjna (dla nowych budynków) wyrażone w kWh/(m ² ·rok).
9	Odsetek energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii wyrażony wartością procentową.
10	Łączna emisja CO ₂ wyrażona w tonach.
11	Wpływ na lokalne powstawanie smogu wyrażony bezwymiarowo w skali kolorystycznej.

Poniżej zaproponowano wzór pierwszej strony nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku. Został on sporządzony na przykładzie nowego budynku mieszkalnego jednorodzinne. Dodatkowe funkcjonalności świadectwa i metodyka ich określania zostały omówione w rozdziale 9.

ważne do
2026-09-08

ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDYNKU

SCHE/3743/174/2016

OCENIANY BUDYNEK

Rodzaj budynku	budynek mieszkalny
Przeznaczenie budynku	jednorodzinny
Adres budynku	-
Rok oddania do użytkowania budynku	2021
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza	120 m ²
Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU	50 kWh/(m ² rok)
Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK	70 kWh/(m ² rok)

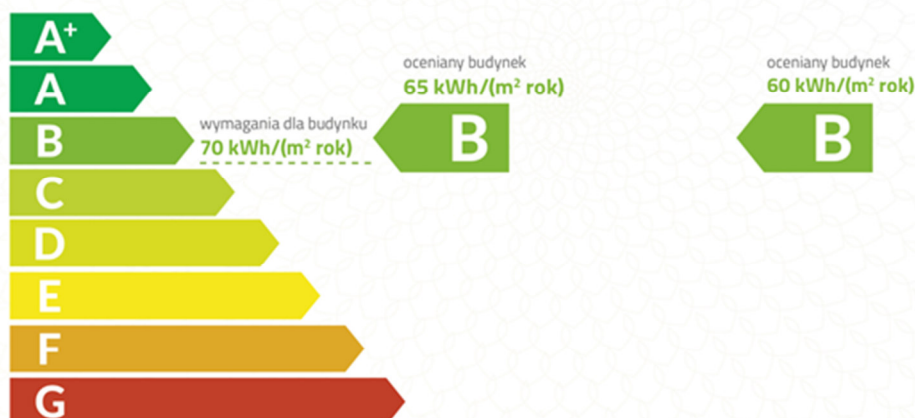


Ogrzewanie i wentylacja Chłodzenie Ciepła woda użytkowa Oświetlenie

KLASA ENERGETYCZNA

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP*

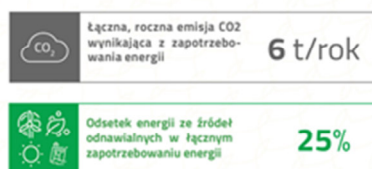
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED**



*Uzyskanie niskiej wartości wskaźnika EP oznacza wysoką efektywność energetyczną budynku, co przyczynia się do ochrony zasobów naturalnych i środowiska

**Uzyskanie niskiej wartości wskaźnika ED wskazuje na wysokosprawne oceniane systemy techniczne w budynku, wysoką efektywność energetyczną oraz niskie koszty eksploatacji budynku. Ujemne wartości wskaźnika ED oznaczają, że wyeksportowano więcej energii niż dostarczono do zaspokojenia jego potrzeb

WSKAŹNIKI ŚRODOWISKOWE



Ocena względnej emisji zanieczyszczeń



Imię i nazwisko Robert Gawrysiak
Nr wpisu do wykazu 3743
Data wystawienia 2016-09-08

Robert Gawrysiak
PODPIS

Rys. 58 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona pierwsza

Tab. 149 Proponowana zawartość kolejnych stron świadectwa charakterystyki energetycznej budynku w Polsce

Lp.	Opis
1	Ocena efektywności energetycznej systemów technicznych: ogrzewania, przygotowania c.w.u. i wentylacji.
2	Ocena efektywności energetycznej przegród.
3	Ocena ryzyka przegrzewania.
4	Zalecenia dotyczące optymalnej pod względem kosztów lub opłacalnej ekonomicznie poprawy charakterystyki energetycznej.
5	Ocena możliwej do uzyskania klasy energetycznej po modernizacji.
6	Szacunkowe oszczędności w kosztach użytkowania budynku.
7	Gdzie właściciel lub najemca może uzyskać bardziej szczegółowe informacje, w tym w kwestii opłacalności ekonomicznej zawartych zaleceń.
8	Informacje dotyczące kroków, jakie należy podjąć w celu wypełnienia zaleceń.
9	Uwagi, sugestie, rekomendacje.
10	Opis podstawowych parametrów budynku, założeń obliczeniowych.
11	Wartości współczynników U przegród.
12	Sprawności systemów technicznych budynku.
13	Opis systemów technicznych budynku.
14	Szczelność powietrzna budynku.
15	Wskaźniki rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU, końcową EK i nieodnawialną pierwotną EP.
16	Projektowane obciążenia cieplne i chłodnicze, moc przyłączeniowa.
17	Łączne roczne zużycie energii.
18	Łączne koszty zużycia energii.

Poniżej zaproponowano wzór kolejnych strony nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku. Został on sporządzony na przykładzie istniejącego budynku mieszkalnego jednorodzinne. Strona druga i trzecia dotyczą głównie oceny efektywności energetycznej elementów budynku i propozycji ich modernizacji. Strony czwarta i piąta zawierają opis elementów budynku oraz szczegółową charakterystykę energetyczną. Strona szósta to podsumowanie i definicje. Dodatkowe funkcjonalności świadectwa i metodyka ich określania zostały omówione w rozdziale 9.

OCENA AKTUALNEJ EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ ELEMENTÓW BUDYNKU

Ocena efektywności energetycznej przegród



Ocena efektywności energetycznej systemów technicznych



Ocena ryzyka przegrzewania



Ocena systemu wentylacji



Ocena szczelność powietrznej obudowy budynku













Legenda:

- wymaga pilnej modernizacji
- wymaga modernizacji
- należy rozważyć modernizację
- nie wymaga modernizacji
- spełnia obecne wymagania/standardy
- lepszy niż obecne wymagania/standardy

Rys. 59 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona druga

ZALECENIA DOTYCZĄCE OPTIMALNEJ POD WZGLĘDEM KOSZTÓW LUB OPŁACALNEJ EKONOMICZNIE POPRAWY CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ

Proponowane usprawnienia w kolejność uporządkowanej

Symbol i kolor odpowiadający uzyskanej ocenie	Nazwa elementu lub systemu	Ocena elementu, opis proponowanego usprawnienia	Szacunkowe oszczędności roczne	Dostępność i rodzaj źródła finansowania
	System przygotowania ciepłej wody użytkowej, kocioł węglowy, $\eta_w=0,23$	System wymaga pilnej modernizacji	Ok. 300 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Okna zewnętrzne, $U=2,6W/m^2K$	Przegroda wymaga pilnej modernizacji	Ok. 300 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	System ogrzewania, kocioł węglowy, $\eta_w=0,61$	System wymaga modernizacji	Ok. 500 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Ściana zewnętrzna, $U=0,82W/m^2K$	Przegroda wymaga modernizacji	Ok. 1000 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Dach, $U=0,69W/m^2K$	Przegroda wymaga modernizacji	Ok. 500 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Podłoga na gruncie, $U=0,73W/m^2K$	Przegroda wymaga modernizacji	Ok. 250 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Drzwi zewnętrzne, $U=2,6W/m^2K$	Przegroda wymaga modernizacji	Ok. 100 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Szczelność powietrzna, $\eta_{50}=5,2 h^{-1}$	Rozważyć modernizację obudowy	Ok. 250 zł/rok	
	Kolektory słoneczne	Rozważyć zastosowanie	Ok. 300 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Instalacja fotowoltaiczna	Rozważyć zastosowanie	Ok. 1000 zł/rok	Tak, program Mój Prąd

SZACUNKOWE EFEKTY MODERNIZACJI (WSZYSTKIE USPRAWNINIENIA)

Ocena możliwej do uzyskania klasy energetycznej po modernizacji w odniesieniu do EP i ED

Łączne roczne oszczędność w kosztach zużycia energii



Energia pierwotna EP



Energia dostarczona ED



4500 zł/rok

DODATKOWE INFORMACJE

Dostępność i źródła finansowania z programu Czyste Powietrze -> <http://nfosigw.gov.pl/o-nfosigw/aktualnosci/art,1574,program-czyste-powietrze-wkracza-w-nowa-faze.html>

Dostępność i źródła finansowania z programu Mój Prąd -> <https://mojprad.gov.pl/>

Gdzie właściciel lub najemca może uzyskać bardziej szczegółowe informacje, w tym w kwestii opłacalności ekonomicznej zawartych zaleceń:

Informacje dotyczące kroków, jakie należy podjąć w celu wypełnienia zaleceń:

Uwagi, sugestie, rekomendacje:

Rys. 60 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona trzecia

OPIS ELEMENTÓW BUDYNKU

Podstawowe parametry przegród budynku

Liczba kondygnacji budynku			
Rodzaj konstrukcji budynku			
Przegrody budynku	Nazwa przegrody	Opis przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przegrody U (W/m ² K)
			uzyskany wymagany
	1)		
	2)		
	3)		
	n)		

Podstawowe parametry systemów technicznych budynku

System ogrzewania	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność
	Wytwarzanie ciepła		
	Przesył ciepła		
	Akumulacja ciepła		
	Regulacja i wykorzystanie ciepła		
System przygotowania ciepłej wody użytkowej	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia roczna sprawność
	Wytwarzanie ciepła		
	Przesył ciepła		
	Akumulacja ciepła		
System chłodzenia	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność
	Wytwarzanie chłodu		
	Przesył chłodu		
	Akumulacja chłodu		
	Regulacja i wykorzystanie chłodu		
Wentylacja			
System wbudowanej instalacji oświetlenia			
System odnawialnych źródeł energii			

Rys. 61 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona czwarta

SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU, w kWh/(m²rok)

	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
kWh/(m ² rok)					
Udział %					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU: ... kWh/(m ² rok)					

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK, w kWh/(m²rok)

Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1)					
2)					
n)					
Suma kWh/(m ² rok)					
Udział %					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK: ... kWh/(m ² rok)					

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, w kWh/(m²rok)

Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1)					
2)					
n)					
Suma kWh/(m ² rok)					
Udział %					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED: ... kWh/(m ² rok)					

Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, w kWh/(m²rok)

Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1)					
2)					
n)					
Suma kWh/(m ² rok)					
Udział %					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP: ... kWh/(m ² rok)					

Rys. 62 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona piąta

PODSUMOWANIE

Oceniany budynek

Powierzchnia o regulowanej temperaturze	
Podział powierzchni użytkowej budynku	
Kubatura budynku	
Kubatura o regulowanej temperaturze	
Projektowane temperatury wewnętrzne w budynku	
Stacja meteorologiczna, według której wyznaczana jest charakterystyka energetyczna	
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej	

Charakterystyka energetyczna budynku

Łączne roczne zapotrzebowanie na energię dostarczoną netto	
Łączne roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną	
Łączne szacunkowe koszty użytkowania budynku	
Projektowane obciążenie cieplne ogrzewanie	
Projektowana moc cieplna ciepła woda użytkowa	
Projektowana moc chłodnicza	
Elektryczna moc przyłączeniowa	

DEFINICJE

Klasa energetyczna – informuje o efektywności energetycznej budynku w stosunku do wartości referencyjnej; dzięki niej można określić, który budynek jest bardziej energooszczędny, tańszy w użytkowaniu i przyjazny dla środowiska naturalnego; klasa A+ oznacza budynek zero lub plus energetyczny.

Nieodnawialna energia pierwotna - energia zawarta w pierwotnych, nieodnawialnych nośnikach energii, takich jak węgiel kamienny, gaz ziemny lub ropa naftowa; w zapotrzebowaniu na energię pierwotną uwzględnione są straty przy wytwarzaniu i przesyłaniu energii do budynku, a także rodzaj nośnika energii.

Energia dostarczona netto - różnica pomiędzy energią dostarczoną do budynku niezbędną do zaspokojenia jego potrzeb (np. ogrzewania, chłodzenia, wentylacji, przygotowania ciepłej wody, oświetlenia, urządzeń pomocniczych) a wyeksportowaną poza budynek; wartości ujemne oznaczają, że budynek jest plus energetyczny.

Łączna, roczna emisja CO₂ – wielkość rocznej emisji CO₂ wynikającej z procesu spalania paliw lub zapotrzebowania energii przez systemy ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej, chłodzenia, oświetlenia wbudowanego oraz urządzeń pomocniczych.

Ocena względnej emisji zanieczyszczeń - ocena pokazuje, jak duża jest emisja zanieczyszczeń takich jak pyłów PM10 i PM2.5 i gazów NOx, SOx i CO w stosunku do wartości referencyjnej;

Odsetek energii ze źródeł odnawialnych – udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu budynku na energię końcową (dostarczoną).

Współczynnik U – oznacza ilość energii, jaka przenika przez przegrodę, w odniesieniu do powierzchni tej przegrody i różnicy temperatur z obu jej stron; im mniejszy jest współczynnik U, tym mniejsze są straty ciepła, a dana przegroda ma lepsze właściwości izolacyjne.

Całkowita sprawność systemu ogrzewania η_a – pozwala na ocenę efektywności energetycznej całego systemu ogrzewania; im wyższa sprawność tym więcej z energii dostarczonej do budynku jest efektywnie wykorzystywane do jego ogrzewania a mniej bezpowrotnie traczone.

Całkowita sprawność systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej η_w - pozwala na ocenę efektywności energetycznej całego systemu przygotowania c.w.u.; im wyższa sprawność tym więcej z energii dostarczonej do budynku jest efektywnie wykorzystywane w postaci ciepłej wody a mniej bezpowrotnie traczone.

Ryzyko przegrzewania – oceniane w trójstopniowej skali kolorystycznej: czerwony – wysokie, pomarańczowy – średnie i zielony – niskie; zależy od częstotliwości i stopnia przekraczania w budynku lub jego części temperatury powietrza 26 °C w ciągu roku.

Ocena systemu wentylacji – ocenę efektywności przedstawiono w trójstopniowej skali kolorystyczno-symbolicznej; negatywna ocena (kolor czerwony) oznacza że intensywność wentylacji w budynku jest zbyt niska lub za wysoka a sprawność odzysku ciepła (o ile taki system jest w budynku) zbyt niska.

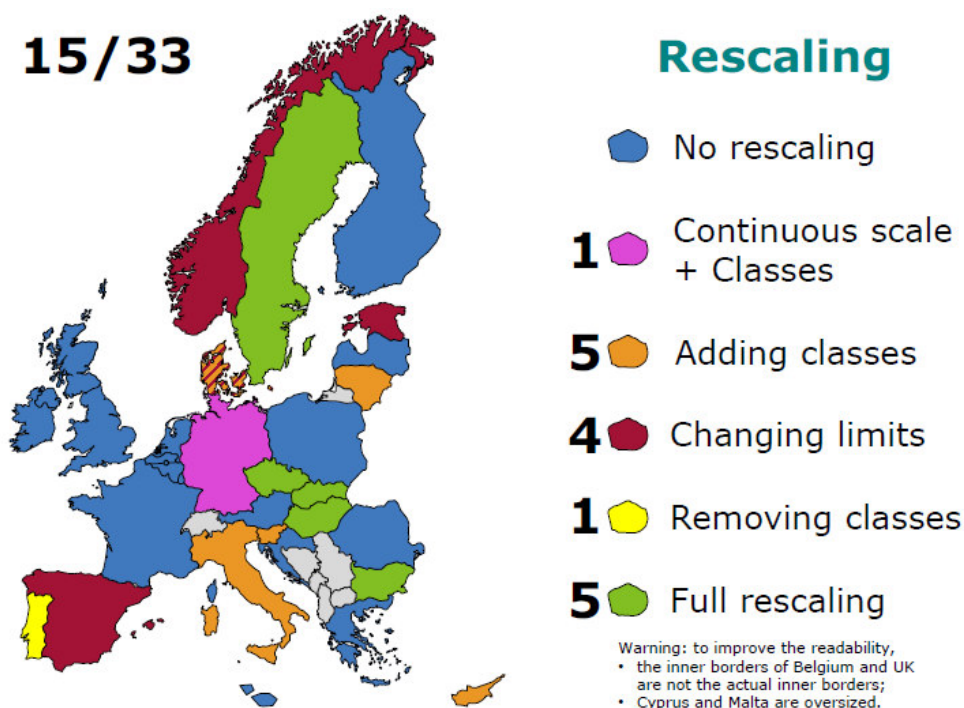
Rys. 63 Propozycja wzoru nowego świadectwa charakterystyki energetycznej budynku – strona szósta

8. Wyrażanie charakterystyki energetycznej w postaci klas energetycznych

8.1 Ogólna ocena stanu istniejącego w krajach EU

Raport Changes in EPCs scales and layouts analizował zmiany, jakie w ostatnich latach dokonywały się w zakresie skali klas energetycznych oraz układu graficznego świadectw w krajach EU. Piętnaście krajów lub regionów (z trzydziestu trzech) dokonało zmian w zakresie skali klas energetycznych (Rys. 64). Zmiany te polegały na:

- ▶ dodaniu, zwykle na szczycie skali, nowych klas dla najbardziej efektywnych energetycznie budynków lub podziale najwyższych klas (kolor pomarańczowy);
- ▶ zmianie sposobu wyrażania charakterystyki energetycznej (przypadek słowacki), tak że stare świadectwo nie może być automatycznie porównywane z nowym – „pełne przeskalowanie” (kolor zielony);
- ▶ przyjęciu nowych wartości granicznych dla klas (kolor brązowy);
- ▶ usunięciu najniższych klasy dla najmniej efektywnych budynków (kolor żółty);
- ▶ modyfikacji skali ciągłej (przypadek niemiecki) (kolor fioletowy).



Rys. 64 Zmiany w zakresie skali klas energetycznych dokonywane w krajach EU, źródło: Changes in EPCs scales and layouts, Concerted Action EPBD

Analizie poddano również sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej w krajach Unii Europejskiej. Zgodnie z przytoczonymi danymi (Tab. 150) większość świadectw wykorzystuje klasy energetyczne odnoszące się do różnych rodzajów energii oraz emisji CO₂.

Tab. 150 Sposoby wyrażania charakterystyki energetycznej w wybranych krajach UE, źródło Building Performance Institute Europe (BPIE)¹²⁴

Kraj	Sposób prezentacji charakterystyki energetycznej
Austria	Klasy od A++ do G (energia użytkowa do ogrzewania, energia pierwotna, emisja CO ₂ , współczynnik efektywności energetycznej)
Belgia (Flandria)	Skala ciągła (energia pierwotna)
Belgia (Walonia, Region stołeczny Brukseli)	Klasy od A++ do G (energia pierwotna)
Chorwacja	Klasa od A+ do G (energia użytkowa do ogrzewania budynku mieszkalnego; stosunek energii użytkowej do ogrzewania budynku ocenianego do wartości referencyjnej – budynki niemieszkalne)
Czechy	Klasa od A+ do G (energia dostarczona, nieodnawialna energia pierwotna)
Dania	Klasy od A do G (energia pierwotna)
Francja	Klasy od A do G (energia pierwotna, emisja gazów cieplarnianych)
Niemcy	Skala ciągła (energia pierwotna)
Irlandia	Klasa od A+ do G (energia pierwotna) Skala ciągła (emisja CO ₂)
Włochy	Klasa od A+ do G (energia pierwotna) Skala ciągła (energia pierwotna na ogrzewanie, chłodzenie, przygotowanie c.w.u.)
Malta	Skala ciągła (energia końcowa, emisja CO ₂)
Norwegia	Klasy od A do G (energia końcowa)
Polska	Skala ciągła (energia pierwotna)

¹²⁴Building Performance Institute Europe (BPIE), *Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2016. Featuring Country Reports*, 2015.

Kraj	Sposób prezentacji charakterystyki energetycznej
Rumunia	Klasy od A do G (energia końcowa)
Słowacja	Klasy od A0 do G (energia pierwotna, energia końcowa) Skala ciągła (emisja CO ₂)
Słowenia	Klasy od A1 do G (energia użytkowa do ogrzewania) Skala ciągła (energia pierwotna, energia końcowa, emisja CO ₂)

8.2 Propozycja zastosowania klasy charakterystyki energetycznej

Bazując na ocenie sytuacji w krajach EU oraz obowiązującym prawodawstwie europejskim zaproponowano wprowadzenie klas energetycznych na krajowym świadectwie charakterystyki energetycznej. Zgodnie z zaproponowaną zawartością pierwszej strony świadectwa, ocena charakterystyki energetycznej przedstawiona będzie w postaci klas energetycznych w skali od A+ (najlepsza) do G (najgorsza). Ocena będzie odniesiona do:

- ▶ Wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP,
- ▶ Wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED (różnica pomiędzy energią dostarczoną a wyeksportowaną).

Dodatkowe przeprowadzenie oceny w odniesieniu do energii dostarczonej netto pozwoli na:

- ▶ promocję zachowań prosumenckich,
- ▶ łatwiejsze powiązanie efektywności energetycznej budynku z kosztami jego użytkowania – płacimy za energię dostarczoną a nie pierwotną,
- ▶ uniknięcie sytuacji, w której wysoka klasa efektywności energetycznej budynku, w odniesieniu do wskaźnika EP, będzie uzyskana jedynie dzięki zastosowaniu źródeł lub paliw o niskich współczynnikach nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, np. zastosowanie kotła na biomasę, co obniża wartość wskaźnika EP, ale nie zmniejsza zapotrzebowania na energię dostarczoną,
- ▶ promocję budynków efektywnych energetycznie,
- ▶ promocję działań termomodernizacyjnych.

Metodologię oceny charakterystyki energetycznej budynku z wykorzystaniem klas energetycznych opracowano na bazie normy ISO 52003-1.

Wskaźnik liczbowy zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP lub energię dostarczoną netto ED, obliczony zgodnie z zaproponowaną metodologią, nie określa automatycznie jakości energetycznej budynku w odniesieniu do tej cechy. Wskaźniki charakterystyki energetycznej należy porównać z wartościami referencyjnymi, aby ocenić (porównać), czy właściwości rozpatrywanej cechy są dobre czy złe. Na potrzeby oceny można stosować dwie wartości referencyjne:

- ▶ R_r – reprezentująca wymagania stawiane nowym lub modernizowanym budynkom. Jest ona główną wartością doniesienia wykorzystywaną do oceny efektywności energetycznej budynku;

- ▶ R_s – reprezentująca średni stan zasobów budowlanych jako punkt odniesienia. Odpowiada on średniej efektywności energetycznej osiągniętej przez około 50% krajowych lub regionalnych zasobów budowlanych (wartość mediany). Wartość ta może odnosić się na przykład do zapotrzebowania na energię, współczynnika U przegród czy sprawności całkowitej systemów technicznych i być wyznaczona dla różnych rodzajów budynków.

Wskaźniki EP i ED zostały poddane ocenie w odniesieniu do wartości referencyjnych R_r .

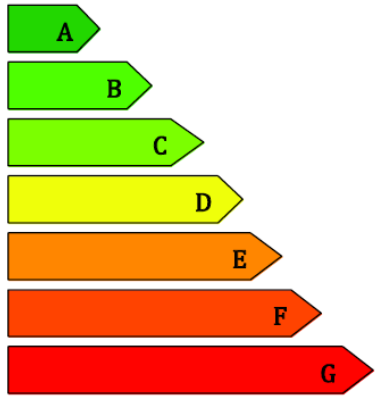
Zgodnie z definicją ocena charakterystyki energetycznej to ocena w odniesieniu do jednej lub większej ilości wartości referencyjnych, które mogą być przedstawione w postaci klas energetycznych. Na podstawie wartości wskaźnika EP lub ED i wartości granicznych dla poszczególnych klas, przyznaje się odpowiednią klasę energetyczną budynku. Podstawą wyznaczenia wartości granicznych dla poszczególnych klas jest wartość referencyjna R_r .

Zaproponowana metodologia klasyfikacji energetycznej została opracowana na podstawie normy ISO 52003-1 i odpowiada rozwiązaniom wprowadzonym w wielu krajach europejskich.

Metodologia wyznaczania skali klas energetycznych budynku:

- ▶ skala charakterystyki energetycznej obejmuje zakres od A+ (budynki o najlepszej charakterystyce energetycznej) do G (budynki o najgorszej charakterystyce energetycznej);
- ▶ klasa A+ oznacza budynki zero- lub plus-energetyczne, czyli takie dla których wskaźniki EP i ED są ≤ 0 (mniejsze bądź równe zero);
- ▶ wartość referencyjną odniesienia dla nowych budynków R_r umieszcza się na granicy pomiędzy klasami B i C z przyporządkowaniem do klasy B. Oznacza to, że budynek spełniający wymagania powinien osiągnąć klasę B lub wyższą;
- ▶ dla każdej z klas wyznacza się wartości graniczne w taki sposób, aby uzyskany wskaźnik liczbowy dla budynku był przyporządkowany tylko do jednej klasy.

Domyślny wzór pierwszej strony świadectwa, zawierający klasy energetyczne i proponowany w normie ISO 52003-1, przedstawiono na Rys. 65. Norma nie zawiera wzoru w postaci liniowej skali, czyli takiego, jaki obowiązuje (w chwili powstania raportu) na polskich świadectwach.

Energy certificate	Building Energy Performance	As built calculated
	Space to make reference to the energy certification procedure used	
	<p>Very energy efficient</p>  <p>Not energy efficient</p>	C
Space to include additional information on the indicator and building energy use	130 kWh/m²·a	
Administrative information: address of the building, conditioned area date of validity certifier name and signature...		

Rys. 65 Domyślny wzór pierwszej strony świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, zawierającej klasy energetyczne, źródło: ISO 52003-1

Metodologia wyznaczania granicznych wartości dla klas energetycznych jest następująca:

- ▶ skala charakterystyki energetycznej obejmuje siedem klas (n=7) od A do G, plus dodatkową klasę A+,
- ▶ granice klas od A do G są oparte na skali nieliniowej ($Y = \sqrt{2^{(n-n_{ref})}}$) i podane w Tab. 151,
- ▶ wartość referencyjną odniesienia dla nowych budynków R_r umieszcza się na granicy pomiędzy klasą B i C ($n_{ref} = 5$) z przyporządkowaniem do klasy B,
- ▶ wartość graniczną, dolną dla klasy A ustala się jako większą od zera (>0),
- ▶ wartość graniczną, górną dla klasy A+ ustala się jako mniejszą, bądź równą zero (≤ 0).

Tab. 151 Metodologia wyznaczania wartości granicznych EP i ED dla klas energetycznych

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźników EP i ED		
A+		EP, ED ≤	0
A	0	< EP, ED ≤	0,71 · R _r
B	0,71 · R _r	< EP, ED ≤	1,0 · R _r
C	1,0 · R _r	< EP, ED ≤	1,41 · R _r
D	1,41 · R _r	< EP, ED ≤	2,0 · R _r
E	2,0 · R _r	< EP, ED ≤	2,83 · R _r
F	2,83 · R _r	< EP, ED ≤	4,0 · R _r
G	4,0 · R _r	< EP, ED	

Wartość referencyjną R_r dla wskaźnika EP (Tab. 152) odpowiadającą wymaganiom dla nowych budynków ustalono na podstawie Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065). Jako R_r przyjęto maksymalną wartość wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP obowiązującą od 31 grudnia 2020 r. i od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością.

Tab. 152 Wartości referencyjne R_r wskaźnika zapotrzebowania budynku na nieodnawialną energię pierwotną EP

Rodzaj budynku	Oświetlenie	Chłodzenie	Referencyjny wskaźnik zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)
Budynek mieszkalny jednorodzinny	nie uwzględnia się	nie	70
		tak	$70 + 5 \cdot A_{f,C}/A_f$
Budynek mieszkalny wielorodzinny		nie	65
		tak	$65 + 5 \cdot A_{f,C}/A_f$
Budynek zamieszkania zbiorowego	dla $t_0 < 2500$	nie	100
		tak	$100 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	125
		tak	$125 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
Budynek użyteczności publicznej, opieka zdrowotna	dla $t_0 < 2500$	nie	215
		tak	$215 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	240
		tak	$240 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
Budynek użyteczności publicznej, pozostałe	dla $t_0 < 2500$	nie	70
		tak	$70 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	95
		tak	$95 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	dla $t_0 < 2500$	nie	95
		tak	$95 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	120
		tak	$120 + 25 \cdot A_{f,C}/A_f$

t_0 – czas działania oświetlenia w ciągu roku,

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Wartość referencyjną R_r dla wskaźnika ED (Tab. 153) odpowiadającą nowym budynkom ustalono na podstawie następujących źródeł:

- ▶ Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1065). Bazując na maksymalnych wartościach wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP;
- ▶ analizy wymagań techniczno-budowlanych dotyczących ochrony cieplnej budynków, celem ustalenia minimalnych wymagań w zakresie charakterystyki energetycznej i przedstawienie propozycji zmian zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego

i Rady 2010/31/UE z 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków – etap II opracowanie końcowe. Praca nr 10/B/2011. ITB 2012 r.;

- ▶ przeglądu przepisów określających minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynków, Politechnika Krakowska, Małopolskie Centrum Budownictwa Energooszczędnego, 2017 r.

Tab. 153 Wartości referencyjne R_r dla zapotrzebowania budynku na energię dostarczoną netto ED

Rodzaj budynku	Oświetlenie	Chłodzenie	Referencyjny wskaźnik zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)
Budynek mieszkalny jednorodzinny	nie uwzględnia się	nie	65
		tak	$65 + 2 \cdot A_{f,C} / A_f$
Budynek mieszkalny wielorodzinny		nie	60
		tak	$60 + 2 \cdot A_{f,C} / A_f$
Budynek zamieszkania zbiorowego	dla $t_0 < 2500$	nie	80
		tak	$80 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	90
		tak	$90 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
Budynek użyteczności publicznej, opieka zdrowotna	dla $t_0 < 2500$	nie	185
		tak	$185 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	195
		tak	$195 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
Budynek użyteczności publicznej, pozostałe	dla $t_0 < 2500$	nie	50
		tak	$50 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	60
		tak	$60 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	dla $t_0 < 2500$	nie	70
		tak	$70 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$
	dla $t_0 \geq 2500$	nie	80
		tak	$80 + 10 \cdot A_{f,C} / A_f$

t_0 – czas działania oświetlenia w ciągu roku,

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

8.3 Opis procedury określania klasy charakterystyki energetycznej

Bazując na zaproponowanej metodyce, wartościach referencyjnych R_r dla wskaźników EP i ED obliczono wartości graniczne dla klas energetycznych dla różnych rodzajów budynków.

- ▶ Budynek mieszkalny jednorodzinny

Tab. 154 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek mieszkalny jednorodzinny, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	49
B	49	< EP ≤	70
C	70	< EP ≤	99
D	99	< EP ≤	140
E	140	< EP ≤	198
F	198	< EP ≤	280
G	280	< EP	

Tab. 155 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek mieszkalny jednorodzinny, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	46
B	46	< ED ≤	65
C	65	< ED ≤	92
D	92	< ED ≤	130
E	130	< ED ≤	184
F	184	< ED ≤	260
G	260	< ED	

Tab. 156 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek mieszkalny jednorodzinny, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	na
A+	EP ≤	0
A	0 < EP ≤	49 + A _{f,C} /A _f · 4
B	49 + A _{f,C} /A _f · 4 < EP ≤	70 + A _{f,C} /A _f · 5
C	70 + A _{f,C} /A _f · 5 < EP ≤	99 + A _{f,C} /A _f · 7
D	99 + A _{f,C} /A _f · 7 < EP ≤	140 + A _{f,C} /A _f · 10
E	140 + A _{f,C} /A _f · 10 < EP ≤	198 + A _{f,C} /A _f · 14
F	198 + A _{f,C} /A _f · 14 < EP ≤	280 + A _{f,C} /A _f · 20
G	280 + A _{f,C} /A _f · 20 < EP	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 157 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek mieszkalny jednorodzinny, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	na
A+	ED ≤	0
A	0 < ED ≤	46 + A _{f,C} /A _f · 1
B	46 + A _{f,C} /A _f · 1 < ED ≤	65 + A _{f,C} /A _f · 2
C	65 + A _{f,C} /A _f · 2 < ED ≤	92 + A _{f,C} /A _f · 3
D	92 + A _{f,C} /A _f · 3 < ED ≤	130 + A _{f,C} /A _f · 4
E	130 + A _{f,C} /A _f · 4 < ED ≤	184 + A _{f,C} /A _f · 6
F	184 + A _{f,C} /A _f · 6 < ED ≤	260 + A _{f,C} /A _f · 8
G	260 + A _{f,C} /A _f · 8 < ED	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- Budynek mieszkalny wielorodzinny

Tab. 158 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek mieszkalny wielorodzinny, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	46
B	46	< EP ≤	65
C	65	< EP ≤	92
D	92	< EP ≤	130
E	130	< EP ≤	184
F	184	< EP ≤	260
G	260	< EP	

Tab. 159 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek mieszkalny wielorodzinny, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	42
B	42	< ED ≤	60
C	60	< ED ≤	85
D	85	< ED ≤	120
E	120	< ED ≤	170
F	170	< ED ≤	240
G	240	< ED	

Tab. 160 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek mieszkalny wielorodzinny, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	na
A+	EP ≤	0
A	0 < EP ≤	46 + A _{f,C} /A _f · 4
B	46 + A _{f,C} /A _f · 4 < EP ≤	65 + A _{f,C} /A _f · 5
C	65 + A _{f,C} /A _f · 5 < EP ≤	92 + A _{f,C} /A _f · 7
D	92 + A _{f,C} /A _f · 7 < EP ≤	130 + A _{f,C} /A _f · 10
E	130 + A _{f,C} /A _f · 10 < EP ≤	184 + A _{f,C} /A _f · 14
F	184 + A _{f,C} /A _f · 14 < EP ≤	260 + A _{f,C} /A _f · 20
G	260 + A _{f,C} /A _f · 20 < EP	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 161 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek mieszkalny wielorodzinny, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	na
A+	ED ≤	0
A	0 < ED ≤	42 + A _{f,C} /A _f · 1
B	42 + A _{f,C} /A _f · 1 < ED ≤	60 + A _{f,C} /A _f · 2
C	60 + A _{f,C} /A _f · 2 < ED ≤	85 + A _{f,C} /A _f · 3
D	85 + A _{f,C} /A _f · 3 < ED ≤	120 + A _{f,C} /A _f · 4
E	120 + A _{f,C} /A _f · 4 < ED ≤	170 + A _{f,C} /A _f · 6
F	170 + A _{f,C} /A _f · 6 < ED ≤	240 + A _{f,C} /A _f · 8
G	240 + A _{f,C} /A _f · 8 < ED	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- ▶ Budynek zamieszkania zbiorowego, czas działania oświetlenia w ciągu roku < 2500 godzin

Tab. 162 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	71
B	71	< EP ≤	100
C	100	< EP ≤	141
D	141	< EP ≤	200
E	200	< EP ≤	283
F	283	< EP ≤	400
G	400	< EP	

Tab. 163 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	57
B	57	< ED ≤	80
C	80	< ED ≤	113
D	113	< ED ≤	160
E	160	< ED ≤	226
F	226	< ED ≤	320
G	320	< ED	

Tab. 164 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)
A+	EP ≤ 0	ED ≤ 0
A	0 < EP ≤ 71 + A _{f,C} /A _f · 18	0 < ED ≤ 57 + A _{f,C} /A _f · 7
B	71 + A _{f,C} /A _f · 18 < EP ≤ 100 + A _{f,C} /A _f · 25	57 + A _{f,C} /A _f · 7 < ED ≤ 80 + A _{f,C} /A _f · 10
C	100 + A _{f,C} /A _f · 25 < EP ≤ 141 + A _{f,C} /A _f · 35	80 + A _{f,C} /A _f · 10 < ED ≤ 113 + A _{f,C} /A _f · 14
D	141 + A _{f,C} /A _f · 35 < EP ≤ 200 + A _{f,C} /A _f · 50	113 + A _{f,C} /A _f · 14 < ED ≤ 160 + A _{f,C} /A _f · 20
E	200 + A _{f,C} /A _f · 50 < EP ≤ 283 + A _{f,C} /A _f · 71	160 + A _{f,C} /A _f · 20 < ED ≤ 226 + A _{f,C} /A _f · 28
F	283 + A _{f,C} /A _f · 71 < EP ≤ 400 + A _{f,C} /A _f · 100	226 + A _{f,C} /A _f · 28 < ED ≤ 320 + A _{f,C} /A _f · 40
G	400 + A _{f,C} /A _f · 100 < EP	320 + A _{f,C} /A _f · 40 < ED

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 165 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)
A+	ED ≤ 0
A	0 < ED ≤ 57 + A _{f,C} /A _f · 7
B	57 + A _{f,C} /A _f · 7 < ED ≤ 80 + A _{f,C} /A _f · 10
C	80 + A _{f,C} /A _f · 10 < ED ≤ 113 + A _{f,C} /A _f · 14
D	113 + A _{f,C} /A _f · 14 < ED ≤ 160 + A _{f,C} /A _f · 20
E	160 + A _{f,C} /A _f · 20 < ED ≤ 226 + A _{f,C} /A _f · 28
F	226 + A _{f,C} /A _f · 28 < ED ≤ 320 + A _{f,C} /A _f · 40
G	320 + A _{f,C} /A _f · 40 < ED

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- ▶ Budynek zamieszkania zbiorowego, czas działania oświetlenia w ciągu roku ≥ 2500 godzin

Tab. 166 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	88
B	88	< EP ≤	125
C	125	< EP ≤	177
D	177	< EP ≤	250
E	250	< EP ≤	354
F	354	< EP ≤	500
G	500	< EP	

Tab. 167 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	64
B	64	< ED ≤	90
C	90	< ED ≤	127
D	127	< ED ≤	180
E	180	< ED ≤	255
F	255	< ED ≤	360
G	360	< ED	

Tab. 168 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+			EP ≤ 0
A	0		< EP ≤ 88 + A _{f,C} /A _f · 18
B	88 + A _{f,C} /A _f · 18		< EP ≤ 125 + A _{f,C} /A _f · 25
C	125 + A _{f,C} /A _f · 25		< EP ≤ 177 + A _{f,C} /A _f · 35
D	177 + A _{f,C} /A _f · 35		< EP ≤ 250 + A _{f,C} /A _f · 50
E	250 + A _{f,C} /A _f · 50		< EP ≤ 354 + A _{f,C} /A _f · 71
F	354 + A _{f,C} /A _f · 71		< EP ≤ 500 + A _{f,C} /A _f · 100
G	500 + A _{f,C} /A _f · 100		< EP

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 169 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek zamieszkania zbiorowego $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+			ED ≤ 0
A	0		< ED ≤ 64 + A _{f,C} /A _f · 7
B	64 + A _{f,C} /A _f · 7		< ED ≤ 90 + A _{f,C} /A _f · 10
C	90 + A _{f,C} /A _f · 10		< ED ≤ 127 + A _{f,C} /A _f · 14
D	127 + A _{f,C} /A _f · 14		< ED ≤ 180 + A _{f,C} /A _f · 20
E	180 + A _{f,C} /A _f · 20		< ED ≤ 255 + A _{f,C} /A _f · 28
F	255 + A _{f,C} /A _f · 28		< ED ≤ 360 + A _{f,C} /A _f · 40
G	360 + A _{f,C} /A _f · 40		< ED

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- ▶ Budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej, czas działania oświetlenia w ciągu roku < 2500 godzin

Tab. 170 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	152
B	152	< EP ≤	215
C	215	< EP ≤	304
D	304	< EP ≤	430
E	430	< EP ≤	608
F	608	< EP ≤	860
G	860	< EP	

Tab. 171 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	131
B	131	< ED ≤	185
C	185	< ED ≤	262
D	262	< ED ≤	370
E	370	< ED ≤	523
F	523	< ED ≤	740
G	740	< ED	

Tab. 172 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+	$EP \leq 0$	0
A	$0 < EP \leq 152 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$	152 + $A_{f,C}/A_f \cdot 18$
B	$152 + A_{f,C}/A_f \cdot 18 < EP \leq 215 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$	215 + $A_{f,C}/A_f \cdot 25$
C	$215 + A_{f,C}/A_f \cdot 25 < EP \leq 304 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$	304 + $A_{f,C}/A_f \cdot 35$
D	$304 + A_{f,C}/A_f \cdot 35 < EP \leq 430 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$	430 + $A_{f,C}/A_f \cdot 50$
E	$430 + A_{f,C}/A_f \cdot 50 < EP \leq 608 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$	608 + $A_{f,C}/A_f \cdot 71$
F	$608 + A_{f,C}/A_f \cdot 71 < EP \leq 860 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$	860 + $A_{f,C}/A_f \cdot 100$
G	$860 + A_{f,C}/A_f \cdot 100 < EP$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 173 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+	$ED \leq 0$	0
A	$0 < ED \leq 131 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$	131 + $A_{f,C}/A_f \cdot 7$
B	$131 + A_{f,C}/A_f \cdot 7 < ED \leq 185 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$	185 + $A_{f,C}/A_f \cdot 10$
C	$185 + A_{f,C}/A_f \cdot 10 < ED \leq 262 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$	262 + $A_{f,C}/A_f \cdot 14$
D	$262 + A_{f,C}/A_f \cdot 14 < ED \leq 370 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$	370 + $A_{f,C}/A_f \cdot 20$
E	$370 + A_{f,C}/A_f \cdot 20 < ED \leq 523 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$	523 + $A_{f,C}/A_f \cdot 28$
F	$523 + A_{f,C}/A_f \cdot 28 < ED \leq 740 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$	740 + $A_{f,C}/A_f \cdot 40$
G	$740 + A_{f,C}/A_f \cdot 40 < ED$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- ▶ Budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej, czas działania oświetlenia w ciągu roku ≥ 2500 godzin

Tab. 174 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	170
B	170	< EP ≤	240
C	240	< EP ≤	339
D	339	< EP ≤	480
E	480	< EP ≤	679
F	679	< EP ≤	960
G	960	< EP	

Tab. 175 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	138
B	138	< ED ≤	195
C	195	< ED ≤	276
D	276	< ED ≤	390
E	390	< ED ≤	552
F	552	< ED ≤	780
G	780	< ED	

Tab. 176 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+	$EP \leq 0$	0
A	$0 < EP \leq 170 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$	$170 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$
B	$170 + A_{f,C}/A_f \cdot 18 < EP \leq 240 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$	$240 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$
C	$240 + A_{f,C}/A_f \cdot 25 < EP \leq 339 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$	$339 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$
D	$339 + A_{f,C}/A_f \cdot 35 < EP \leq 480 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$	$480 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$
E	$480 + A_{f,C}/A_f \cdot 50 < EP \leq 679 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$	$679 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$
F	$679 + A_{f,C}/A_f \cdot 71 < EP \leq 960 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$	$960 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$
G	$960 + A_{f,C}/A_f \cdot 100 < EP$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 177 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, opieki zdrowotnej $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+	$ED \leq 0$	0
A	$0 < ED \leq 138 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$	$138 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$
B	$138 + A_{f,C}/A_f \cdot 7 < ED \leq 195 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$	$195 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$
C	$195 + A_{f,C}/A_f \cdot 10 < ED \leq 276 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$	$276 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$
D	$276 + A_{f,C}/A_f \cdot 14 < ED \leq 390 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$	$390 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$
E	$390 + A_{f,C}/A_f \cdot 20 < ED \leq 552 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$	$552 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$
F	$552 + A_{f,C}/A_f \cdot 28 < ED \leq 780 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$	$780 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$
G	$780 + A_{f,C}/A_f \cdot 40 < ED$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- ▶ Budynek użyteczności publicznej, pozostałe, czas działania oświetlenia w ciągu roku < 2500 godzin

Tab. 178 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	49
B	49	< EP ≤	70
C	70	< EP ≤	99
D	99	< EP ≤	140
E	140	< EP ≤	198
F	198	< EP ≤	280
G	280	< EP	

Tab. 179 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	35
B	35	< ED ≤	50
C	50	< ED ≤	71
D	71	< ED ≤	100
E	100	< ED ≤	141
F	141	< ED ≤	200
G	200	< ED	

Tab. 180 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+		$EP \leq 0$
A	0	$< EP \leq 49 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$
B	$49 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$	$< EP \leq 70 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$
C	$70 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$	$< EP \leq 99 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$
D	$99 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$	$< EP \leq 140 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$
E	$140 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$	$< EP \leq 198 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$
F	$198 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$	$< EP \leq 280 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$
G	$280 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$	$< EP$

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 181 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+		$ED \leq 0$
A	0	$< ED \leq 35 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$
B	$35 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$	$< ED \leq 50 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$
C	$50 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$	$< ED \leq 71 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$
D	$71 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$	$< ED \leq 100 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$
E	$100 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$	$< ED \leq 141 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$
F	$141 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$	$< ED \leq 200 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$
G	$200 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$	$< ED$

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- ▶ Budynek użyteczności publicznej, pozostałe, czas działania oświetlenia w ciągu roku ≥ 2500 godzin

Tab. 182 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	67
B	67	< EP ≤	95
C	95	< EP ≤	134
D	134	< EP ≤	190
E	190	< EP ≤	269
F	269	< EP ≤	380
G	380	< EP	

Tab. 183 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	42
B	42	< ED ≤	60
C	60	< ED ≤	85
D	85	< ED ≤	120
E	120	< ED ≤	170
F	170	< ED ≤	240
G	240	< ED	

Tab. 184 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+	$EP \leq 0$	0
A	$0 < EP \leq 67 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$	67 + $A_{f,C}/A_f \cdot 18$
B	$67 + A_{f,C}/A_f \cdot 18 < EP \leq 95 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$	95 + $A_{f,C}/A_f \cdot 25$
C	$95 + A_{f,C}/A_f \cdot 25 < EP \leq 134 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$	134 + $A_{f,C}/A_f \cdot 35$
D	$134 + A_{f,C}/A_f \cdot 35 < EP \leq 190 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$	190 + $A_{f,C}/A_f \cdot 50$
E	$190 + A_{f,C}/A_f \cdot 50 < EP \leq 269 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$	269 + $A_{f,C}/A_f \cdot 71$
F	$269 + A_{f,C}/A_f \cdot 71 < EP \leq 380 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$	380 + $A_{f,C}/A_f \cdot 100$
G	$380 + A_{f,C}/A_f \cdot 100 < EP$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 185 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek użyteczności publicznej, pozostałe $t_0 \geq 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+	$ED \leq 0$	0
A	$0 < ED \leq 42 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$	42 + $A_{f,C}/A_f \cdot 7$
B	$42 + A_{f,C}/A_f \cdot 7 < ED \leq 60 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$	60 + $A_{f,C}/A_f \cdot 10$
C	$60 + A_{f,C}/A_f \cdot 10 < ED \leq 85 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$	85 + $A_{f,C}/A_f \cdot 14$
D	$85 + A_{f,C}/A_f \cdot 14 < ED \leq 120 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$	120 + $A_{f,C}/A_f \cdot 20$
E	$120 + A_{f,C}/A_f \cdot 20 < ED \leq 170 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$	170 + $A_{f,C}/A_f \cdot 28$
F	$170 + A_{f,C}/A_f \cdot 28 < ED \leq 240 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$	240 + $A_{f,C}/A_f \cdot 40$
G	$240 + A_{f,C}/A_f \cdot 40 < ED$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny, czas działania oświetlenia w ciągu roku < 2500 godzin

Tab. 186 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP ≤	0
A	0	< EP ≤	67
B	67	< EP ≤	95
C	95	< EP ≤	134
D	134	< EP ≤	190
E	190	< EP ≤	269
F	269	< EP ≤	380
G	380	< EP	

Tab. 187 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED ≤	0
A	0	< ED ≤	49
B	49	< ED ≤	70
C	70	< ED ≤	99
D	99	< ED ≤	140
E	140	< ED ≤	198
F	198	< ED ≤	280
G	280	< ED	

Tab. 188 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na
A+		EP ≤ 0
A	0	< EP ≤ 67 + A _{f,C} /A _f · 18
B	67 + A _{f,C} /A _f · 18	< EP ≤ 95 + A _{f,C} /A _f · 25
C	95 + A _{f,C} /A _f · 25	< EP ≤ 134 + A _{f,C} /A _f · 35
D	134 + A _{f,C} /A _f · 35	< EP ≤ 190 + A _{f,C} /A _f · 50
E	190 + A _{f,C} /A _f · 50	< EP ≤ 269 + A _{f,C} /A _f · 71
F	269 + A _{f,C} /A _f · 71	< EP ≤ 380 + A _{f,C} /A _f · 100
G	380 + A _{f,C} /A _f · 100	< EP

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 189 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 < 2500$ h, z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię
A+		ED ≤ 0
A	0	< ED ≤ 49 + A _{f,C} /A _f · 7
B	49 + A _{f,C} /A _f · 7	< ED ≤ 70 + A _{f,C} /A _f · 10
C	70 + A _{f,C} /A _f · 10	< ED ≤ 99 + A _{f,C} /A _f · 14
D	99 + A _{f,C} /A _f · 14	< ED ≤ 140 + A _{f,C} /A _f · 20
E	140 + A _{f,C} /A _f · 20	< ED ≤ 198 + A _{f,C} /A _f · 28
F	198 + A _{f,C} /A _f · 28	< ED ≤ 280 + A _{f,C} /A _f · 40
G	280 + A _{f,C} /A _f · 40	< ED

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

A_{f,C} – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

- Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny, czas działania oświetlenia w ciągu roku ≥ 2500 godzin

Tab. 190 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych - budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		EP \leq	0
A	0	< EP \leq	85
B	85	< EP \leq	120
C	120	< EP \leq	170
D	170	< EP \leq	240
E	240	< EP \leq	339
F	339	< EP \leq	480
G	480	< EP	

Tab. 191 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych - budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h, bez chłodzenia

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		ED \leq	0
A	0	< ED \leq	57
B	57	< ED \leq	80
C	80	< ED \leq	113
D	113	< ED \leq	160
E	160	< ED \leq	226
F	226	< ED \leq	320
G	320	< ED	

Tab. 192 Wartości graniczne EP dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika	wartości wskaźnika	zapotrzebowania na
	nieodnawialną energię pierwotną EP, kWh/(m ² ·rok)		
A+		$EP \leq$	0
A	0	$< EP \leq$	$85 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$
B	$85 + A_{f,C}/A_f \cdot 18$	$< EP \leq$	$120 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$
C	$120 + A_{f,C}/A_f \cdot 25$	$< EP \leq$	$170 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$
D	$170 + A_{f,C}/A_f \cdot 35$	$< EP \leq$	$240 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$
E	$240 + A_{f,C}/A_f \cdot 50$	$< EP \leq$	$339 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$
F	$339 + A_{f,C}/A_f \cdot 71$	$< EP \leq$	$480 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$
G	$480 + A_{f,C}/A_f \cdot 100$	$< EP$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

Tab. 193 Wartości graniczne ED dla klas energetycznych – budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny $t_0 \geq 2500$ h z chłodzeniem

Klasa energetyczna	Graniczne wartości wskaźnika	wartości wskaźnika	zapotrzebowania na energię
	dostarczoną netto ED, kWh/(m ² ·rok)		
A+		$ED \leq$	0
A	0	$< ED \leq$	$57 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$
B	$57 + A_{f,C}/A_f \cdot 7$	$< ED \leq$	$80 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$
C	$80 + A_{f,C}/A_f \cdot 10$	$< ED \leq$	$113 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$
D	$113 + A_{f,C}/A_f \cdot 14$	$< ED \leq$	$160 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$
E	$160 + A_{f,C}/A_f \cdot 20$	$< ED \leq$	$226 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$
F	$226 + A_{f,C}/A_f \cdot 28$	$< ED \leq$	$320 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$
G	$320 + A_{f,C}/A_f \cdot 40$	$< ED$	

A_f – powierzchnia użytkowa ogrzewana budynku, m²,

$A_{f,C}$ – powierzchnia użytkowa chłodzona budynku, m².

9. Nowe rozwiązania w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej

9.1 Ocena emisji zanieczyszczeń z budynku

Zanieczyszczenie powietrza, zaraz za zmianą klimatu, jest postrzegane jako drugi największy problem środowiskowy dla Europejczyków¹²⁵. Zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego i zewnętrznego uznano w 2018 r. za jeden z czynników ryzyka chorób niezakaźnych¹²⁶. Dane zebrane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) z 4300 miast wykazały, że roczny poziom zanieczyszczeń w powietrzu może prowadzić do chorób serca lub takich jak astma czy rak płuc. Szacuje się, że 90% ludności na całym świecie oddycha bardzo zanieczyszczonym powietrzem, podczas gdy w UE 80% monitorowanych miast przekracza zalecane poziomy progowe określone przez WHO¹²⁷. W sprawozdaniu dotyczącym jakości powietrza pokazano, że stężenie pyłu zawieszonego (PM) przekroczyło w dużych częściach Europy wartości dopuszczalne określone przez UE i wytyczne WHO dotyczące jakości powietrza (Air Quality Guideline AQG)¹²⁸. W 2017 r. 17% ludności miejskiej w UE było narażonych na poziomy PM10 powyżej dziennego limitu, a 8% pod względem poziomu PM2,5. Jeszcze gorsze wyniki otrzymano, gdy badania odniesiono do bardziej rygorystycznych wytycznych WHO: dla PM10 było to 44% populacji miejskiej, a dla PM2,5 – 77%.

W raporcie Air quality in Europe – 2019¹²⁹. Europejskiej Agencji Środowiska (EEA - European Environment Agency) podano, że głównymi udziałowcami emisji PM10, PM2,5 i CO (tlenku węgla) są sektory: komercyjny, instytucjonalny i gospodarstwa domowego. Emisja SO_x (tlenków siarki) związana jest głównie z sektorem produkcji i dystrybucji energii, a NO_x (tlenki azotu) z sektorem transportu drogowego Dwanaście najwyższych izb kontroli (NIK) wskazało transport i/lub przemysł jako źródła o największym wpływie na jakość powietrza w swoich krajach. W Europie Wschodniej siedem NIK określiło „niską emisję” jako główne źródło zanieczyszczenia powietrza w swoim kraju¹³⁰. Niska emisja związana jest ze spalaniem paliw kopalnych w indywidualnych źródłach ciepła. Efektem takiej produkcji ciepła są lokalnie emisje zanieczyszczeń do atmosfery.

Ocena emisji zanieczyszczeń z budynku może zostać uwzględniona w systemie charakterystyki energetycznej poprzez określenie względnej emisji zanieczyszczeń w stosunku do emisji referencyjnej. Wprowadzenie do systemu świadectw takiej oceny pozwoli

¹²⁵Special Eurobarometer 468: Attitudes of European citizens towards the environment, European Commission, 2017 (http://data.europa.eu/euodp/en/data/datASET/S2156_88_1_468_ENG). [data dostępu: 1.06.2020]

¹²⁶Political declaration of the third high-level meeting of the General Assembly on the prevention and control of non-communicable diseases, United Nations General Assembly, 10 October 2018, (https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/73/2). [data dostępu: 1.06.2020]

¹²⁷<https://unearthed.greenpeace.org/2018/05/02/air-pollution-cities-worst-global-data-world-health-organisation/>. [data dostępu: 1.06.2020]

¹²⁸Air quality in Europe – 2019 report, European Environment Agency, 2019, ISBN 978-92-9480-088-6 (<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>). [data dostępu: 1.06.2020]

¹²⁹Air quality in Europe – 2019 report, European Environment Agency, 2019, ISBN 978-92-9480-088-6 (<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>). [data dostępu: 1.06.2020]

¹³⁰Joint report on air quality, EUROSAT, 2019 (<https://www.eurosai.org/en/databases/audits/Joint-Report-Air-Quality/>). [data dostępu: 1.06.2020]

na promowanie źródeł energii o niskiej emisji zanieczyszczeń. Określenie względnej emisji zanieczyszczeń będzie wymagało obliczeń wartości emisji zanieczyszczeń emitowanych przez lokalne źródło energii oraz porównania ich z wartościami referencyjnymi. Wartość emisji będzie wyznaczona na podstawie wyznaczonego w ramach obliczeń świadectwa charakterystyki energetycznej zapotrzebowania na energię końcową do celów ogrzewania, chłodzenia, przygotowania ciepłej wody i produkcji energii elektrycznej oraz typu źródła energii, zastosowanego paliwa i wskaźników emisji zanieczyszczeń im odpowiadających.

Energia może być dostarczana do budynków na różne sposoby:

- ▶ ciepło, chłód i energia elektryczna z sieci zewnętrznych (np. ciepło z sieci ciepłowniczej),
- ▶ produkcja ciepła, chłodu i energii elektrycznej na miejscu przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, bez konieczności spalania paliwa,
- ▶ produkcja ciepła, chłodu i energii elektrycznej na miejscu poprzez spalanie paliwa.

Jako że zaproponowana ocena ma uwzględniać emisję z produkcji energii w budynku, tylko ostatnia z wymienionych form dostarczania ciepła, chłodu i energii elektrycznej będzie uwzględniona w obliczeniach.

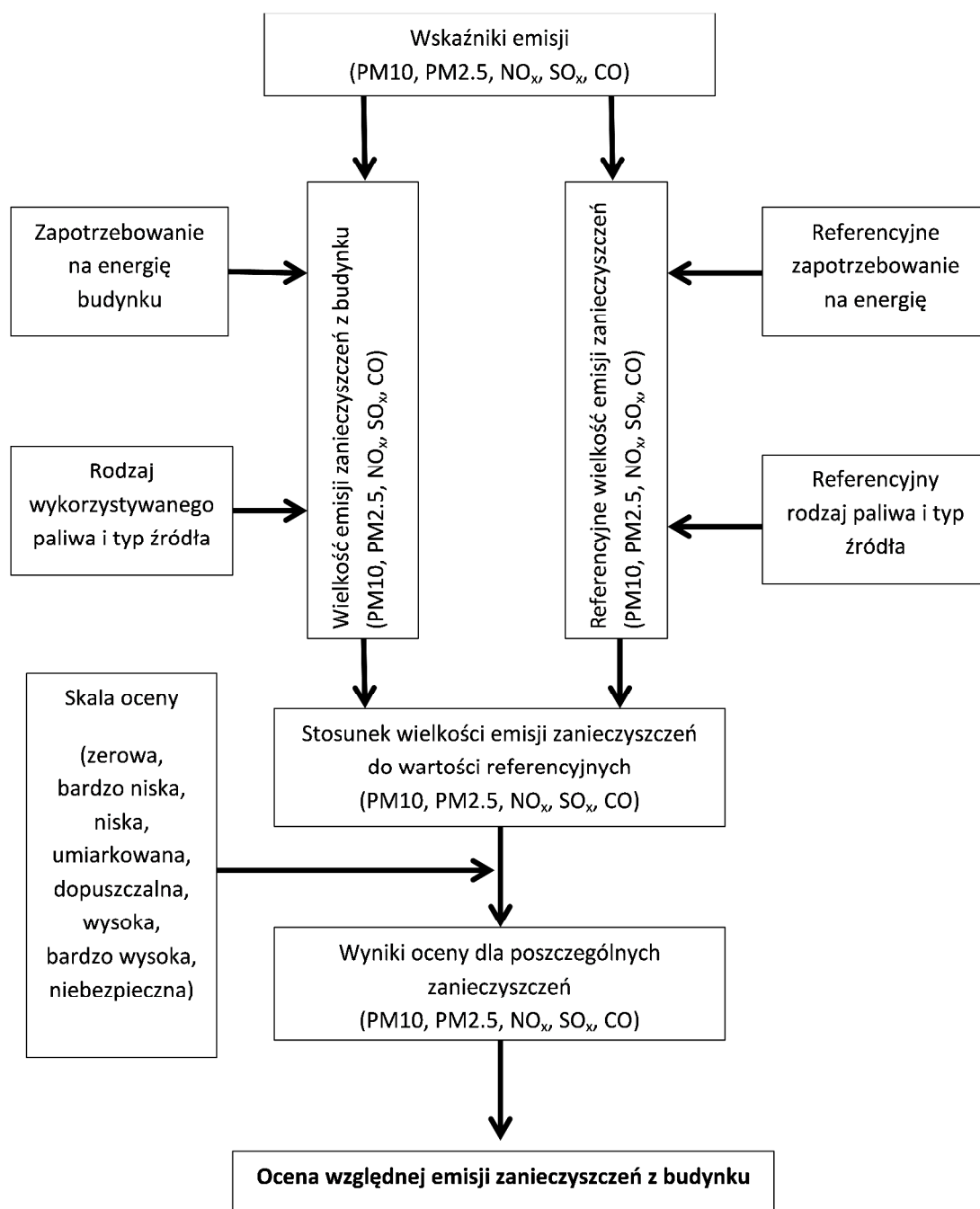
9.1.1 Propozycja metody określania oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku

W niektórych krajach europejskich, takich jak Austria, Francja, Irlandia, Portugalia, Rumunia, Hiszpania lub Wielka Brytania (Anglia i Szkocja), istnieją wymagania dotyczące emisji CO₂. W innych, jak w Chorwacji, Włoszech, Litwie, Polsce czy Słowacji, wartość wskaźnika emisji CO₂ podana jest na świadectwach charakterystyki energetycznej, ale bez wymagań do spełnienia¹³¹. We wszystkich przypadkach obliczana wartość emisji dotyczy wszystkich źródeł energii, zarówno lokalnych, jak i scentralizowanych (ciepłownie lub elektrownie) i uwzględnia tylko emisję dwutlenku węgla. W żadnym z 28 krajów UE w świadectwach charakterystyki energetycznej nie uwzględnia się emisji innych zanieczyszczeń takich jak np. pyły zawieszane wyrażane wskaźnikami PM_{2,5} czy PM₁₀.

Proponowana metoda oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku jest zbieżna z metodyką opracowywaną w ramach europejskiego projektu X-tendo¹³². Uwzględnia się w niej emisję związaną ze spalaniem paliwa w budynku w celu wytwarzania ciepła i energii elektrycznej na potrzeby funkcji zawartych w krajowym systemie świadectw charakterystyki energetycznej. Schemat procedury oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku przedstawiono na rysunku 66.

¹³¹Implementing the Energy Performance of Buildings Directive – Country Reports 2018, DEA, 2019, ISBN 978-87-93180-43-7 (www.epbd-ca.eu).

¹³²X-tendo – eXTENDING the energy performance assessment and certification schemes via a mOdular approach, project Horyzont 2020 nr 845958, <https://x-tendo.eu/>.



Rys. 66 Schemat procedury oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku.

W metodzie oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku obliczone wartości emisji zanieczyszczeń związanych z produkcją energii poprzez spalanie paliw na miejscu zostaną porównane z referencyjnymi wartościami emisji zanieczyszczeń dla danego typu budynku. Wartość emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń (PM10, PM2,5, NO_x, SO_x, CO) dla budynku ocenianego oblicza się w oparciu o zużyte na miejscu paliwo (zapotrzebowanie na energię końcową) oraz wskaźniki emisji zanieczyszczeń dla danego rodzaju paliwa wykorzystanego do wytwarzania energii. Wartości referencyjne zanieczyszczeń mogą zostać ustalone bezpośrednio lub mogą być obliczane na podstawie referencyjnego zapotrzebowania na końcową energię dostarczoną do budynku w postaci ilości paliwa oraz tych samych wskaźników emisji zanieczyszczeń, z tą różnicą, że dla założonego referencyjnego paliwa i

rodzaju źródła ciepła. Wartości referencyjne zapotrzebowania na końcową energię dostarczoną zostaną oszacowane na podstawie aktualnych przepisów krajowych. Obliczone wartości emisji zostaną odniesione do wartości emisji referencyjnych. W ten sposób umożliwi ocenę emisji zanieczyszczeń według skali z wartościami emisji: zerowa, bardzo niska, niska, umiarkowana, dopuszczalna, wysoka, bardzo wysoka, niebezpieczna. Skala oceny jest względna i porównuje wielkość emisji danego zanieczyszczenia z wielkościami referencyjnymi. W ostatnim etapie przewiduje się przyporządkowanie oceny dla wszystkich zanieczyszczeń łącznie.

9.1.1.1 Przegląd wybranych źródeł wskaźników emisji

Podstawowymi danymi niezbędnymi do wyznaczenia oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku są wartości wskaźników emisji poszczególnych zanieczyszczeń dla różnych rodzajów paliw.

Źródła ciepła dla systemów ogrzewania budynków muszą spełniać wymagania dotyczące limitów poziomu emisji zanieczyszczeń w spalinach. Wielkości te opisane są w normach lub innych przepisach np. dyrektywach. Istnieje wiele norm dotyczących wymagań urządzeń grzewczych na paliwo stałe, takich jak: PN-EN 16510-1:2018 (urządzenia zasilane paliwem stałym)¹³³; PN-EN 14785:2009 (domowe ogrzewacze pomieszczeń opalane peletami)¹³⁴, PN-EN 15250:2009 (piece akumulacyjne opalane paliwem stałym)¹³⁵, PN-EN 303-5:2012 (kotły grzewcze na paliwa stałe)¹³⁶ lub PN-EN 303-7:2008 (gazowe kotły centralnego ogrzewania)¹³⁷. Norma PN-EN 303-5 wprowadza 3 klasy kotłów oznaczone jako „klasa 3”, „klasa 4” i „klasa 5”. W normie podane są graniczne wartości emisji zanieczyszczeń w spalinach w tym: tlenku węgla (CO), lotnych związków organicznych i pyłu. Wartości podane są w mg/m³ przy 10% zawartości tlenu w spalinach (parametry spalin: suche, temperatura 0°C, ciśnienie 1013 mbar). Podane wartości określają tzw. standardy emisji. Klasa 5 ma najwyższe wymagania. Rozróżniono kotły z załadunkiem ręcznym i załadunkiem automatycznym. Począwszy od 01.07.2018 można produkować i sprzedawać tylko kotły dla systemów grzewczych klasy 5. Dopuszczalne poziomy emisji zanieczyszczeń dla nowych urządzeń przeznaczonych do sprzedaży muszą również spełniać wymagania dyrektywy 2009/125/WE ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią¹³⁸. Na przykład w Europie od września 2015 r. nie mogą

¹³³PN-EN 16510-1:2018 Mieszkaniowe urządzenia spalające paliwo stałe -- Część 1: Wymagania ogólne i metody badań, zwana dalej PN-EN 16510-1.

¹³⁴PN-EN 14785:2009 Ogrzewacze pomieszczeń opalane peletami -- Wymagania i metody badań, zwana dalej PN-EN 14785.

¹³⁵PN-EN 15250:2009 Akumulacyjne ogrzewacze pomieszczeń na paliwa stałe -- Wymagania i metody badań, zwana dalej PN-EN 15250.

¹³⁶PN-EN 303-5:2012 Kotły grzewcze -- Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW -- Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie, zwana dalej PN-EN 303-5.

¹³⁷PN-EN 303-7:2008 Kotły grzewcze -- Część 7: Gazowe kotły grzewcze wyposażone w palniki nadmuchowe o nominalnej mocy nieprzekraczającej 1000 kW, zwana dalej PN-EN 303-7.

¹³⁸Dyrektywa 2009/125/WE.

być sprzedawane niekondensacyjne kotły gazowe z otwartą komorą spalania¹³⁹. Wartości graniczne wielkości emisji zanieczyszczeń można oszacować na podstawie rodzaju źródła ciepła i klasy emisji. W odniesieniu do przedstawionej wcześniej koncepcji metody oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku wielkości limitów poziomu emisji zanieczyszczeń w spalinach źródeł ciepła nie będą miały praktycznego zastosowania.

Wskaźniki emisji są określone w krajowych przepisach np. stosowanych do obliczania opłat za korzystanie ze środowiska¹⁴⁰, i w zależności od paliwa, uwzględniają niektóre jego charakterystyczne parametry:

- ▶ węgiel kamienny, [g/Mg], wskaźniki emisji tlenków siarki i pyłu uwzględniają jakość paliwa (zawartość siarki i popiołu w węglu w [%]),
- ▶ drewno, [g/Mg], wskaźnik emisji pyłu uwzględnia jakość paliwa (zawartość popiołów drewnie w [%]),
- ▶ olej opałowy, [g/Mg], wskaźnik emisji tlenków siarki uwzględnia jakość paliwa (zawartość siarki w oleju w [%]),
- ▶ gaz ziemny, [g/m³], wskaźnik emisji tlenków siarki uwzględnia jakość paliwa (zawartość siarki w gazie w [mg/m³]),
- ▶ propan, [g/GJ], przyjęto standardową jakość paliwa.

Metoda ta w prosty sposób umożliwia obliczenie wielkości emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw poprzez przemnożenie zużycia paliwa przez wskaźnik emisji na jednostkę zużytego paliwa takich substancji jak:

- ▶ tlenki siarki SO_x,
- ▶ tlenki azotu NO_x,
- ▶ tlenek węgla CO,
- ▶ pył zawieszony całkowity (TSP),
- ▶ benzo(α)pireny.

Innym źródłem danych o wskaźnikach emisji zanieczyszczeń ze spalania paliwa jest raport No 13/2019 Europejskiej Agencji Środowiska¹⁴¹, w którym to w rozdziale dotyczącym spalania w małych źródłach ciepła podano wskaźniki emisji 25 zanieczyszczeń, w tym m.in. PM10, PM2,5, NO_x, SO_x czy CO. W raporcie przedstawiono trzy metody wyznaczania ilości emitowanych zanieczyszczeń w zależności od informacji o rodzaju źródła ciepła oraz wykorzystywanym paliwie. W tabeli 194 podano przykładowe wskaźniki emisji przy zgrubnym oszacowaniu dla budynku mieszkalnego zasilanego w ciepło ze spalania węgla kamiennego lub brunatnego.

¹³⁹Rozporządzenie 813/2013/UE.

¹⁴⁰Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, IOŚ-PIB, Warszawa 2015, https://krajowabaza.kobize.pl/docs/male_kotly.pdf [data dostępu: 1.06.2020].

¹⁴¹EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, Technical guidance to prepare national emission inventories, ISBN 978-92-9480-098-5, doi:10.2800/293657.

Tab. 194 Wartości wskaźników emisji zanieczyszczeń przy zasilaniu budynku mieszkalnego w ciepło z kotła na węgiel kamienny lub brunatny (na podstawie¹⁴²)

Zanieczyszczenie	Wartość	Jednostka
NO _x	110	g/GJ
CO	4600	g/GJ
NM VOC	484	g/GJ
SO _x	900	g/GJ
NH ₃	0,3	g/GJ
TSP	444	g/GJ
PM ₁₀	404	g/GJ
PM _{2,5}	398	g/GJ
BC	6,4	% z PM _{2,5}
Pb	130	mg/GJ
Cd	1,5	mg/GJ
Hg	5,1	mg/GJ
As	2,5	mg/GJ
Cr	11,2	mg/GJ
Cu	22,3	mg/GJ
Ni	12,7	mg/GJ
Se	120	mg/GJ
Zn	220	mg/GJ
PCB	170	µg/GJ
PCDD/F	800	ng I-TEQ/GJ
Benzo(a)pyrene	230	mg/GJ
Benzo(b)fluoranthene	330	mg/GJ
Benzo(k)fluoranthene	130	mg/GJ
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	110	mg/GJ
HCB	0.62	µg/GJ

Wskaźniki emisji podane zostały w podziale na budynki mieszkalne i niemieszkalne oraz w podziale na różne paliwa lub źródła ciepła. Korzystając z tych danych oraz dotyczących

¹⁴²Ibidem.

zapotrzebowania budynku na energię, można obliczyć całkowitą roczną emisję wybranych do oceny zanieczyszczeń.

Kolejnym źródłem danych o wskaźnikach emisji może być raport pt.: „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza emitowanych z indywidualnych źródeł ciepła” opracowany przez Zespół Inżynierii Środowiska oraz Laboratorium Technologii Spalania i Energetyki Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrzu¹⁴³. W raporcie przeanalizowano dane pomiarowe oraz literaturowe w celu opracowania wskaźników emisji podstawowych zanieczyszczeń powietrza oraz przedstawienia ich w formie ułatwiającej wykorzystanie w obliczeniach emisji. W raporcie przedstawiono szereg tablic zawierających wskaźniki emisji dla kombinacji paliw i rodzajów źródeł emisji (tabela 195).

Tab. 195 Zestawienie kombinacji paliw i rodzajów źródeł emisji, dla których w raporcie IChPW podano wskaźniki emisji (na podstawie¹⁴⁴)

Paliwo		Stan obecny					Kotły klasy 5		Urządzenia spełniające wymagania ekoprojektu		
		Ogrzewacze pomieszczeń		Kotły ręczne		Kotły automatyczne			Ogrzewacze pomieszczeń		Kotły
		piece, piecokuchnie, kominki zamknięte	piece kaflowe	ciąg naturalny	ciąg wymuszony		ręczne	automatyczne	piece, piece peletowe, piecokuchnie, kominki zamknięte	ręczne	automatyczne
Węgiel kamienny	Kostka	X	X	X	X		X		X	X	
	Orzech			X							
	Groszek					X		X			X
	Miał				X	X					
Flotokoncentrat węglowy				X							
Węgiel brunatny				X							
Drewno		X	X	X	X		X		X	X	
Pelety / brykiety z trocin		X			X	X		X	X		X
Gaz ziemny						X					
Olej opałowy						X					
Paliwo niskoemisyjne		X	X	X	X						

X – oznacza że dla tej kombinacji paliwa i rodzaju źródła emisji istnieje tabela ze wskaźnikami emisji

¹⁴³ „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza emitowanych z indywidualnych źródeł ciepła - Raport”, Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, 2017, <http://www.ichpw.pl/blog/2017/12/11/wskazniki-emisji-zanieczyszczen-powietrza-emitowanych-indywidualnych-zrodel-ciepla/> [data dostępu: 16.07.2020]

¹⁴⁴ Ibidem.

Dla przykładu w poniższej tabeli przedstawiono wskaźniki emisji dla kotła gazowego.

Tab. 196 Wskaźniki emisji dla kotła gazowego (na podstawie¹⁴⁵)

Zanieczyszczenie	Wskaźnik emisji	Jednostka
Pył całkowity	0,3	g/GJ
PM10	0,3	g/GJ
PM2,5	0,3	g/GJ
CO	42	g/GJ
OGC	2,5	g/GJ
TOC	-	g/GJ
NO _x	60	g/GJ
SO ₂	0,4	g/GJ
BaP	0,8	μg/GJ

Innym źródłem danych o emisjach może być baza wskaźników emisji typowych zanieczyszczeń powietrza powstających podczas spalania paliw w indywidualnych źródłach ciepła różnego typu powstała w wyniku realizacji projektu Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji –ZONE realizowanego w latach 2018-2020¹⁴⁶. Baza danych wskaźników emisji powstała dla kombinacji różnych paliw oraz źródeł emisji. W poniższej tabeli zaprezentowano fragment stworzonej bazy danych.

¹⁴⁵Ibidem.

¹⁴⁶<http://www.zone.gov.pl/> [data dostępu: 16.07.2020]

Tab. 197 Fragment bazy danych o wskaźnikach emisji z projektu ZONE ¹⁴⁷

Rodzaj urządzenia	Paliwo	Zanieczyszczenie										
		Pył całk.	PM10	PM2,5	CO2	CO	NMLZO	NOx	SO ₂	BaP	16 WWA	Spr. %
Piec, piecokuchnia, piec wolnostojący	Węgiel kostka /orzecz	749	667	517	86577	3182	600	192	338	0,371	2,39	60
Piec, piecokuchnia, piec wolnostojący	Drewno kawałkowe	840	798	756	80000	5250	600	60	0	0,13	-	61
Kominiek	Drewno kawałkowe	840	798	756	80000	5250	600	60	0	0,13	-	61
Piec pelletowy	Pellet	150	126	87	87000	530	10	95	0	0,055	-	65
Piec kaflowy	Węgiel kostka /orzecz	430	383	297	71374	2797	300	254	365	0,301	4,23	60
Piec kaflowy	Drewno kawałkowe	81	72	50	99544	1602	250	251	29	0,035	-	63
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa (stara konstrukcja)	Węgiel kostka	480	427	331	79436	5040	484	170	560	0,28	-	62
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, bez wentylatora	Węgiel orzech	350	316	242	79436	3462	484	160	280	0,341	4,04	65
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, z/bez wentylatora	Węgiel brunatny	614	545	423	-	6095	-	196	660	0,55	-	53
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, bez wentylatora	Drewno kawałkowe	428	407	385	19400	4166	600	60	0	0,127	0,75	70
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, z wentylatorem	Węgiel kostka/orzech	595	530	411	79022	5040	484	143	343	0,627	8,76	62
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, z wentylatorem	Węgiel miast	186	166	128	89450	7339	-	104	433	0,036	0,48	80
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, z wentylatorem	Drewno kawałkowe	339	302	208	87346	5593	600	59	114	0,19	1,19	77
Kocioł z ręcznym podawaniem paliwa, z wentylatorem	Inna biomasa - brykiet z trocin	78	74	70	98963	1667	-	131	6	0,026	0,56	65

9.1.1.2 Określenie referencyjnych wielkości emisji

Referencyjne wielkości emisji zostaną określone w oparciu o typ budynku, typ źródła ciepła oraz rodzaj wykorzystywanego paliwa. Referencyjna wartość zapotrzebowania na energię końcową wyrażona w postaci wskaźnika zapotrzebowania na energię końcową będzie zależała od typu budynku. Wartość ta dla poszczególnych typów budynków wynosi:

- ▶ Budynek mieszkalny jednorodzinny – 65 kWh/m²rok,
- ▶ Budynek mieszkalny wielorodzinny – 60 kWh/m²rok,
- ▶ Budynek zamieszkania zbiorowego – 70 kWh/m²rok,
- ▶ Budynek użyteczności publicznej, opieka zdrowotna – 175 kWh/m²rok,
- ▶ Budynek użyteczności publicznej, pozostałe – 40 kWh/m²rok,
- ▶ Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny – 60 kWh/m²rok.

Podane wyżej wartości odpowiadają dolnej granicy klasy B wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną zgodnie z przedstawioną propozycją klas w rozdziale 8.3 opracowania.

Typ źródła ciepła oraz rodzaj paliwa będzie determinował przyjęte wskaźniki emisji. Jako referencyjny system przyjęto kocioł gazowy, a wskaźniki emisji powinny zostać przyjęte zgodnie z bazą wskaźników emisji typowych zanieczyszczeń powietrza powstających podczas spalania paliw w indywidualnych źródłach ciepła różnego typu powstałą w wyniku realizacji projektu ZONE.

¹⁴⁷Ibidem.

9.1.1.3 Skala oceny względnej emisji zanieczyszczeń

Do oceny względnej emisji zanieczyszczeń wykorzystano ideę metodyki zastosowanej przy określaniu indeksu jakości powietrza (IJP).

IJP służy do informowania opinii publicznej o obecnym i przyszłym zanieczyszczeniu powietrza. Jest powszechnie używany przez agencje rządowe, ale różne kraje mają swoje własne wskaźniki jakości, takie jak Indeks Jakości Zdrowego Powietrza (AQHI) (Kanada), Indeks Zanieczyszczenia Powietrza (API) (Malezja), Indeks Norm Zanieczyszczenia (PSI) (Singapur) czy Indeks Jakości Powietrza (IJP) (Polska)¹⁴⁸.

W Europie od 2006 r. stosowano Powszechny Wskaźnik Jakości Powietrza (CAQI). W 2017 r. został on zmieniony przez Europejską Agencję Środowiska (EOG) na Europejski Indeks Jakości Powietrza (EAQI). EAQI opiera się na pomiarach wartości stężeń dla maksymalnie pięciu kluczowych zanieczyszczeń, w tym:

- ▶ cząstek pyłu zawieszonego PM₁₀,
- ▶ cząstek pyłu zawieszonego PM_{2,5},
- ▶ ozonu (O₃),
- ▶ tlenków siarki SO_x,
- ▶ tlenków azotu NO_x.

Wskaźnik ten odzwierciedla potencjalny wpływ jakości powietrza na zdrowie. Wskaźnik jakości powietrza zależy od zanieczyszczenia, którego pomierzone wartości stężenia mają największy wpływ na zdrowie ludzi i odpowiada najgorszemu poziomowi dla któregośkolwiek z pięciu zanieczyszczeń. Zasadę tą wykorzystano także przy określaniu oceny względnej emisji zanieczyszczeń.

Wyznaczany jest stosunek wielkości emisji zanieczyszczenia (PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x, SO_x, CO) ΔE_i obliczonej w oparciu o wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową oraz dane o paliwie i źródle emisji budynku ocenianego do referencyjnej wielkości emisji tego samego zanieczyszczenia dla danego typu budynku. Następnie na podstawie otrzymanej wartości przypisywana jest ocena pojedynczego zanieczyszczenia wg. skali przedstawionej w tabeli poniżej.

Tab. 198 Skala oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku

Skala oceny względnej emisji	Wartość stosunku wielkości emisji
Zerowa	0
Bardzo niska	$0 < \Delta E_i \leq 0,71$
Niska	$0,71 < \Delta E_i \leq 1,00$
Umiarkowana	$1,00 < \Delta E_i \leq 1,41$
Dopuszczająca	$1,41 < \Delta E_i \leq 2,00$
Wysoka	$2,00 < \Delta E_i \leq 2,83$

¹⁴⁸https://en.wikipedia.org/wiki/Air_quality_index.

Skala oceny względnej emisji	Wartość stosunku wielkości emisji
Bardzo wysoka	$2,83 < \Delta E_i \leq 4,00$
Niebezpieczna	$\Delta E_i > 4,00$

Przedstawiona w powyższej tabeli skala została tak dobrana, aby wraz z poprawą charakterystyki energetycznej budynku przy zastosowaniu referencyjnego paliwa i źródła emisji wprost proporcjonalnie poprawiała się ocena względnej emisji zanieczyszczeń.

Po wyznaczeniu ocen dla poszczególnych zanieczyszczeń ocena końcowa odpowiada najgorszemu poziomowi dla któregośkolwiek z nich.

9.1.1.4 Procedura obliczeniowa oceny względnej emisji zanieczyszczeń

Poniżej przedstawiono krok po kroku procedurę obliczeniową oceny względnej emisji zanieczyszczeń.

Krok 1. Określenie referencyjnej wielkości emisji zanieczyszczeń

Dla danego typu budynku przyjmowany jest referencyjny wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową zgodnie z wartościami opisanymi w rozdziale 9.1.1.2. oraz wskaźnik emisji zanieczyszczeń dla referencyjnego paliwa i źródła emisji zgodnie z bazą danych projektu ZONE. Na tej podstawie obliczana jest referencyjna wielkość emisji zanieczyszczeń:

$$E_i^{ref} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot EK^{ref} \cdot A_f \cdot W_i \quad (161)$$

gdzie:

E_i^{ref} – referencyjna emisja i-tego zanieczyszczenia, w kg/rok,

EK^{ref} – referencyjny wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla danego typu budynku, w kWh/m²rok,

A_f – pole powierzchni pomieszczeń kondycjonowanych cieplnie, w m²,

W_i – wskaźnik emisji i-tego zanieczyszczenia określony na podstawie bazy danych ZONE dla referencyjnego paliwa i źródła emisji, w g/GJ.

Krok 2. Określenie wielkości emisji zanieczyszczeń z ocenianego budynku

Dla budynku ocenianego na podstawie obliczeń świadectwa charakterystyki energetycznej przyjmowane są wskaźniki zapotrzebowania na energię końcową dla paliw zużywanych na miejscu oraz wskaźnika emisji zanieczyszczeń dla paliwa i źródła emisji zgodnie z bazą danych projektu ZONE obliczana jest wielkości emisji zanieczyszczeń z ocenianego budynku:

$$E_i^{oc} = 36 \cdot 10^{-7} \cdot \sum_j EK_j \cdot A_f \cdot W_{i,j} \quad (162)$$

gdzie:

E_i^{oc} – emisja i-tego zanieczyszczenia z ocenianego budynku, w kg/rok,

EK_j – wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową dla j-tego paliwa zużywanego na miejscu, w kWh/m²rok,

A_f - pole powierzchni pomieszczeń kondycjonowanych cieplnie, w m²,

$W_{i,j}$ – wskaźnik emisji i-tego zanieczyszczenia określony na podstawie bazy danych ZONE dla j-tego paliwa zużywanego na miejscu, w g/GJ.

Krok 3. Porównanie wielkości emisji zanieczyszczeń z ocenianego budynku z wartościami referencyjnymi

W celu oceny względnej emisji zanieczyszczeń z budynku należy wyznaczyć stosunek wielkości emisji z ocenianego budynku do wartości referencyjnej dla każdego ocenianego zanieczyszczenia:

$$\Delta E_i = \frac{E_i^{oc}}{E_i^{ref}} \quad (163)$$

gdzie:

ΔE_i – stosunek wielkości emisji i-tego zanieczyszczenia z ocenianego budynku do referencyjnej emisji i-tego zanieczyszczenia, bez miana,

E_i^{oc} – emisja i-tego zanieczyszczenia z ocenianego budynku, w kg/rok,

E_i^{ref} – referencyjna emisja i-tego zanieczyszczenia, w kg/rok.

Na podstawie otrzymanej wartości ΔE_i oraz danych zawartych w tabeli 198 z skalą oceny względnej emisji zanieczyszczeń, każdemu z ocenianych zanieczyszczeń przyznana będzie ocena od „zerowej” do „niebezpiecznej” względnej emisji.

Krok 4. Przyporządkowanie oceny względnej emisji zanieczyszczeń z ocenianego budynku

Ocena końcowa względnej emisji zanieczyszczeń z ocenianego budynku odpowiada najgorszemu poziomowi dla któregośkolwiek z analizowanych zanieczyszczeń (PM10, PM2,5, NO_x, SO_x, CO).

9.1.1.5 Uwagi końcowe dotyczące oceny względnej emisji zanieczyszczeń

Przedstawiona metodyka oceny względnej emisji zanieczyszczeń opiera się o obliczenia wielkości emisji pięciu zanieczyszczeń (PM10, PM2,5, NO_x, SO_x, CO), wybranych jako

szkodliwe dla zdrowia produkty spalania paliw i stosowanych w metodyce wyznaczania indeksu jakości powietrza.

W metodyce nie jest oceniana wartość bezwzględnej emisji zanieczyszczeń z budynku ale wartość względna odniesiona do referencyjnego standardu energetycznego i referencyjnego źródła ciepła jakim jest kocioł gazowy.

Pod uwagę bierze się tylko emisję powstałą ze spalania paliw w budynku zatem wszelkie technologie zasilane ze źródeł zdalnych uznaje się jako bez emisyjne.

Zaproponowana metodyka ma na celu promowanie źródeł energii w budynku, które nie powodują lokalnej emisji zanieczyszczeń.

9.2 Ograniczenie udziału kominka na biomasę jako drugiego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u.

Wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych w budynkach jednorodzinnych w Polsce ma miejsce m.in. poprzez stosowanie biomasy. Deklarowanie wykorzystania biomasy do celów grzewczych prawdopodobnie jest spowodowane dążeniem osób przygotowujących świadectwa energetyczne do osiągnięcia jak najkorzystniejszego wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP, a nie „rewolucją biomasową” w polskim budownictwie¹⁴⁹. Obecnie funkcjonująca metodologia obliczeń pozwala na przyjmowanie założeń dotyczących np. kominków na biomasę (jako dodatkowych źródeł ciepła w budynku) powodujących znaczne zaniżanie obliczeniowego wskaźnika EP. Dlatego należy wprowadzić korektę zasad przyjmowania tych założeń, ograniczając możliwości fikcyjnego zwiększania wykorzystania biomasy w bilansie zapotrzebowania budynku na energię do ogrzewania, a tym samym ograniczając możliwości omijania wymagań prawa budowlanego.

Aktualnie w strukturze źródeł ciepła istniejących budynków jednorodzinnych w Polsce dominujący udział mają kotły i piece, w których spalane są paliwa stałe. Za pomocą węgla ogrzewanych jest więc ponad 3,6 mln budynków – Tab. 199. W kolejnych, 10% budynków, główne źródło ogrzewania stanowi kominek, „koza” lub kocioł na drewno. W przypadku 3% budynków podstawowe źródło ogrzewania stanowią kotły lub kominki na pelety lub inny rodzaj biomasy, natomiast 13,5% budynków jednorodzinnych ogrzewanych jest za pomocą kotłów gazowych. Niewielki udział stanowią budynki, w których do ogrzewania wykorzystano kotły olejowe, bezpośrednie ogrzewanie elektryczne, sieć ciepłowniczą oraz źródła ekologiczne (kolektory słoneczne, pompy ciepła) – łącznie budynki te stanowią ok. 5% ogólnej liczby.

Tab. 199 Struktura urządzeń grzewczych w budynkach jednorodzinnych w Polsce w 2015 r.¹⁵⁰

Rodzaj źródła ciepła	Budynki, %	Budynki, szt.
Kocioł węglowy	67,1	3 545 462

¹⁴⁹Efektywność energetyczna w Polsce. Przegląd 2012. Budynki, Instytut Ekonomii Środowiska, Kraków 2013.

¹⁵⁰Wyszowski K., Stan powietrza w Polsce – analiza i rekomendacje wynikające z raportu Global Compact „Zrównoważone miasta – życie w zdrowej atmosferze”, Materiały konferencyjne V Kongresu PORTPC, Warszawa 20.01.2020.

Rodzaj źródła ciepła	Budynki, %	Budynki, szt.
Piec kaflowy	1,3	67 674
Kocioł na biomasę (pelet)	0,9	48112
Kominek/koza na drewno	10,3	542 446
Kocioł gazowy atmosferyczny	11,0	583 156
Kocioł kondensacyjny gazowy	2,8	145 921
Kocioł olejowy	2,0	105 740
Pompa ciepła powietrze-woda	0,5	26 435
Pompa ciepła gruntowa	0,5	26 435
Sieci ciepłownicze	1,1	56 571
Ogółem	100,0	5 287 000

Na terenach wiejskich udział budynków ogrzewanych paliwami stałymi przekracza 90%. Wśród kotłów węglowych zainstalowanych w budynkach jednorodzinnych dominują kotły zasypowe. Ich udział wynosi ponad 80%, a ogólna liczba ok. 2,9 mln szt. – Tab. 200.

Tab. 200 Rodzaje kotłów grzewczych w budynkach jednorodzinnych na terenach wiejskich w 2015 r.¹⁵¹

Rodzaj kotła/źródła ciepła	Budynki, %	Budynki, szt.
Kocioł zasypowy węglowy	80,4	2 904 835
Kocioł retortowy węglowy	17,7	639 747
Piec kaflowy	1,9	67 787
Ogółem	100,0	3 612 368

Struktura źródeł ciepła na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej odzwierciedla strukturę źródeł ciepła na potrzeby ogrzewania – Tab. 201. Podobnie jak w strukturze urządzeń grzewczych, do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budownictwie jednorodzinym wykorzystuje się w przeważającym stopniu kotły na paliwa stałe – kotły węglowe używane są w ponad połowie budynków, natomiast źródła na biomasę zainstalowane są zaledwie w niespełna 3% budynków.

¹⁵¹Ibidem.

Tab. 201 Liczba budynków jednorodzinnych w miastach i na wsi w zależności od rodzajów źródeł przygotowania ciepłej wody użytkowej¹⁵²

Rodzaj źródła ciepła	Budynki, %	Budynki, szt.	Miasto	Wieś
Kocioł węglowy	52,8	2 791 536	702 879	2 060 729
Kocioł gazowy	24,8	1 311 176	708 384	631 681
Podgrzewacz elektryczny	11,2	592 144	240 410	355 536
Kolektory słoneczne	5,2	274 924	45 880	129 124
Źródła na biomasę	2,9	153 323	38 539	107 006
Kocioł olejowy	1,3	68 731	31 198	37 970
Miejska sieć ciepłownicza	1,0	52 870	58 726	0
Inne	0,8	42 296	9 176	31 066
Ogółem	100,0	5 287 000	1 835 192	3 451 808

Powyższe dane pozostają w sprzeczności z wynikami analizy ok. 40 tys. świadectw charakterystyki energetycznej wykonanych dla budynków jednorodzinnych za pomocą oprogramowania firmy BuildDesk w latach 2010–2012 – Tab. 202.

Tab. 202 Zestawienie wybranych technologii energooszczędnych [%] stosowanych w budynkach jednorodzinnych na podstawie świadectw energetycznych¹⁵³

Zastosowana technologia	2010	2011	2012
Spalanie biomasy	0,1	1,0	24,9
Kolektory słoneczne do c.w.u.	0,1	0,2	4,0
Pompy ciepła powietrze-woda	0,2	0,1	0,2

Ze zgromadzonych danych wynika, że w roku 2012 aż w 25% budynków jednorodzinnych zastosowano do celów grzewczych biomasę, a wzrost popularności biomasy ma charakter lawinowy, niespotykany w przypadku żadnej innej technologii. Wy tłumaczenie wzrostu popularności nie tkwi w rzeczywistym zainteresowaniu biomasą, ale w tym, że dzięki zadeklarowaniu wykorzystania biomasy (na przykład w dodatkowym źródle jakim jest kominek) można zdecydowanie poprawić charakterystykę energetyczną budynku.

Stosowanie tego rozwiązania formalnego niesie ze sobą pewne niebezpieczeństwa.

1. Biomasa spalana będzie sporadycznie, a zamiast biomasy spalany będzie węgiel i inne paliwa kopalne (w skrajnych przypadkach biomasa może nie być użyta w ogóle). Zastępowanie w gospodarstwach domowych biomasy węglem spowodowane jest/będzie wzrostem ceny surowca, która uwarunkowana jest

¹⁵²Ibidem.

¹⁵³Efektywność energetyczna w Polsce. Przegląd 2012. Budynki, Instytut Ekonomii Środowiska, Kraków 2013.

światowym zapotrzebowaniem na to paliwo (rosnący popyt na biomasę związany jest z obowiązkiem wykazania przez przedsiębiorstwa energetyczne wykorzystania odnawialnych źródeł energii, a najprostszym sposobem jest współspalanie biomasy w zawodowych elektrowniach). W przypadku przejścia na ogrzewanie przy wykorzystaniu paliw kopalnych, rzeczywiste zużycie energii pierwotnej będzie znacznie większe od wskaźnika EP określonego w charakterystyce energetycznej budynku.

2. Rzeczywiste wykorzystanie kominków i pieców na paliwa stałe, szczególnie jesienią, na terenach zabudowanych w niektórych miastach jest bardzo poważnym problemem, którego rozwiązanie jest niezwykle trudne. Należy pamiętać, że wymiana już istniejącego pieca na paliwo stałe jest kosztowna i skomplikowana technicznie, w związku z tym często praktycznie niemożliwe jest więc rozwiązanie problemu odpowiedniego współczynnika EP poprzez deklarowanie spalania biomasy, pozwalające na uzyskanie zgodnej z prawem wielkości EP i w swojej intencji mające sprzyjać zmniejszeniu emisji gazów cieplarnianych może stosunkowo łatwo doprowadzić do nasilenia emisji miejscowych zanieczyszczeń powietrza. Sprawę komplikuje to, że w miejscowościach o znacznych problemach z jakością powietrza należy liczyć się z możliwością zakazu palenia zarówno biomasa, jak i węglem.

Badania przeprowadzone przez firmę BuildDesk wśród użytkowników kominków na drewno jako dodatkowego źródła do ogrzewania budynku lub przygotowania c.w.u. wykazały, iż zaledwie połowa deklaruje korzystanie z nich w sezonie grzewczym codziennie lub prawie codziennie – Rys. 67. Około 20% właścicieli domów jednorodzinnych z tej grupy wykorzystuje kominek sporadycznie – zaledwie kilka razy w sezonie grzewczym. Ze zdecydowaną większą częstotliwością korzystają z urządzeń służących do spalania drewna mieszkańcy wsi. Aż 61% badanych w tej grupie deklaruje korzystanie w sezonie grzewczym z kominka lub kozy codziennie lub prawie codziennie, podczas gdy wśród mieszkańców miast analogiczny odsetek kształtuje się na poziomie 39%.

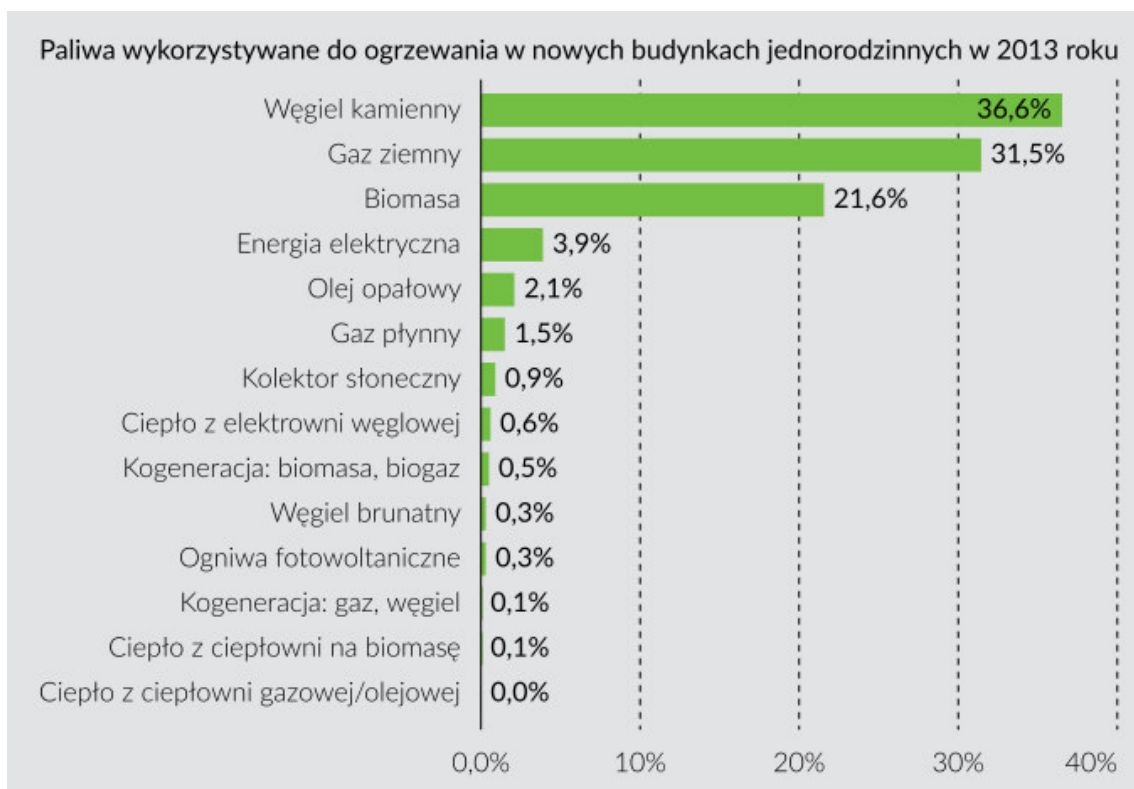


Rys. 67 Wyniki ankiety przeprowadzonej wśród użytkowników kominków na drewno¹⁵⁴

¹⁵⁴Efektywność energetyczna w Polsce. Przegląd 2013. Domy jednorodzinne, Instytut Ekonomii Środowiska, Kraków 2014.

Należy podkreślić, że kominki, czy też tzw. kozy w budynkach jednorodzinnych, projektowane jako dodatkowe źródła ciepła do wspomaganie systemu ogrzewania głównie w okresach przejściowych średnio są w stanie pokryć nie więcej niż połowę zapotrzebowania na ciepło budynku w całym sezonie ogrzewczym.

Znaczący, deklarowany udział biomasy – ponad 20% (Rys. 68) – może świadczyć o praktyce zawyżania rzeczywistego udziału energii odnawialnej poprzez jedynie „papierowy” udział biomasy, celem wykazania spełnienia wymagania odpowiedniej oszczędności energii pierwotnej, wyrażonego graniczną wartością wskaźnika EP. Nie sprzyja to rzeczywistej poprawie parametrów energetycznych nowo powstających budynków.



Rys. 68 Deklarowane udziały wykorzystania paliw na świadectwach energetycznych¹⁵⁵

Proponuje się wprowadzenie zastrzeżenia w metodyce obliczania świadectw energetycznych sankcjonującego uwzględnianie udział biomasy w przypadku dodatkowego źródła ciepła do ogrzewania lub przygotowania c.w.u., następującej treści:

„W przypadku zastosowania w budynku nowym dodatkowego źródła ciepła spalającego biomasę (kominek/koza na drewno), wspomagającego ogrzewanie lub przygotowanie ciepłej wody użytkowej, udział tego źródła w pokryciu zapotrzebowania na energię do ogrzewania i przygotowania c.w.u. można wykazywać jedynie dla urządzeń spełniających wymagania sezonowej efektywności energetycznej i emisji zanieczyszczeń określone w odpowiednich przepisach rozporządzenia Komisji UE w sprawie ekoprojektu dla tych urządzeń”¹⁵⁶.

¹⁵⁵Ibidem.

¹⁵⁶Rozporządzenie 2015/1185/UE.

9.3 Ocena elementów budynku w celu poprawy charakterystyki energetycznej

W ramach nowych funkcjonalności systemu świadectw charakterystyki energetycznej zaproponowano koncepcję metodyki oceny następujących elementów budynku i jego instalacji, głównie dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych:

- ▶ ocena efektywności energetycznej przegród,
- ▶ ocena efektywności energetycznej systemów technicznych,
- ▶ ocena ryzyka przegrzewania,
- ▶ ocena systemu wentylacji,
- ▶ ocena szczelność powietrznej obudowy budynku.

Przeprowadzona ocena jest podstawą do sformułowania automatycznych zaleceń dotyczących poprawy charakterystyki energetycznej budynku, określenia możliwej do uzyskania klasy efektywności energetycznej po modernizacji oraz rocznych oszczędności w kosztach zapotrzebowania na energię. Sformułowane zalecenia nie uwzględniają efektu blokady, czyli możliwości zablokowania realizacji kolejnych usprawnień, np. wymiana okien po ociepleniu budynku może być niemożliwa. Dzieje się tak z kilku powodów:

- ▶ logika procesu termomodernizacji budynków jest bardzo trudna do wdrożenia w sposób zautomatyzowany;
- ▶ termomodernizacja wymaga szczególnej kontroli i wiedzy;
- ▶ efektu blokady można uniknąć planując z dużym wyprzedzeniem i opracowując szczegóły projektu termomodernizacji; ostateczna kolejność przeprowadzenia prac jest wtedy mniej ważna;
- ▶ jest to obszar, w którym właściciel powinien uzyskać bardziej szczegółowe informacje dostosowane do jego indywidualnych potrzeb.

9.3.1 Ocena efektywności energetycznej przegród

Ocena efektywności energetycznej poszczególnych przegród jest dokonywana na podstawie wartości współczynnika przenikania ciepła U . Są to wartości określone podczas sporządzania charakterystyki energetycznej budynku. Uzyskana wartość współczynnika U jest porównywana z wartością referencyjną R_r reprezentującą wymagania stawiane nowym lub modernizowanym budynkom. Wartości referencyjne R_r dla współczynników U odpowiadają wymaganiom Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065). Jako R_r przyjęto maksymalną wartość współczynnika $U_{C(max)}$ dla przegród, obowiązującą od 31 grudnia 2020 r. i od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynku zajmowanego przez organ wymiaru sprawiedliwości, prokuraturę lub organ administracji publicznej i będącego jego własnością. Zmianę wymagań dotyczących wartości współczynnika $U_{C(max)}$ ustalono na podstawie wartości historycznych podanych w Tab. 203 i Tab. 204.

Tab. 203 Zestawienie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ dla okien i drzwi zewnętrznych, na przestrzeni lat (źródło: Finansowanie poprawy efektywności energetycznej budynków w Polsce; BPIE 2016)

Okres	Przepisy	Okna zewnętrzne	Drzwi zewnętrzne
		$U_{C(max)}$, W/(m ² K)	
1957–1964	PN-57/B-024051	-	-
1964–1974	PN-64/B-034041	-	-
1974–1982	PN-74/B-034042	-	-
1982–1991	PN-82/B-020202	2,6; 2,0	3,0
1991–2002	PN-91/B-020202	2,6; 2,3; 2,0	2,6
2002–2008	Dz.U. z 2002 poz. 690	2,6; 2,3; 2,0	2,6
2009–2013	Dz.U. z 2008 poz. 1238	1,8; 1,7	2,6
2014–2016		1,3; 1,5	1,7
2017–2020	Dz.U. z 2013 poz. 926	1,1; 1,3	1,5
od 2021		0,9; 1,1	1,3

Tab. 204 Zestawienie maksymalnego współczynnika przenikania ciepła $U_{C(max)}$ dla wybranych przegród zewnętrznych, nieprzezroczystych na przestrzeni lat (źródło: Finansowanie poprawy efektywności energetycznej budynków w Polsce; BPIE 2016)

Okres	Przepisy	Ściana zewnętrzna	Dach	Strop nad nieogrzewaną piwnicą, podłoga na gruncie	Strop pod nieogrzewanym poddaszem
				$U_{C(max)}$, W/(m ² K)	
1957–1964	PN-57/B-024051	1,16; 1,42	0,87	1,16	1,04; 1,16
1964–1974	PN-64/B-034041	1,16	0,87	1,16	1,04; 1,16
1974–1982	PN-74/B-034042	1,16	0,70	1,16	0,93
1982–1991	PN-82/B-020202	0,75	0,45	1,16	0,40
1991–2002	PN-91/B-020202	0,55; 0,70	0,30	0,60	0,30
2002–2008	Dz.U. z 2002 poz. 690	0,30; 0,50	0,30	0,60	0,30
2009–2013	Dz.U. z 2008 poz. 1238	0,30	0,25	0,45	0,25
2014–2016		0,25	0,20	0,25; 0,30	0,20
2017–2020	Dz.U. z 2013 poz. 926	0,23	0,18	0,25; 0,30	0,18
od 2021		0,20	0,15	0,25; 0,30	0,15

Kategorie efektywności energetycznej przegród przedstawiono w sześciostopniowej skali kolorystycznej:

- ▶ kolor ciemnoczerwony – przegroda wymaga pilnej modernizacji,
- ▶ kolor czerwony – przegroda wymaga modernizacji,
- ▶ kolor pomarańczowy – należy rozważyć modernizację,
- ▶ kolor żółty – przegroda nie wymaga modernizacji,
- ▶ kolor jasnozielony – przegroda spełniająca wymagania Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) od 31.12.2020 r.,
- ▶ kolor ciemnozielony – przegroda o parametrach lepszych niż wymagania Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) od 31.12.2020 r.

Pierwszeństwo wykonywania prac modernizacyjnych w przypadku przegród jest określone w zależności od uzyskanego koloru. Przegrody oznaczone kolorem ciemno czerwonym i czerwonym powinny być modernizowane w pierwszej kolejności, ponieważ poziom ich izolacyjności cieplnej bardzo mocno odbiega od obowiązujących wymagań.

Tab. 205 Wartości graniczne współczynników U dla poszczególnych kategorii

Przegroda	przegroda wymaga pilnej modernizacji	przegroda wymaga modernizacji	należy rozważyć modernizację	przegroda nie wymaga modernizacji	przegroda spełniająca wymagania WT2021	przegroda o parametrach lepszych niż wymagania WT2021
	W/(m ² K)					
Ściany zewnętrzne	$U \geq 1,16$	$1,16 < U \leq 0,50$	$0,50 < U \leq 0,30$	$0,20 < U \leq 0,30$	$0,15 < U \leq 0,20$	$U \leq 0,15$
Dach, stropodach	$U \geq 0,87$	$0,87 < U \leq 0,45$	$0,45 < U \leq 0,25$	$0,15 < U \leq 0,25$	$0,12 < U \leq 0,15$	$U \leq 0,12$
Strop nad nieogrzewaną piwnicą, podłoga na gruncie	$U \geq 1,16$	$1,16 < U \leq 0,60$	$0,60 < U \leq 0,45$	$0,30 < U \leq 0,45$	$0,20 < U \leq 0,30$	$U \leq 0,20$
Strop pod nieogrzewanym poddaszem	$U \geq 1,16$	$1,16 < U \leq 0,45$	$0,45 < U \leq 0,25$	$0,15 < U \leq 0,25$	$0,12 < U \leq 0,15$	$U \leq 0,12$
Okna zewnętrzne	$U \geq 2,60$	$2,60 < U \leq 1,80$	$1,80 < U \leq 1,30$	$0,90 < U \leq 1,30$	$0,80 < U \leq 0,90$	$U \leq 0,80$
Drzwi zewnętrzne	$U \geq 3,0$	$3,0 < U \leq 2,0$	$2,0 < U \leq 1,50$	$1,10 < U \leq 1,50$	$0,90 < U \leq 1,10$	$U \leq 0,90$

Powierzchnia przegrody nie ma wpływu na rodzaj przyznanej kategorii oraz późniejsze umieszczenie w spisie zaleceń modernizacyjnych. Jednocześnie powierzchnia przegrody jest podawana w spisie, aby umożliwić osobie czytającej świadectwo charakterystyki energetycznej ocenę wagi i pilności proponowanych przedsięwzięć modernizacyjnych.

9.3.2 Ocena efektywności energetycznej systemów technicznych

Ocena efektywności energetycznej systemu ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej jest dokonywana na podstawie wartości całkowitej rocznej sprawności systemu. Są to wartości obliczane podczas sporządzania charakterystyki energetycznej budynku, zgodnie

z przyjętą metodyką. Uzyskana wartość sprawności η jest porównywana z wartością referencyjną R_r odpowiadającą nowym budynkom. Wartość referencyjne sprawności całkowitej, rocznej R_r dla różnych rodzajów źródeł ciepła podano w Tab. 207 i Tab. 209. Wartości zostały opracowane dla budynku jednorodzinnego i obliczone na podstawie sprawności cząstkowych. Przyjęte dla poszczególnych systemów i źródeł sprawności cząstkowe podano w Tab. 206 i Tab. 208 Obliczenia wykonano dla centralnego systemu ogrzewania i centralnego systemu przygotowania c.w.u. w nowym, jednorodzinym budynku mieszkalnym.

Tab. 206 Sprawności cząstkowe, referencyjne systemu ogrzewania

Rodzaj źródła	Wytwarzanie ciepła	Przesył ciepła	Akumulacja ciepła	Regulacja i wykorzystanie ciepła
Kocioł gazowy kondensacyjny	1,0	0,93	1,0	0,95
Kocioł na węgiel 5 klasy	0,82	0,93	1,0	0,95
Kocioł na pelet 5 klasy	0,82	0,93	1,0	0,95
Powietrzna pompa ciepła	3,0	0,93	0,99	0,95
Gruntowa pompa ciepła	3,5	0,93	0,99	0,95

Tab. 207 Sprawności całkowite referencyjne systemu ogrzewania

Rodzaj źródła	Referencyjna sprawność całkowita, roczna η_H
Kocioł gazowy kondensacyjny	0,88
Kocioł na węgiel 5 klasy	0,72
Kocioł na pelet 5 klasy	0,72
Powietrzna pompa ciepła	2,6
Gruntowa pompa ciepła	3,1

Tab. 208 Sprawności cząstkowe, referencyjne systemu ciepłej wody użytkowej

Rodzaj źródła	Wytwarzanie ciepła	Przesył c.w.u.	Akumulacja c.w.u.	Wykorzystanie c.w.u.
Kocioł gazowy kondensacyjny	0,95	0,70	0,95	1,0
Kocioł na węgiel 5 klasy	0,82	0,70	0,90	1,0
Kocioł na pelet 5 klasy	0,82	0,70	0,90	1,0
Powietrzna pompa ciepła	2,5	0,70	0,95	1,0
Gruntowa pompa ciepła	3,3	0,70	0,95	1,0

Tab. 209 Sprawności całkowite referencyjne systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej (centralne przygotowanie c.w.u.)

Rodzaj źródła	Referencyjna sprawność całkowita, roczna η_w
Kocioł gazowy kondensacyjny	0,63
Kocioł na węgiel 5 klasy	0,52
Kocioł na pelet 5 klasy	0,52
Powietrzna pompa ciepła	1,7
Gruntowa pompa ciepła	2,2

Kategorie efektywności energetycznej systemów przedstawiono w sześciostopniowej skali kolorystycznej:

- ▶ kolor ciemnoczerwony – system wymaga pilnej modernizacji,
- ▶ kolor czerwony – system wymaga modernizacji,
- ▶ kolor pomarańczowy – należy rozważyć modernizację,
- ▶ kolor żółty – system nie wymaga modernizacji,
- ▶ kolor jasnozielony – system spełniający obecne standardy,
- ▶ kolor ciemnozielony – system lepszy niż obecne standardy.

Pierwszeństwo wykonywania prac modernizacyjnych w przypadku systemów jest określone w zależności od uzyskanego koloru. Systemy oznaczone kolorem ciemnoczerwonym i czerwonym powinny być modernizowane w pierwszej kolejności, ponieważ poziom ich sprawności bardzo mocno odbiega od obecnych standardów.

Tab. 210 Wartości graniczne całkowitej, rocznej sprawności systemu ogrzewania dla poszczególnych kategorii

Rodzaj źródła	system wymaga pilnej modernizacji	system wymaga modernizacji	należy rozważyć modernizację	system nie wymaga modernizacji	system spełniająca obecne standardy	system lepszy niż obecne standardy
Kocioł gazowy	$\eta_H < 0,63$	$0,63 \leq \eta_H < 0,74$	$0,74 \leq \eta_H < 0,83$	$0,83 \leq \eta_H < 0,88$	$0,88 \leq \eta_H < 0,92$	$\eta_H \geq 0,92$
Kocioł na węgiel	$\eta_H < 0,53$	$0,53 \leq \eta_H < 0,62$	$0,62 \leq \eta_H < 0,68$	$0,68 \leq \eta_H < 0,72$	$0,72 \leq \eta_H < 0,76$	$\eta_H \geq 0,76$
Kocioł na drewno	$\eta_H < 0,53$	$0,53 \leq \eta_H < 0,62$	$0,62 \leq \eta_H < 0,68$	$0,68 \leq \eta_H < 0,72$	$0,72 \leq \eta_H < 0,76$	$\eta_H \geq 0,76$
Powietrzna pompa ciepła	$\eta_H < 1,4$	$1,4 \leq \eta_H < 2,0$	$2,0 \leq \eta_H < 2,4$	$2,4 \leq \eta_H < 2,6$	$2,6 \leq \eta_H < 2,8$	$\eta_H \geq 2,8$
Gruntowa pompa ciepła	$\eta_H < 1,8$	$1,8 \leq \eta_H < 2,4$	$2,4 \leq \eta_H < 2,8$	$2,8 \leq \eta_H < 3,1$	$3,1 \leq \eta_H < 3,3$	$\eta_H \geq 3,3$

Tab. 211 Wartości graniczne całkowitej, rocznej sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej dla poszczególnych kategorii

Rodzaj źródła	system wymaga pilnej modernizacji	system wymaga modernizacji	należy rozważyć modernizację	system nie wymaga modernizacji	system spełniająca obecne standardy	system lepszy niż obecne standardy
Kocioł gazowy	$\eta_w < 0,36$	$0,36 \leq \eta_w < 0,48$	$0,48 \leq \eta_w < 0,57$	$0,57 \leq \eta_w < 0,63$	$0,63 \leq \eta_w < 0,68$	$\eta_w \geq 0,68$
Kocioł na węgiel	$\eta_w < 0,31$	$0,31 \leq \eta_w < 0,40$	$0,40 \leq \eta_w < 0,47$	$0,47 \leq \eta_w < 0,52$	$0,52 \leq \eta_w < 0,55$	$\eta_w \geq 0,55$
Kocioł na drewno	$\eta_w < 0,31$	$0,31 \leq \eta_w < 0,40$	$0,40 \leq \eta_w < 0,47$	$0,47 \leq \eta_w < 0,52$	$0,52 \leq \eta_w < 0,55$	$\eta_w \geq 0,55$
Powietrzna pompa ciepła	$\eta_w < 0,90$	$0,90 \leq \eta_w < 1,3$	$1,3 \leq \eta_w < 1,5$	$1,5 \leq \eta_w < 1,7$	$1,7 \leq \eta_w < 1,8$	$\eta_w \geq 1,8$
Gruntowa pompa ciepła	$\eta_w < 1,2$	$1,2 \leq \eta_w < 1,7$	$1,7 \leq \eta_w < 2,0$	$2,0 \leq \eta_w < 2,2$	$2,2 \leq \eta_w < 2,3$	$\eta_w \geq 2,3$

Dodatkowo w zestawieniu uwzględniono zawsze kolektory słoneczne do wstępnego podgrzewania wody użytkowej oraz panele fotowoltaiczne do produkcji energii elektrycznej. Są one zawsze oznaczone kolorem pomarańczowym, co oznacza, że należy rozważyć ich zastosowanie. Oba systemy są uwzględniane w zestawieniu o ile nie ma ich w budynku.

9.3.3 Ocena ryzyka przegrzewania

W przypadku braku chłodzenia mechanicznego istnieje ryzyko przegrzewania. W związku z tym w budynkach nie wyposażonych w systemy chłodzenia oblicza się wskaźnik przegrzania. Ryzyko przegrzewania ocenia się tylko na poziomie strefy cieplnej, na podstawie wartości wskaźnika przegrzania. W zależności od szczegółowych zasad podziału na strefy, strefa cieplna może zawierać przestrzenie o różnych parametrach cieplnych i różnych obciążeniach cieplnych. W takim przypadku wskaźnik przegrzania może nie doszacować ryzyka przegrzewania. Roczny wskaźnik przegrzania strefy cieplnej jest wyznaczany jako skumulowana roczna liczba stopniogodzin przegrzania.

Ocenę ryzyka przegrzewania przedstawiono w trzystopniowej skali kolorystycznej:

- ▶ kolor czerwony – wysokie ryzyko przegrzewania, liczba godzin w roku z temperaturą w strefie przekraczającą o 1K temperaturę 26°C jest > 3% godzin w roku (> 262,8 Kh),
- ▶ kolor pomarańczowy – średnie ryzyko przegrzewania, liczba godzin w roku z temperaturą w strefie przekraczającą o 1K temperaturę 26°C jest ≤ 3% i ≥ 1% godzin w roku (≤ 262,8 Kh i ≥ 87,6 Kh),
- ▶ kolor zielony – niskie ryzyko przegrzewania, liczba godzin w roku z temperaturą w strefie przekraczającą o 1K temperaturę 26°C jest < 1% godzin w roku (< 87,6 Kh).

9.3.4 Ocena systemu wentylacji

Ocena efektywności systemu wentylacji w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych jest dokonywana na podstawie dwóch wartości:

- ▶ n – średniej intensywność wentylacji wyrażonej przez liczbę wymian powietrza, h^{-1} ,
- ▶ η_{sr} – średniej sprawność odzysku ciepła (wartość bezwymiarowa).

Nieefektywny system wentylacji może mieć negatywny wpływ na komfort użytkownika budynku i jego charakterystykę energetyczną.

Kategorie efektywności systemu wentylacji, w przypadku budynku mieszkalnego jednorodzinnego przedstawiono, w trzystopniowej skali kolorystyczno-symbolicznej:

- ▶ kolor czerwony (ikona – mały wiatraczek) – intensywność wentylacji zbyt niska,
- ▶ kolor zielony (ikona – średni wiatraczek) – intensywność wentylacji prawidłowa,
- ▶ kolor czerwony (ikona – duży wiatraczek) – intensywność wentylacji zbyt wysoka.

Wartości graniczne dla poszczególnych kategorii przedstawiono Tab. 212.

Tab. 212 Wartości graniczne średniej intensywności wentylacji i średniej sprawności odzysku ciepła

Rodzaj wentylacji	system wymaga modernizacji	system spełniający obecne standardy	system wymaga modernizacji
Grawitacyjna, hybrydowa i mechaniczna wywiewna	$0,5 \leq n$	$0,5 < n < 1,0$	$1,0 \leq n$
Mechaniczna nawiewno-wywiewna	$0,5 \leq n$ lub $n \cdot (1 - \eta_{sr}) \geq 0,5$	$0,5 < n < 1,0$ i $n \cdot (1 - \eta_{sr}) < 0,5$	$1,0 \leq n$ lub $n \cdot (1 - \eta_{sr}) \geq 0,5$

9.3.5 Ocena szczelności powietrznej obudowy budynku

Ocena szczelności powietrznej obudowy budynku jest dokonywana na podstawie charakteryzującej go wartości współczynnika n_{50} – krotności wymiany powietrza przy różnicy ciśnienia 50Pa. Wartość współczynnika n_{50} jest porównywana z wartościami granicznymi dla poszczególnych kategorii. Na potrzeby oceny zaproponowano sześć kategorii szczelności powietrznej przegród, przedstawionych w skali kolorystycznej:

- ▶ kolor ciemnoczerwony – obudowa wymaga pilnej modernizacji,
- ▶ kolor czerwony – obudowa wymaga modernizacji,
- ▶ kolor pomarańczowy – należy rozważyć modernizację obudowy,
- ▶ kolor żółty – obudowa nie wymaga modernizacji,
- ▶ kolor jasnozielony – obudowa spełniająca wymagania Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz.1065) od 31.12.2020 r.,
- ▶ kolor ciemnozielony – obudowa o parametrach lepszych niż wymagania Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065) od 31.12.2020 r.

Wartości graniczne dla poszczególnych kategorii określono zgodnie z metodologią z normy ISO 52003-1 opisaną w rozdziale 8.2. Użyto tych samych mnożników jak w Tab. 151. Przyjęta sześciostopniowa skala odpowiada wartościom granicznym dla klas energetycznych od A do F. Obliczone wartości graniczne dla poszczególnych kategorii zostały zaokrąglone z dokładnością do 0,5. Jako wartość referencyjną R_r , przyjęto wymagania stawiane nowym budynkom. Ustalono je na podstawie wymagań Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1065):

- ▶ $n_{50} < 3,0 h^{-1}$ – wentylacja grawitacyjna, hybrydowa,
- ▶ $n_{50} < 1,5 h^{-1}$ – wentylacja mechaniczna wywiewna, mechaniczna nawiewno-wywiewna.

- ▶ W celu dokładnego odwzorowania wymagań zmieniono znaki na granicach poszczególnych kategorii. Przykładowo dla kategorii „obudowa spełniająca wymagania” przyjęto, że wartości muszą mieścić się w przedziale $0,71 \cdot R_r \leq n_{50} < 1,0 \cdot R_r$, gdzie R_r wynosi odpowiednio $3,0 \text{ h}^{-1}$ lub $1,5 \text{ h}^{-1}$.

Wartości graniczne dla poszczególnych kategorii przedstawiono w Tab. 213.

Tab. 213 Wartości graniczne współczynników n_{50} dla poszczególnych kategorii

Rodzaj wentylacji	obudowa wymaga pilnej modernizacji	obudowa wymaga modernizacji	rozważyć modernizację obudowy	obudowa nie wymaga modernizacji	obudowa spełniająca wymagania WT2021	obudowa o parametrach lepszych niż wymagania WT2021
	h^{-1}					
Grawitacyjna, hybrydowa i mechaniczna wywiewna	$n_{50} \geq 8,0$	$6,0 \leq n_{50} < 8,0$	$4,0 \leq n_{50} < 6,0$	$3,0 \leq n_{50} < 4,0$	$2,0 \leq n_{50} < 3,0$	$n_{50} < 2,0$
Mechaniczna nawiewno-wywiewna, mechaniczna wywiewna	$n_{50} \geq 4,0$	$3,0 \leq n_{50} < 4,0$	$2,0 \leq n_{50} < 3,0$	$1,5 \leq n_{50} < 2,0$	$1,0 \leq n_{50} < 1,5$	$n_{50} < 1,0$

9.3.6 Zalecenia dotyczące poprawy charakterystyki energetycznej

Przeprowadzona ocena elementów budynku (przegród, systemów, obudowy) i ryzyka przegrzewania jest podstawą do sformułowania zaleceń dotyczących poprawy charakterystyki energetycznej. Kolejność, w jakiej należy podjąć prace modernizacyjne, zależy od kategorii (koloru), jaki uzyskał dany element. Zestawienie jest uwzględnione na trzeciej stronie świadectwa charakterystyki energetycznej w formie tabelarycznej (Tab. 214). Pierwszeństwo mają te elementy, które uzyskały kolor ciemnoczerwony lub czerwony. Ich modernizacja powinna być przeprowadzona w pierwszej kolejności. W tabeli zamieszcza się również elementy w kolorze pomarańczowym, których modernizację lub zastosowanie należy rozważyć. Kolor pomarańczowy przypisany jest także instalacjom OZE zasilanym energią słoneczną. Jeżeli budynek nie posiada instalacji PV i/lub kolektorów słonecznych, to są one rekomendowane. W przypadku obecności zarówno paneli PV, jak i kolektorów słonecznych, rekomendacja nie jest uwzględniana.

Tab. 214 Przykładowa tabela zawierająca proponowane usprawnienia w kolejności uporządkowanej

Symbol i kolor odpowiadający uzyskanej ocenie	Nazwa elementu lub systemu i jego opis	Ocena elementu, opis proponowanego usprawnienia	Szacunkowe oszczędności roczne	Dostępność i rodzaj źródła finansowania
	System przygotowania ciepłej wody użytkowej, kocioł węglowy, $\eta_w=0,23$	system wymaga pilnej modernizacji, wymiana podgrzewacza i zaizolowanie przewodów	Ok. 300 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze

Symbol i kolor odpowiadający uzyskanej ocenie	Nazwa elementu lub systemu i jego opis	Ocena elementu, opis proponowanego usprawnienia	Szacunkowe oszczędności roczne	Dostępność i rodzaj źródła finansowania
	Okna zewnętrzne, $U=2,6W/m^2K$	przegroda wymaga pilnej modernizacji, wymiana okien	Ok. 300 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	System ogrzewania, kocioł węglowy, $\eta_H=0,64$	system wymaga modernizacji, wymiana źródła, zaizolowanie przewodów, montaż zaworów termostatycznych	Ok. 500 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Ściana zewnętrzna, $U=0,82W/m^2K$	przegroda wymaga modernizacji, ocieplenie ściany zewnętrznej	Ok. 1000 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Dach, $U=0,69W/m^2K$	przegroda wymaga modernizacji, ocieplenie dachu	Ok. 500 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Podłoga na gruncie, $U=0,73W/m^2K$	przegroda wymaga modernizacji, ocieplenia podłogi na gruncie	Ok. 250 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Drzwi zewnętrzne, $U=2,6W/m^2K$	przegroda wymaga modernizacji, wymiana drzwi zewnętrznych	Ok. 50 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Szczelność powietrzna, $n_{50}=5,2 h^{-1}$	rozważyć modernizację obudowy, uszczelnienie obudowy	Ok. 250 zł/rok	
	Kolektory słoneczne	rozważyć zastosowanie	Ok. 300 zł/rok	Tak, program Czyste Powietrze
	Instalacja fotowoltaiczna	rozważyć zastosowanie	Ok. 1000 zł/rok	Tak, program Mój Prąd,

W obrębie każdego koloru kolejność elementów jest zawsze taka sama:

- ▶ system centralnego ogrzewania,
- ▶ system przygotowania ciepłej wody użytkowej,
- ▶ system wentylacji,
- ▶ przegrody budynku w kolejności: ściany zewnętrzne, dach/stropodach, okna, podłoga na gruncie/strop nad nieogrzewaną piwnicą, drzwi zewnętrzne,
- ▶ ryzyko przegrzewania,
- ▶ systemy PV i kolektory słoneczne.

Jeśli nie ma żadnego elementu w danym kolorze, linia ta znika z tabeli rekomendacji. W tabeli zamieszczono dodatkowo informację o możliwych do uzyskania szacunkowych oszczędnościach z tytułu realizacji poszczególnych przedsięwzięć. Oszczędności te są szacunkowe i nie zawsze się sumują, np. modernizacja systemu centralnego ogrzewania może spowodować zmianę kosztu ciepła, co wpłynie na wysokość oszczędności. Oszczędności dla poszczególnych elementów są obliczane w sposób zautomatyzowany na podstawie oszczędności w zapotrzebowaniu na energię dostarczoną netto i średniej ceny energii. W ostatniej kolumnie znajduje się informacja o dostępności i rodzaju źródła finansowania. Metodologia wyszukiwania źródeł finansowania została zaprezentowana w rozdziale 9.4. Szacunkowe efekty modernizacji są określane łącznie dla wszystkich zaproponowanych w tabeli usprawnień. Przyjmuje się, że każdy z elementów zostanie zmodernizowany do poziomu odpowiadającego wymaganiom lub referencji. Efekty modernizacji obejmują określenie klasy efektywności energetycznej budynku w odniesieniu do wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP i energię dostarczoną netto ED. Wyznaczane są również szacunkowe roczne oszczędności w łącznych kosztach zużycia energii.

Na zaproponowanym wzorze świadectwa charakterystyki energetycznej, pod tabelą rekomendacji, podaje się:

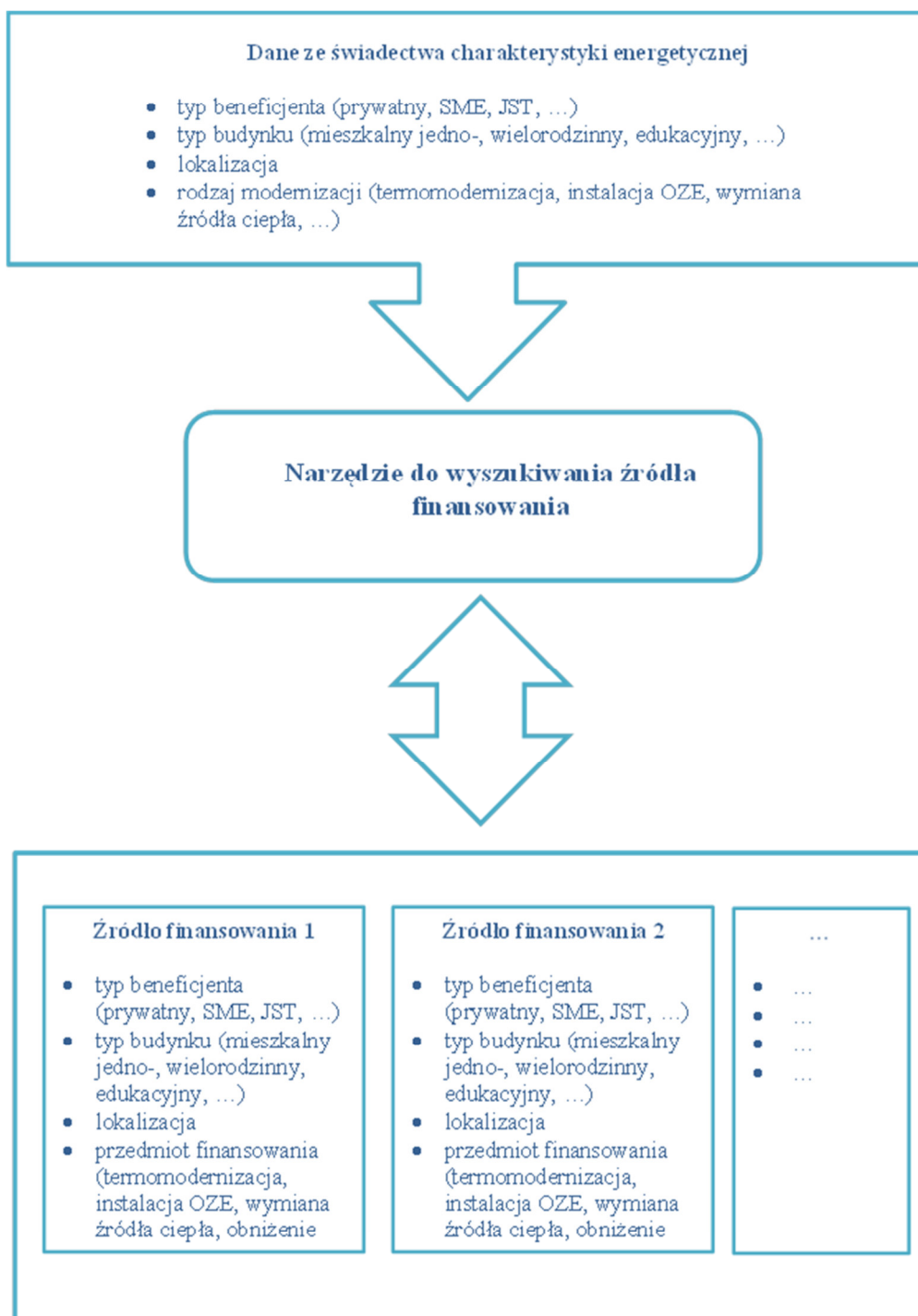
- ▶ informację o dostępnych źródłach finansowania,
- ▶ informację o tym, gdzie właściciel lub najemca może uzyskać bardziej szczegółowe informacje, w tym w kwestii opłacalności ekonomicznej zawartych zaleceń,
- ▶ informacje dotyczące kroków, jakie należy podjąć w celu wypełnienia zaleceń,
- ▶ uwagi, sugestie, rekomendacje, np. dotyczące efektu blokady lub realizacji poszczególnych usprawnień.

9.4 Narzędzie do wyszukiwania źródeł finansowania przedsięwzięć modernizacyjnych

Obecnie system świadectw charakterystyki energetycznej w Polsce zakłada, że świadectwo będzie zawierało zalecenia dotyczące optymalnej pod względem kosztów lub opłacalnej ekonomicznie poprawy charakterystyki energetycznej. O ile jeszcze część świadectw takie zalecenia posiada, to niestety nie są one uzupełnione informacjami o potencjalnych źródłach finansowania. Proponuje się zatem stworzenie lub implementowanie narzędzia pozwalającego na wyszukiwanie źródeł finansowania przedsięwzięć modernizacyjnych.

W Polsce istnieje wiele źródeł finansowania przedsięwzięć modernizacyjnych, np. Fundusz Termomodernizacji i Remontów (FTiR), programy Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), programy Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW), Programy Operacyjne, preferencyjne pożyczki w bankach komercyjnych, finansowanie w formule ESCO czy programy rządowe, takie jak Czyste Powietrze czy Mój Prąd. Formy dofinansowania różnią się między sobą np. rodzajem beneficjenta, formą dofinansowania, typem budynku czy przedsięwzięcia modernizacyjnego. Niestety brak jest jednej platformy/narzędzia, które pozwoliłoby na łatwe wyszukanie dopasowanego źródła wsparcia finansowego.

Nowe narzędzie wyszukiwania finansowania łączyłoby w jednym miejscu oczekiwania beneficjenta z wymogami programu finansowania. Na rysunku 69 przedstawiono schemat koncepcji proponowanego narzędzia.



Rys. 69 Schemat koncepcji narzędzia do wyszukiwania finansowania

Danymi wejściowymi proponowanego narzędzia będą informacje zawarte na świadectwie charakterystyki energetycznej, takie jak: typ beneficjenta, rodzaj budynku, lokalizacja, rok budowy oraz zalecenia dotyczące poprawy charakterystyki energetycznej. W narzędziu znajdować się będzie baza danych o źródłach finansowania, sparametryzowana takimi samymi informacjami. W ten sposób będzie można dopasować odpowiedni rodzaj finansowania do zakładanego działania modernizacyjnego.

Narzędzie może być administrowane przez organ publiczny lub na jego zlecenie przez instytucję publiczną. Może ono być połączone z systemem świadectw tak, aby automatycznie wyszukiwać opcje finansowania lub działać niezależnie, przyczyniając się do zwiększenia potencjału poprawy efektywności energetycznej w sektorze budynków. Informacja o wybranym programie wsparcia finansowego pojawiałaby się automatycznie na świadectwie charakterystyki energetycznym.

Dane o źródłach finansowania mogą być wprowadzane przez ich zarządzających, co w przypadku każdego ze źródeł pozwoli na ich bardziej efektywne wykorzystanie. Można domniemywać, że prywatne instytucje będą zainteresowane wprowadzaniem informacji o własnych produktach, gdyż jest to element ich działalności. W przypadku instytucji publicznych chodzi o spełnianie wymagań w zakresie oszczędności energii i zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii w zapotrzebowaniu budynków na energię. Dane o programach wsparcia muszą być jednak weryfikowane przez organ administrujący narzędziem, tak aby były prawdziwe i aktualne.

10. Podsumowanie

W ramach opracowanej ekspertyzy przeprowadzono przegląd i weryfikację obowiązujących przepisów dotyczących wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz sposobu wyrażania charakterystyki energetycznej w postaci świadectw charakterystyki energetycznej w oparciu o takie kryteria jak:

- ▶ zgodność z Dyrektywą 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, z uwzględnieniem zmian wprowadzonych Dyrektywą 2018/844/UE;
- ▶ prawidłowość procedur obliczeniowych oraz przyjmowanych założeń do obliczeń zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376);
- ▶ adekwatności wartości współczynników, jednostkowych strat ciepła i wskaźników zawartych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376);
- ▶ czytelność i przystępność świadectw charakterystyki energetycznej, których wzór określa Rozporządzenie (Dz.U. z 2019 poz. 1829).

Na podstawie przeprowadzonych prac zaproponowano także zmiany zarówno w metodyce, jak i systemie świadectw charakterystyki energetycznej.

Prace w ramach przeprowadzonej ekspertyzy podzielono na siedem zadań merytorycznych:

- ▶ metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania;
- ▶ metodyka wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na prostej metodzie godzinowej;
- ▶ metodologia wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii;
- ▶ ocena wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej;
- ▶ sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej;
- ▶ wyrażanie charakterystyki energetycznej w postaci klas energetycznych;
- ▶ nowe rozwiązania w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej.

Oceniając aktualny stan prawny w zakresie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na standardowym sposobie użytkowania, stwierdzono, że w okresie ostatnich ponad 10 lat zaszły daleko idące zmiany. Zmianom uległy zarówno przepisy krajowe, jak i wymagania Dyrektyw UE. Również rozwój techniki oraz modelowania fizyki budynków spowodował, że wiele przepisów i założeń przestało być aktualne. Najwięcej problemów wynika ze zmiany następujących aktów prawnych:

- ▶ zmienionej Dyrektywą UE 2018/844 Dyrektywy EU 2010/31 w sprawie charakterystyki energetycznej budynków,
- ▶ aktualizacji Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania;

oraz aktualizacji norm, a w szczególności wprowadzenia rodziny norm:

- ▶ PN-EN ISO 52016-1:2017 dotyczących Energetycznych właściwości użytkowych budynków -- Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne.

Wśród problemów związanych z aspektami technicznymi i obliczeniowymi, najbardziej znaczące to:

- ▶ zastosowanie nieadekwatnych metod obliczenia zapotrzebowania na energię dla różnych typów budynków, różnie użytkowanych i wyposażonych,
- ▶ przyjmowanie uproszczonych założeń wskaźnikowych, szczególnie w aspekcie obliczania zapotrzebowania na ciepło do przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wyznaczania średniego strumienia powietrza wentylacyjnego,
- ▶ ograniczenia w określaniu energii związanej z chłodzeniem, zapotrzebowania wynikającego z ciepłem utajonym oraz uwzględnieniem przegrzewania pomieszczeń,
- ▶ korzystanie z nieaktualnych oraz zawierających błędy, w zakresie natężenia rozproszonego promieniowania słonecznego, danych klimatycznych.

Aktualna metodyka obliczeń charakterystyki energetycznej budynków bazuje na quasi-dynamicznej metodzie miesięcznej obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia opisanej w wycofanej w 2017 r. normie PN-EN ISO 13790. Metodyka ta, w stosunku do oryginalnej metody miesięcznej przedstawionej w tej normie, została dodatkowo uproszczona, co jeszcze bardziej wpływa na niedokładność obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia. W wielu przypadkach obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową złożonych technologicznie budynków można w zasadzie mówić o szacowaniu rocznego zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia budynków. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię metodyki świadectw charakterystyki energetycznej w przypadku współcześnie wznoszonych budynków niskoenergetycznych lub w przypadku budynków innych niż mieszkalne w zasadzie nie powinna być używana, ponieważ prowadzi do znacznych błędów. Dla potrzeb wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków zaproponowano rozwiązanie polegające na implementacji metod obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania według normy PN-EN ISO 52016-1 dla różnych typów budynków. Metody obliczania podzielono w zależności od stopnia złożoności budynków. Wyróżniono metodę miesięczną obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię użytkową oraz metodę miesięczną obliczenia właściwego dla systemu zapotrzebowania na energię użytkową. Pierwsza z tych metod, opisana w tym dokumencie, może być stosowana jedynie w przypadku obliczeń charakterystyki energetycznej budynków mieszkalnych – jednorodzinnych i wielorodzinnych. W przypadku wszystkich pozostałych typów budynków rekomenduje się obliczenia metodą godzinową lub z warunkowym dopuszczeniem obliczenia metodą miesięczną właściwego dla systemu zapotrzebowania na energię użytkową według normy PN-EN ISO 52016-1. Należy zaznaczyć, że wraz z wycofaniem normy PN-EN ISO 13790 została wycofana z użycia prosta metoda godzinowa, która była zbyt uproszczeniem procesów fizycznych wymian ciepła w złożonych technologicznie budynkach wyposażonych w nowoczesne systemy dostarczające energię do budynków.

Prosta metoda godzinowa została według normy PN-EN ISO 52016-1 zastąpiona metodą godzinową, która klasyfikowana jest jako złożona metoda obliczeniowa, dla której modelem matematycznym jest sieć przepływu ciepła w budynku wraz modelami skupionych oporów i pojemności cieplnych elementów konstrukcji budynku oraz potencjalnymi i strumieniowymi źródłami energii. Sieć przepływu ciepła uwzględnia wiele aspektów fizyki budynków, takich jak dynamika przenikania ciepła elementów obudowy budynku, wymiana ciepła przez promieniowanie długofalowe na zewnątrz i wewnątrz budynku, zyski ciepła od promieniowania słonecznego, wewnętrzne zyski ciepła, harmonogramy użytkowania

budynku oraz harmonogramy sterowania i regulacji parametrów wewnętrznych. Sieć przepływu ciepła w budynku metody godzinowej może liczyć od kilkunastu do kilkuset równań liniowych opisujących bilanse energii w punktach węzłowych sieci. Za pomocą tego układu równań wyznacza się wartości temperatury w węzłach sieci, co pozwala wyznaczyć w dalszej kolejności strumienie energii w sieci, a zatem również ilość energii, która musi być dostarczona do budynku w celu utrzymania założonych wartości temperatury nastawy ogrzewania i/lub chłodzenia.

Metoda godzinowa obliczenia zapotrzebowania na energię użytkową budynku wyznaczana dla potrzeb charakterystyki energetycznej ze względu na swą złożoność obliczeniową musi być implementowana w postaci oprogramowania. W części dotyczącej metody godzinowej tego opracowania podano szczegóły różnych sposobów wprowadzenia metody godzinowej do systemu świadectw charakterystyki energetycznej budynków. W skrócie, implementacja metody może polegać na opracowaniu parametrów domyślnych metody godzinowej dla różnych typów budynków lub przyjęcie wartości domyślnych według normy oraz upowszechnieniu oprogramowania, które może powstać na wolnym rynku lub może być rozwijane i rozpowszechniane przez organ państwa wprowadzający system świadectw charakterystyki energetycznej jako oprogramowanie instalowane indywidualnie na komputerach użytkowników lub jako oprogramowanie pracujące w chmurze obliczeniowej uruchamiane poprzez przeglądarki internetowe na komputerach użytkowników. We wszystkich trzech przypadkach oprogramowanie powinno przejść testy weryfikacyjne opisane w normie. Należy tu zaznaczyć, że oprogramowanie metody godzinowej w zasadzie nie powinno opierać się na wypełnianiu formularzy ze względu na bardzo duże ilości danych wejściowych, co może spowodować, że tak zaprojektowany system obliczeniowy metody godzinowej stanie się całkowicie bezużyteczny. Rekomenduje się budowanie oprogramowania wykorzystującego graficzny interfejs użytkownika z wizualizacją 3D modelu budynku.

W ramach ekspertyzy poddano także ocenie metodologię wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii. Dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków, standardy europejskie oraz projekty unijne wspierające wdrożenie w krajach członkowskich dość jasno przedstawiają koncepcję metody zużyciowej. Implementacja EPBD w Szwecji udowodniła, że możliwe jest zbudowanie systemu certyfikacji budynków opartego na tej metodzie. Niestety implementację tej metody w Polsce należy uznać na nieudaną.

Głównymi niedoskonałościami tej implementacji są:

- ▶ ograniczenie jej stosowania jedynie do wąskiej grupy budynków,
- ▶ możliwość określenia charakterystyki energetycznej dla tej grupy przy pomocy dwóch praktycznie nieporównywalnych metod (obliczeniowej i zużyciowej), zachowując jednak ten sam poziom wartości referencyjnych,
- ▶ brak możliwości prawidłowego opracowania zakresu rekomendowanych modernizacji przez audytora,
- ▶ nadmierne uproszczenie metody i zrezygnowanie ze standaryzacji sposobu użytkowania oraz normalizacji warunków pogodowych,
- ▶ stworzenie możliwości wpływania na wynik oceny przez właściciela budynku przy jednoczesnym budowaniu opinii, że jest to metoda dokładna,
- ▶ budowanie przekonania rynku, że metoda obliczeniowa jest mało precyzyjna, a jej wyniki to jedynie szacunki.

W ramach oceny współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej przeprowadzono badania literaturowe oraz analizy obliczeniowe stosowanych/lub możliwych do zastosowania wartości. Zalecane wartości wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej zostały wyliczone dla przeciętnych, dobrze eksploatowanych systemów ciepłowniczych w każdej kategorii. Systemy, które charakteryzują się korzystniejszymi wartościami w_i będą zainteresowane indywidualną kalkulacją oraz promocją tych wartości. Zdajemy sobie sprawę, że istotna część systemów ciepłowniczych, szczególnie w kategorii ciepłownie, charakteryzuje się wyższymi wartościami wskaźników w_i dla swojego ciepła niż podane w tabeli i że stosując zalecane wartości będą miały w ten sposób możliwość „poprawy” swojego wizerunku. Podwyższenie wartości w_i dla ciepła sieciowego do rzeczywistych, istotnie wyższych, może doprowadzić do niepożądanego zjawiska odpływu odbiorców lub wyboru alternatywnego sposobu zasilania w ciepło dla nowych budynków, zabierając przedsiębiorstwom ciepłowniczym czas potrzebny na konieczną modernizację źródeł.

W ramach analizy sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej omówiono aktualny stan prawny w tym zakresie w Polsce i Unii Europejskiej. Następnie poddano ocenie krajowy sposób przedstawiania charakterystyki energetycznej budynku, w zakresie formy i zawartości świadectwa charakterystyki energetycznej. Przystudiowano rozwiązania stosowane w innych krajach europejskich, co pozwoliło na wytypowanie dobrych przykładów – region Walonii w Belgii i Portugalia. Na tej podstawie zaproponowano zawartość nowej wersji krajowego świadectwa. Przygotowano projekt graficzny pierwszej strony świadectwa dla nowego budynku mieszkalnego jednorodzinnego oraz trzech kolejnych stron na przykładzie istniejącego budynku mieszkalnego jednorodzinnego.

W ramach ekspertyzy przeprowadzono również ogólną ocenę stanu istniejącego w krajach EU w odniesieniu do sposobu przedstawiania charakterystyki energetycznej budynku w postaci klas energetycznych. Następnie sformułowano propozycję zastosowania klas energetycznych na krajowym świadectwie. Wzorowano się na wymaganiach normowych oraz rozwiązaniach zagranicznych. Ustalono wartości referencyjne w odniesieniu do wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP i wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED. Ocena obu wskaźników będzie przedstawiona w postaci klas energetycznych na pierwszej stronie świadectwa. Opisano metodologię wyznaczania wartości granicznych dla klas energetycznych oraz obliczono je dla różnych rodzajów budynków.

Przeanalizowano także możliwość wprowadzenia nowych rozwiązań w ramach metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej. W pierwszej kolejności opisano koncepcję metodyki określania wskaźnika wpływu budynku na powstawanie lokalnego smogu. Wskaźnik ten oparty byłby na kilku rodzajach emitowanych zanieczyszczeń, w tym ważnej w przypadku powstawania lokalnego smogu emisji pyłów PM_{2,5} oraz PM₁₀. Zaproponowany wskaźnik ujmuje nie tylko rodzaj źródła energii w budynku (paliwa), lecz także jego charakterystykę energetyczną. W ten sposób może być wskaźnikiem stosowanym w programach wsparcia przedsięwzięć modernizacyjnych, jak np. Czyste Powietrze. Następnym analizowanym elementem była ocena możliwości wprowadzenia ograniczenia udziału kominka na biomasę jako drugiego źródła ciepła w zapotrzebowaniu na ciepło do ogrzewania i przygotowania c.w.u. W analizie pokazano konieczność wprowadzenia takiego ograniczenia a następnie zdefiniowano treść ograniczenia: *„W przypadku zastosowania w budynku nowego dodatkowego źródła ciepła spalającego biomasę (kominek/koza na drewno), wspomagającego ogrzewanie lub przygotowanie ciepłej wody użytkowej, udział tego źródła w pokryciu zapotrzebowania na energię do ogrzewania i przygotowania c.w.u. można wykazywać jedynie dla urządzeń spełniających wymagania sezonowej efektywności energetycznej i emisji*

zanieczyszczeń określone w odpowiednich przepisach rozporządzenia Komisji UE w sprawie ekoprojektu dla tych urządzeń”. Przedstawiono również rozwiązanie pozwalające na łatwą ocenę elementów budynku i jego techniki instalacyjnej w celu zaproponowania działań modernizacyjnych. Ocena odbywałaby się w oparciu o system klas dla każdego ocenianego elementu. Wynik osiągniętej klasy określałby zasadność przeprowadzenia przedsięwzięć modernizacyjnych w zakresie ocenianego elementu. Ostatnim analizowanym rozwiązaniem jest koncepcja narzędzia do wyszukiwania źródeł finansowania przedsięwzięć modernizacyjnych. Rozwiązanie to wspomagałoby opisywany wcześniej system oceny elementów budynku, wspierając właściciela bądź użytkownika w podejmowaniu decyzji o przeprowadzeniu działań modernizacyjnych.

11. Wnioski końcowe

Przeprowadzona analiza wykazała, że w okresie ostatnich ponad 10 lat zaszły daleko idące zmiany. Zmianom uległy zarówno przepisy krajowe, jak i wymagania Dyrektyw UE. Również rozwój techniki oraz modelowania fizyki budynków spowodował, że wiele z obowiązujących przepisów i założeń stało się nieaktualnych. W związku z tym nie można w sposób prosty, zmieniając kilka formuł i wartości domyślnych, dostosować aktualnej metodyki wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynków oraz świadectw charakterystyki energetycznej do metodyki zgodnie z aktualnymi wymaganiami prawnymi i stanem szeroko pojętego postępu technicznego. Zmiany muszą być gruntowne i obejmować nie tylko metody obliczenia, lecz także cały system świadectw charakterystyki energetycznej. Jedynie w ten sposób będzie można wykorzystać w przyszłości metodykę (i system świadectw) nie tylko do wyznaczania charakterystyki energetycznej, lecz także do opracowania audytów energetycznych budynków i ich systemów technicznych. Podejście takie pozwoli na ujednolicenie metod obliczania stosowanych obecnie w różnych celach, a co bardziej istotne uwzględni postęp technologiczny i stopień wyposażenia budynków w nowoczesne technologie oraz integrację budynku z sieciami zewnętrznymi. Poniżej sformułowano bardziej szczegółowe wnioski z przeprowadzonych w ramach ekspertyzy analiz.

Rozwój metod obliczeniowych stosowanych w fizyce budynków oraz postęp w dziedzinie technologii informatycznych oraz aktualizacja pakietu norm europejskich dotyczących obliczeń świadectw charakterystyk budynków wymusza zmiany w aktualnie obowiązującej metodyce obliczeń świadectw charakterystyki energetycznej budynków. Obecny system obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia oparty jest o zmodyfikowaną metodę miesięczną z wycofanej normy PN-EN ISO 13790. Wprowadzone modyfikacje, których celem było uproszczenie metod obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia budynków, prowadzą do błędów metody, co w konsekwencji prowadzi do błędów w wyznaczaniu zapotrzebowania na energię zwłaszcza w stosunku do energii użytkowej chłodzenia. Szczegóły dotyczące wad aktualnej metody obliczania zostały przedstawione w tym opracowaniu. Inną poważną wadą metodyki jest stosowanie jej do wszystkich typów budynków, niezależnie od stopnia złożoności ich konstrukcji i technicznych instalacji. Ta sama metoda jest stosowana do małego budynku jednorodzinnego, jak i w przypadku budynku wysokościowego wyposażonego w nowoczesne rozwiązania technologiczne. W tym opracowaniu przedstawiono propozycję zastosowania różnych metod obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania, chłodzenia, nawilżania i odwilżania w budynkach w zależności od ich typów. W propozycji zmian metodyki obliczania zapotrzebowania na energię użytkową ogrzewania i chłodzenia opisano najprostszą metodę miesięczną obliczenia podstawowego zapotrzebowania na energię ogrzewania i chłodzenia tylko dla budynków mieszkalnych. Metoda ta odwołuje się do metody wyznaczania strumieni powietrza wentylacyjnego, która również została opisana w tym dokumencie. W pozostałych przypadkach rekomenduje się stosowanie norm PN-EN ISO 52016-1 oraz PN-EN ISO 52017-1, które opisują metodę miesięczną i metodę godzinową oraz odnoszą się do całego pakietu norm europejskich, które umożliwiają szczegółowe obliczenia zgodnie z fizyką budynków, z uwzględnieniem wielu zjawisk wymiany ciepła i termodynamiki dla potrzeb wyznaczania zapotrzebowania na energię użytkową budynków, która obejmuje: zapotrzebowanie na energię do ogrzewania pomieszczeń, chłodzenia pomieszczeń, ogrzewania powietrza wentylacyjnego, chłodzenia powietrza wentylacyjnego, nawilżania i odwilżania powietrza wewnętrznego oraz wentylacji. Rekomendacją jest stosowanie narzędzi informatycznych, które implementują zarówno

metodę miesięczną, jak również metodę godzinową. Narzędzia te powinny być poddawane weryfikacji zgodnie z testami opisanymi w normie PN-EN ISO 52016-1. Oprogramowanie komputerowe powinno być wyposażone w graficzny interfejs użytkownika oraz wizualizację tworzonych modeli ze względu na ilość danych wejściowych do obliczeń. Interfejs użytkownika tego typu oprogramowania oparty o dane tabelaryczne spowoduje, że oprogramowanie to będzie niepraktycznie i całkowicie bezużyteczne.

Rozwój techniki instalacyjnej oraz metod obliczeniowych (w tym aktualizacja wielu norm) powoduje konieczność aktualizacji dotychczas stosowanej metodologii określania zapotrzebowania budynków na energię, w szczególności w zakresie przygotowania ciepłej wody użytkowej. W zaprezentowanych w niniejszym opracowaniu modyfikacjach uwzględniono uszczegółowienie jednostkowego zużycia c.w.u. dla różnych typów budynków, zmianę jednostek odniesienia przy jednostkowym zapotrzebowaniu na ciepłą wodę użytkową, a także uwzględniono wpływ rodzaju zastosowanej armatury czerpalnej oraz urządzeń do odzysku ciepła na wielkość zużycia ciepłej wody użytkowej i energii niezbędnej do jej przygotowania. Pozostałe elementy metodyki określania zapotrzebowania na energię do przygotowania ciepłej wody użytkowej zawartej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) nie ulegają zmianom.

Zgodnie z obowiązującą metodyką obliczania zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia miesięczne zyski ciepła obliczane są w zależności od obciążenia cieplnego pomieszczeń wewnętrznymi zyskami ciepła, powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza oraz liczby godzin w poszczególnych miesiącach. Sprawdzono, obliczono i porównano wartości obciążenia cieplnego zyskami ciepła z aktualnego rozporządzenia z metodą brytyjską i metodą estońską. Z przedstawionych przykładów wynika, że w krajowej metodyce należy zapisać konieczność wykonywania obliczeń obciążenia zyskami ciepła dla danego budynku, wraz z podaniem przyjętych założeń, obciążenia zyskami ciepła oraz harmonogramów użytkowania. Niezbędne jest także opracowanie krajowych harmonogramów użytkowania (użytkownicy, urządzenia, oświetlenie), które można przyjąć w przypadku braku informacji na temat sposobu użytkowania budynku oraz podanie krajowych wartości odniesienia dotyczących obciążenia zyskami ciepła dla poszczególnych kategorii: zyski ciepła od ludzi, zyski ciepła od urządzeń i zyski ciepła od oświetlenia, które można stosować w metodyce miesięcznej i godzinowej.

Metodyka obliczania rocznego zapotrzebowania na energię do oświetlenia obejmuje systemy wbudowanej instalacji oświetlenia. Wyznaczenie zapotrzebowania na energię końcową dostarczaną do budynku dla wbudowanej instalacji oświetlenia opiera się o Polską Normę dotyczącą charakterystyki energetycznej budynków. Odwołania i metodyka zaproponowana w normie są poprawne. Ze względu na sformułowanie wymagań w warunkach technicznych na tym etapie nie zaleca się rozszerzenia i włączenia zapotrzebowania na energię przez system oświetlenia w budynkach mieszkalnych. Takie działanie należy rozważyć w przypadku nowelizacji Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065). Należy w rozporządzeniu w sprawie metodologii sporządzania charakterystyki energetycznej zachować obecny układ i przede wszystkim przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku obliczenia opierać o dane projektowe dotyczące mocy zainstalowanego oświetlenia podstawowego, awaryjnego oraz urządzeń sterujących oprawami oświetleniowymi. Jednym elementem do opracowania/zweryfikowania są czasy działania i współczynniki korekcyjne podane w normie PN-EN 15193-1, które powinny zostać opracowane na poziomie krajowym. W przypadku uproszczonej metodyki miesięcznej można stosować aktualny sposób liczenia oparty na wyżej opisanych danych.

W ramach przeprowadzonej analizy porównano metodologię określania sprawności systemów opisaną w obowiązującym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) z alternatywnymi metodami obliczeniowymi przedstawionymi w dostępnych normach. Należy podkreślić, że w przypadku zaproponowania metod obliczeniowych, to właśnie te metody powinny być wykorzystywane do określenia sprawności systemów. Referencyjne wartości podawane w tabelach powinny być wykorzystywane jedynie w przypadku braku danych do obliczeń. Z tego względu wartości podane w tabelach powinny reprezentować przeciętny dolny poziom sprawności, tak aby wykorzystywanie dokładnych metod obliczeniowych pozwalało na wykazanie rzeczywistej, lepszej charakterystyki energetycznej budynku.

W przypadku średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła $\eta_{H,g}$, podstawą analizy powinny być dane dostarczone przez producenta lub dostawcę źródła ciepła, lub w budynkach, w których zostały przeprowadzone kontrole systemu ogrzewania, wyniki tych kontroli. Porównanie podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) sprawności źródeł ciepła z wartościami określonymi na podstawie norm w większości przypadków wykazało dość dobrą zbieżność. Zaproponowane zmiany obejmują:

- ▶ zmianę wartości referencyjnych dla kotłów na paliwa stałe, tak aby uwzględnić zarówno moc kotła jak i wpływ daty produkcji na sprawność wytwarzania,
- ▶ zalecenie wykonywania obliczeń sprawności węzłów ciepłowniczych na podstawie normy PN-EN 15316-4-5.

W przypadku strat ciepła związanych z działaniem systemu regulacji i wykorzystaniem emisji ciepła w pomieszczeniach porównano wartości sprawności przedstawione w tabelach podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) ze sprawnościami obliczonymi dla czterech wariantów budynków, na podstawie normy PN-EN 15316 2-1. Ponieważ wykazano znaczące różnice w wartości sprawności (sięgające 5 pkt. procentowych), zaproponowano wykorzystanie w nowej metodologii metody obliczeniowej opartej o normę PN-EN 15316 2-1.

W przypadku strat ciepła związanych z przesyłem ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej, porównano obie metody określania przesyłu podane w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) z metodą obliczeniową na podstawie normy PN-EN 15316-3:2017. Wykazano znaczne rozbieżności pomiędzy uzyskiwanymi wartościami sprawności, wynikające z uproszczeń przyjętych w metodach podanych w Rozporządzeniu, dlatego też zaleca się zastąpienie metody wskaźnikowej metodą opartą na normie PN-EN 15316-3:2017.

W przypadku instalacji ciepłej wody użytkowej analiza strat ciepła związanych z przesyłem ciepłej wody do zaworów czerpalnych, określonych na podstawie metod określania przesyłu podanych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376), w stosunku do wartości obliczonych metodą na podstawie normy PN-EN 15316-3:2017, wykazała jeszcze większe rozbieżności niż w przypadku przesyłu ciepła na potrzeby ogrzewania. Z tego względu zarekomendowano zastąpienie metody wskaźnikowej metodą opartą o normę PN-EN 15316-3:2017.

W przypadku systemów akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemów c.o. i c.w.u., porównano uzyskane sprawności określone na podstawie obu metod przedstawionych w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) z wartościami obliczonymi na podstawie deklarowanej przez producenta straty postojowej. Ponieważ obliczone wartości sprawności dla wszystkich dostępnych obecnie na rynku klas energetycznych zasobników, w znacznej mierze odbiegają od wartości podanych w tabelach w Rozporządzeniu (Dz.U.

z 2015 poz. 376), a metoda wskaźnikowa nie odpowiada klasom energetycznym zasobników, zaproponowano zastąpienie metody wskaźnikowej metodą opartą o wartość strat postojowych odpowiadających klasie energetycznej zasobnika.

W przypadku systemu chłodzenia potwierdzono prawidłowość opisanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) metody określania sprawności wytwarzania chłodu, dodatkowo zalecono dopuszczenie obliczania SEER źródeł chłodu na podstawie normy PN-EN 14825.

W przypadku metody określania sprawności przesyłu chłodu, potwierdzono prawidłowość metody opisanej w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) dla zdecentralizowanych, typowych układów chłodzenia, w przypadku większych systemów (zdecentralizowanych). zalecono wykorzystanie metody opartej o normę PN-EN 15316-3.

Podane w tabelach w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) wartości sprawności regulacji i wykorzystania dość dobrze odpowiadają rzeczywistości, dlatego też zaleca się pozostawienie metody określania średniej sezonowej sprawności regulacji i wykorzystania chłodu w przestrzeni chłodzonej bez zmian.

Ponieważ w systemach magazynowania chłodu wartość różnicy temperatury pomiędzy czynnikiem w zasobniku a otoczeniem jest znacznie mniejsza niż w przypadku instalacji c.w.u. czy c.o., a zatem różnice w sprawności magazynowania również powinny być mniejsze. Z tego względu, w przypadku braku danych do obliczeń, zaleca się wykorzystanie wartości średniej sezonowej sprawności akumulacji chłodu w elementach pojemnościowych systemu chłodzenia odczytanej z tabeli Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376) pozostawionej bez zmian.

W ekspertyzie przeanalizowano domyślne wartości jednostkowej mocy do napędu urządzeń pomocniczych, czas działania urządzeń, jak również metodykę wyznaczania zapotrzebowania na energię wykorzystującą wskaźnikowe wartości podane w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20. Dla niektórych rodzajów urządzeń, pomp oraz wentylatorów zaleca się zmianę metodyki. W pozostałych przypadkach zaleca się pozostawienie wartości wskaźnikowych jako wartości domyślnych, które mogą zostać zastosowane w przypadku braku dokumentacji projektowej i braku szczegółowych danych technicznych. Wartości domyślne ujęte w Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20 charakteryzują się zawyżonymi wartościami w stosunku do wartości typowych dla obecnych rozwiązań technicznych, co powinno skutkować sporządzaniem charakterystyki energetycznej bazującej głównie na rzeczywistych danych projektowych.

Zaleca się wprowadzenie nowej metodyki wyznaczania rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą dla pomp, stosując dokładniejszą metodykę opisaną w normie PN-EN 15316-3. Proponowana metoda uwzględnia energooszczędne rozwiązania techniczne i może być zastosowana do pomp w różnych systemach wodnych, w tym m.in. pomp obiegowych w instalacji ogrzewania, ciepła technologicznego, wody lodowej czy instalacji solarnej. Umożliwia również obliczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą zarówno na podstawie dokumentacji technicznej, jak również pozwala oszacować niektóre parametry urządzenia i wskaźniki w przypadku braku danych projektowych. W rozdziałach 2.5.1 oraz 2.5.2 szczegółowo opisano metodykę oraz podano wartości domyślne dla pomp obiegowych w instalacji c.o., c.t., w.l. oraz pompy cyrkulacyjnej w instalacji ciepłej wody użytkowej.

Proponowana zmiana w metodyce wyznaczania rocznego zapotrzebowania na energię końcową do napędu wentylatorów, opisana w rozdziale 2.5.2.4, bazuje na wykorzystaniu wskaźnika mocy właściwej wentylatora PSFP. Stosowanie proponowanej metody w prosty,

jasny i dokładny sposób pozwala oszacować zapotrzebowanie na energię pomocniczą do napędów urządzeń wentylacyjnych. Przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku zaleca się korzystanie z wartości wskaźnika PSFP, który jest podawany w dokumentacji technicznej urządzenia. Podano również wartości domyślne, które mogą zostać zastosowane w przypadku braku dokumentacji projektowej i braku szczegółowych danych technicznych.

Przeanalizowano czasy działania urządzeń podane w aktualnym Rozporządzeniu (Dz.U. z 2015 poz. 376) w tabeli 20. Oceniono je jako poprawne i niewymagające zmiany. W ogólnym zaleceniu należy jednak zawsze przyjmować czas działania urządzeń na podstawie danych projektowych i na podstawie przyjętego sposobu działania systemów instalacyjnych. Konsekwentnie zaleca się opracowanie krajowych harmonogramów użytkowania, które mogłyby zostać przyjęte w przypadku braku informacji na temat sposobu użytkowania budynku.

Po przeanalizowaniu i ocenie aktualnie obowiązujących przepisów w zakresie strumienia powietrza wentylacyjnego i wentylacji hybrydowej zidentyfikowano szereg problemów. Niektóre z nich mają charakter formalny (jak np. odwołania do nieadekwatnych norm, nieprecyzyjne wskazania do określania wymaganych wartości, brak uwzględnienia wentylacji hybrydowej), niektóre ograniczają uwzględnienie w obliczeniach nowoczesnych rozwiązań instalacyjnych, w szczególności związanych z systemami wentylacji regulowanymi wg zapotrzebowania, a niektóre powodują, że uzyskany strumień powietrza jest nawet kilkukrotnie niedoszacowany w stosunku do wymogów jakości powietrza wewnętrznego i prawidłowej eksploatacji pomieszczeń.

Po przedstawieniu oceny zaproponowano szereg zmian w dotychczasowej metodologii z Rozporządzenia (Dz.U. z 2015 poz. 376). Zmiany wynikają z jednej strony z dostosowania metody określania średniego strumienia powietrza do zmienionej metody określania zapotrzebowania na ciepło i chłód, a z drugiej likwidują zidentyfikowane dotychczasowe ograniczenia i błędy. Wśród najważniejszych propozycji znajdują się:

- ▶ nowe bardziej szczegółowe podejście do wyznaczania czynnika korekty strumienia powietrza, w szczególności w większym stopniu uwzględniające systemy wentylacyjne sterowane wg zapotrzebowania,
- ▶ dokładniejsze i bardziej odpowiadające wymogom jakości powietrza wewnętrznego i prawidłowej eksploatacji pomieszczeń wyznaczanie podstawowego strumienia powietrza wentylacyjnego,
- ▶ propozycja wyznaczania średniego strumienia powietrza zewnętrznego dla wentylacji hybrydowej,
- ▶ propozycja wyznaczania strumienia powietrza dodatkowego, który obecnie jest niedoprecyzowany albo wyznaczany wg odesłania do nieadekwatnej w tym zakresie normy.

Zaproponowana w rozdziale 2.7.3 metoda wyznaczania średniego strumienia powietrza zewnętrznego jest w pełni zgodna z obowiązującymi Dyrektywami UE – uwzględnia aktualne normy w tym zakresie oraz najnowsze rozwiązania techniczne stosowane w budownictwie.

Wnioski dotyczące oceny metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej opartej na faktycznie zużytej ilości energii określono na podstawie wykazanych niedoskonałości jej implementacji w Polsce. Kierując się chęcią zapewnienia spójności systemu certyfikacji

energetycznej budynków, mając jednocześnie na względzie przedstawione niedoskonałości istniejącej metody, a także jej niewielką popularność, rekomenduje się całkowite zrezygnowanie z metody zużyciowej.

Poniżej przedstawiono wnioski wynikające z oceny wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej.

- ▶ Z uwagi na brak dostępnych i wiarygodnych źródeł dokumentujących wykonanie obliczeń dotyczących wskaźników nakładów energii pierwotnej uwzględniających pełny łańcuch dostaw dla paliw kopalnych oraz innych nośników energii wykorzystywanych na miejscu, rekomenduje się przyjęcie wartości na dotychczasowym poziomie.
- ▶ Proponowana wartość w_i dla miksu elektrycznego w wysokości 2,5 jest rozwiązaniem, które usuwa istniejącą rozbieżność pomiędzy dwoma regulacjami dotyczącymi wyliczania zużycia energii pierwotnej, co jest sytuacją nienormalną. Należy jednak sobie zdawać sprawę, że jest to rozwiązanie czasowe. Przyjęta w 2018 roku przez Parlament Europejski zalecana wartość współczynnika nakładu dla energii elektrycznej w UE wynosi 2,3 i w niedługim czasie trzeba będzie zmienić odpowiednie regulacje krajowe. Można to zrobić od razu, ale wymaga to jednoczesnej zmiany obu rozporządzeń. Obniżenie współczynnika w_i dla energii elektrycznej wpływa korzystnie na charakterystykę energetyczną budynku w przypadku, gdy zasilany jest w ciepło np. pompą ciepła, jednak z drugiej strony powoduje wzrost w_i dla ciepła systemowego produkowanego w elektrociepłowniach. Ponieważ obniżenie wartości wskaźnika oczekiwane jest jak najszybciej, pragmatycznym rozwiązaniem jest przyjęcie wartości 2,5.
- ▶ Wartość w_i dla konkretnego systemu ciepłowniczego należy przyjmować według indywidualnej kalkulacji przeprowadzanej przez przedsiębiorstwo ciepłownicze, udostępnionej na stronie internetowej firmy lub przekazywanej na wniosek osoby sporządzającej charakterystykę energetyczną budynku. W przypadku braku możliwości uzyskania tej wartości należy przyjmować wartość podaną w tabeli 113.

W ramach prac nad sposobem przedstawiania charakterystyki energetycznej budynku przygotowano projekt graficzny świadectwa charakterystyki energetycznej. Zawiera on wartości klas energetycznych na pierwszej stronie oraz ocenę nowych funkcjonalności systemu świadectw charakterystyki energetycznej. Zaproponowane świadectwo jest bardziej przyjazne odbiorcy końcowemu w porównaniu do obecnie stosowanego wzoru z Rozporządzenia (Dz.U. z 2019 poz. 1829). Pozwala na łatwą ocenę parametrów budynku oraz daje jasne wskazówki dotyczące możliwych modernizacji. Rekomenduje się zastąpienie wzoru świadectwa na proponowany w niniejszej ekspertyzie.

W celu łatwiejszego odbioru świadectwa charakterystyki energetycznej przez odbiorcę końcowego, a szczególnie właściciela bądź użytkowników budynku, sformułowano propozycję zastosowania klas energetycznych w odniesieniu do wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP i wskaźnika zapotrzebowania na energię dostarczoną netto ED. Zaproponowane klasy energetyczne pozwalają nie tylko na ocenę budynków efektywnych energetycznie, lecz także takich o dodatnim bilansie energetycznym. Proponuje się implementację zaproponowanych klas energetycznych do krajowego systemu świadectw charakterystyki energetycznej.

Zaproponowano także metodologię oceny efektywności energetycznej przegród, oceny efektywności energetycznej systemów technicznych, oceny ryzyka przegrzewania, oceny

systemu wentylacji oraz oceny szczelności powietrznej obudowy dla budynków mieszkalnych jednorodzinnych. Metodologia była podstawą do sformułowania zaleceń dotyczących poprawy charakterystyki energetycznej budynku. Ocena oraz zalecenia zostały przedstawione na 2 i 3 stronie proponowanego wzoru świadectwa charakterystyki energetycznej budynku.

12. Wykaz źródeł

1. Esser, F. Senfuss, Evaluation of primary energy factor calculation options for electricity. Final Report 13.05.2016, Multiple Framework Service Contract ENER/C3/2013-484.
2. Air quality in Europe – 2019 report, European Environment Agency, 2019, ISBN 978-92-9480-088-6 (<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>).
3. Anna Życzyńska, Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla miejskiego systemu ciepłowniczego ze źródłem ciepła pracującym w skojarzeniu <http://www.ein.org.pl/pl-2013-04-25>.
4. Batóg B., Foryś I., *Prognozowanie zużycia ciepłej i zimnej wody w spółdzielczych zasobach mieszkaniowych*, „Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania” nr 15, Uniwersytet Szczeciński.
5. Bugajski P., Kaczor G. *Struktura zużycia zimnej i ciepłej wody w gospodarstwie jednorodzinnym*, „Infrastruktura i Ekologia terenów Wiejskich” nr 2/2005, PAN, Kraków 2005.
6. Building Performance Institute Europe (BPIE). 2015. “Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2016. Featuring Country Reports.”. ISBN 978-972-8646-32-5.
7. Danish Energy Agency (DEA). 2019. “Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2018. Country Reports.”. ISBN 978-87-93180-43-7.
8. Demonstracyjne skoroszyty obliczeniowe implementujące normy EPB dostępne są pod adresem: <https://epb.center/documents/>.
9. Discussion paper for the REVIEW OF THE DEFAULT PRIMARY ENERGY FACTOR (PEF) REFLECTING THE ESTIMATED AVERAGE EU GENERATION EFFICIENCY REFERRED TO IN ANNEX IV OF DIRECTIVE 2012/27/EU AND POSSIBLE EXTENSION OF THE APPROACH TO OTHER ENERGY CARRIERS, 19/05/2016 <https://static1.squarespace.com/static/57d64e6629687f1a258ec04e/t/>.
10. Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (OJ L 1, 4.1.2003, p. 65–71).
11. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (OJ L 156, 19.6.2018, p. 75–91).
12. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (Tekst mający znaczenie dla EOG) (OJ L 285, 31.10.2009, p. 10–35).

13. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE (OJ L 211, 14.8.2009, p. 55–93).
14. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (OJ L 153, 18.6.2010, p. 13–35).
15. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiany dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchylecia dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE Tekst mający znaczenie dla EOG (OJ L 315, 14.11.2012, p. 1–56).
16. *Efektywność energetyczna w Polsce. Przegląd 2012. Budynki*, Instytut Ekonomii Środowiska, Kraków 2013.
17. *Efektywność energetyczna w Polsce. Przegląd 2013. Domy jednorodzinne*, Instytut Ekonomii Środowiska, Kraków 2014.
18. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, Technical guidance to prepare national emission inventories, ISBN 978-92-9480-098-5, doi:10.2800/293657.
19. EU primary energy factor for electricity – Getting the methodology right <http://www.cogeneurope.eu/images/Joint-Briefing-Paper---EU-PEF-for-electricity---Getting-the-methodology-right---27.03.2018.pdf>.
20. Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2017 i 2018, GUS Warszawa 2019.
21. Grzegorzczak L. Zmiany obciążeń cieplnych budynków niemal zero-energetycznych i ich wpływ na topologię układów grzewczych. Rozprawa doktorska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, Poznań 2019.
22. Hans-Olof Karlsson Hjorth, Roger Antonsson, Tove Lundmark Söderberg, Sofia Wellander, Erik Olsson, Karin Fant, EPBD implementation in Sweden Status December 2016, Conceted Action, Energy Performance of Buildings 2018.
23. <http://renovalue.eu/>.
24. <https://58325548e6f2e12eebd8cc2a/1479693640253/DiscussionPaper20May16.pdf>.
25. https://en.wikipedia.org/wiki/Air_quality_index.
26. https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2019/04/03-CT3_FactSheet_Rescaling.pdf.
27. <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2019/06/12-CT3-Factsheet-EPC-impact-on-property-value.pdf>.
28. <https://nape.pl/pl/budynki-referencyjne-nape>.
29. https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/health_informations.
30. https://qualdeepc.eu/wp-content/uploads/2020/04/QualDeEPC_D2.1_Final_V2.pdf.
31. <https://unearthed.greenpeace.org/2018/05/02/air-pollution-cities-worst-global-data-world-health-organisation/>.

32. <https://www.britannica.com/science/smog>.
33. <https://www.riigiteataja.ee/akt/118012019012>.
34. Implementing the Energy Performance of Buildings Directive – Country Reports 2018, DEA, 2019, ISBN 978-87-93180-43-7 (www.epbd-ca.eu).
35. Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports 2010, Eduardo Maldonado [red.]. (ISBN: 978-92-9202-090-3) <http://www.epbd-ca.org>, European Commission, Brussels. (2011).
36. J.Hogeling. Hoegeling, New standardization project on Primary energy factors and Greenhouse gas emission factors, REHVA Journal, February 2018, s. 56–57.
37. Jensen, O. M., Hansen, M. T., Thomson, K. E., & Wittchen, K. B. (2007). Development of a 2nd generation energy certificate scheme–Danish experience. Hørsholm, Denmark Danish Building Research Institute (SBI).
38. Joint report on air quality, EUROSAT, 2019 (<https://www.eurosai.org/en/databases/audits/Joint-Report-Air-Quality/>).
39. Kasperkiewicz, Krzysztof. (2005). Metoda oceny zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania istniejących budynków mieszkalnych. Prace Instytutu Techniki Budowlanej, 34(3), 15–29.
40. Klimas M., *Metoda wspomaganie wyboru systemu technicznego wyposażenia budynków pasywnych. Rozprawa doktorska*, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska, Poznań 2016.
41. Kurtz-Orecka, K. (2015). Nowa charakterystyka energetyczna–przewodnik. Część 3, Metoda zużyciowa określania charakterystyki energetycznej budynków–analiza przypadku. Rynek Instalacyjny, (5), 19–22.
42. Narowski P., 2008, Podstawy uproszczonej metody godzinowej obliczania ilości ciepła do ogrzewania i chłodzenia budynków. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, 2008, Tom III: 77–84.
43. Narowski P., 2009, Uproszczona metoda godzinowa obliczania ilości ciepła do ogrzewania i chłodzenia budynków. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, 2009, 1 (466): 27–32.
44. Norma ANSI / ASHRAE 140, Standardowa metoda oceny ewaluacji programów komputerowych do analizy energetycznej budynków, 2014
45. Obwieszczenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 13 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego. (Dz.U. z 2018 r. poz. 1935).
46. Ostermeyer, Y.; Camarasa C.; Naegeli, C.; Saraf, S.; Jakob, M.; Palacios, A.; Catenazzi, G.; Wiszniewski, A.; Komerska, A.; Goatman, D.: “Building Market Brief Poland”, ISBN 978-90-827279-5-1.
47. P8_TA(2018)0010 Efektywność energetyczna ***I - Poprawki przyjęte przez Parlament Europejski w dniu 17 stycznia 2018 r. w sprawie wniosku dotyczącego dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniającej dyrektywę 2012/27/UE

w sprawie efektywności energetycznej (COM(2016)0761 – C8-0498/2016 – 2016/0376(COD)) (OJ C 458, 19.12.2018, p. 341–390)

48. Pasela R., Gorączko M. Analiza wybranych czynników kształtujących zużycia wody w budynkach wielorodzinnych. MIDDLE POMERANIAN SCIENTIFIC SOCIETY OF THE ENVIRONMENT PROTECTION. Vol.15, 2013.
49. PN-B-03430:1983/Az3:2000, Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania.
50. PN-EN 12831-1:2017-08 - wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego -- Część 1: Obciążenie cieplne, Moduł M3-3.
51. PN-EN 14785:2009 Ogrzewacze pomieszczeń opalane peletami -- Wymagania i metody badań.
52. PN-EN 14825:2019-03 - wersja angielska Klimatyzatory, agregaty do chłodzenia cieczy oraz pompy ciepła ze sprężarkami napędzanymi elektrycznie, do ogrzewania i chłodzenia pomieszczeń -- Badanie i ocena w warunkach częściowego obciążenia oraz obliczanie wydajności sezonowej.
53. PN-EN 15193-1:2017-08 – wersja angielska Efektywność energetyczna budynków -- Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia -- Część 1: Specyfikacje, Moduł M9.
54. PN-EN 15217:2008 Charakterystyka energetyczna budynków -- Metody wyrażania charakterystyki energetycznej i certyfikacji energetycznej budynków.
55. PN-EN 15250:2009 Akumulacyjne ogrzewacze pomieszczeń na paliwa stałe -- Wymagania i metody badań.
56. PN-EN 15316 4-1:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-1: Źródła ciepła i c.w.u. w pomieszczeniach, instalacje z paleniskami (kotły, biomasa), Moduł M3-8-1, M8-8-1.
57. PN-EN 15316 4-2:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-2: Źródła ciepła w pomieszczeniach, instalacje z pompami ciepła, Moduł M3-8-2, M8-8-2.
58. PN-EN 15316 4-5:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 4-5: Ogrzewanie i chłodzenie zdalaczynne, Moduł M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5.
59. PN-EN 15316-2 2017-06 – wersja angielska, Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 2: Instalacje przekazywania ciepła (grzewcze i chłodzące), Moduł M3-5, M4-5.
60. PN-EN 15316-3:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 3: Instalacje rozproszczenia (c.w.u., ogrzewanie i chłodzenie), Moduł M3-6, M4-6, M8-6.

61. PN-EN 15316-5:2017-06 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło przez instalację i sprawności układu -- Część 5: Ogrzewanie pomieszczeń i instalacje magazynowania c.w.u. (bez chłodzenia), Moduł M3-7, M8-7.
62. PN-EN 16510-1:2018 Mieszkaniowe urządzenia spalające paliwo stałe -- Część 1: Wymagania ogólne i metody badań.
63. PN-EN 16798-3:2017-09 – wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 3: Wentylacja budynków niemieszkalnych -- Wymagania dotyczące właściwości systemów wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń (Moduł M5-1, M5-4).
64. PN-EN 16798-7:2017-07, Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 7: Metody obliczeniowe służące określaniu strumieni objętościowych powietrza w budynkach, włącznie z infiltracją (Moduł M5-5).
65. PN-EN 303-5:2012 Kotły grzewcze -- Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW -- Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie.
66. PN-EN 303-7:2008 Kotły grzewcze -- Część 7: Gazowe kotły grzewcze wyposażone w palniki nadmuchowe o nominalnej mocy nieprzekraczającej 1000 kW.
67. PN-EN ISO 13786:2017-09 – wersja angielska Ciepłe właściwości użytkowe komponentów budowlanych -- Dynamiczne charakterystyki cieplne -- Metody obliczania.
68. PN-EN ISO 13789:2017-10 – wersja polska, Ciepłe właściwości użytkowe budynków -- Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację -- Metoda obliczania).
69. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
70. PN-EN ISO 52000-1:2017-10 - wersja angielska Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Nadrzędna ocena EPB -- Część 1: Ogólne ramy i procedury.
71. PN-EN ISO 52003-1:2017-09 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Wskaźniki, wymagania, ocena i certyfikacja -- Część 1: Ogólne aspekty i zastosowanie do całkowitych energetycznych właściwości użytkowych.
72. PN-EN ISO 52003-1:2017-09 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Wskaźniki, wymagania, ocena i certyfikacja -- Część 1: Ogólne aspekty i zastosowanie do całkowitych energetycznych właściwości użytkowych.
73. PN-EN ISO 52016-1:2017-09 – wersja angielska, Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne -- Część 1: Procedury obliczania.
74. PN-EN ISO 52017-1:2017-10 – wersja angielska, Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Jawne i utajone obciążenia cieplne oraz temperatury wewnętrzne -- Część 1: Ogólne procedury obliczania.

75. PN-EN ISO 13791 (Ciepłne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie temperatury wewnętrznej pomieszczenia w lecie, bez mechanicznego chłodzenia -- Kryteria podstawowe i procedury walidacji).
76. PN-EN ISO 13792 Ciepłne właściwości użytkowe budynków -- Obliczanie temperatury wewnętrznej pomieszczenia w lecie, bez mechanicznego chłodzenia -- Metody uproszczone.
77. PN-EN-15251:2012 - wersja polska, Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego dotyczące projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, obejmujące jakość powietrza wewnętrznego, środowisko ciepłe, oświetlenie i akustykę, zastąpiona przez angielską wersję normy PN-EN 16798-1:2019-06 - wersja angielska Charakterystyka energetyczna budynków -- Wentylacja budynków -- Część 1: Parametry wejściowe środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków w odniesieniu do jakości powietrza wewnętrznego, środowiska ciepłego, oświetlenia i akustyki - Moduł M1-6.
78. Political declaration of the third high-level meeting of the General Assembly on the prevention and control of non-communicable diseases, United Nations General Assembly, 10 October 2018, (https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/73/2).
79. Primary energy factors for electricity in buildings. Toward a flexible electricity supply., © Ecofys 2011 <http://go.leonardo-energy.org/rs/europeancopper/images/PEF-finalreport.pdf>.
80. QualDeEPC "High-quality Energy Performance Assessment and Certification in Europe Accelerating Deep Energy Renovation" projekt Horyzont 2020 nr 847100, <https://qualdeepc.eu/>.
81. Raport z analizy wpływu świadectw energetycznych na wartość nieruchomości i na niemal-zeroenergetyczne budownictwo – dla profesjonalistów z branży nieruchomości, właścicieli i najemców, projekt zebra2020 https://www.zebra2020.eu/website/wp-content/uploads/2014/08/Polish_D32_layout.pdf
82. R.Hitchin, K.E.Thomsen, K.B.Wittchen, Primary Energy Factors and Members States Energy Regulations, <https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2018/04/05-CCT1-Factsheet-PEF.pdf>.
83. Roger Hitchin et all, "Primary Energy Factors and Members States Energy Regulations", Concerted Action EPBD 05 CCTI Factsheet.
84. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 z dnia 4 lipca 2017 r. ustanawiające ramy etykietowania energetycznego i uchylające dyrektywę 2010/30/UE (Tekst mający znaczenie dla EOG), zwane dalej Rozporządzenie 2017/1369/UE.
85. Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 812/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla podgrzewaczy wody, zasobników ciepłej wody użytkowej i zestawów zawierających podgrzewacz wody

i urządzenie słoneczne (Tekst mający znaczenie dla EOG), (Dz.U. L 239 z 6.9.2013, s. 83).

86. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1253/2014 z dnia 7 lipca 2014 r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla systemów wentylacyjnych Tekst mający znaczenie dla EOG (OJ L 337, 25.11.2014, p. 8–26).
87. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 622/2012 z dnia 11 lipca 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 641/2009 w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych wolnostojących i pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych zintegrowanych z produktami Tekst mający znaczenie dla EOG (OJ L 180, 12.7.2012, p. 4–8).
88. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U. z 2017 poz. 1912).
89. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2017 poz. 2285).
90. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2015 poz. 376).
91. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 3 czerwca 2014 r. 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 2014 poz. 45)
92. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065).
93. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2008 poz. 1240).
94. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Dz.U. z 2008 poz. 1238).
95. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 6 września 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2019 poz. 1829).
96. Rozporządzenie Ministra Inwestycji i Rozwoju zmieniającym rozporządzenie w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub

części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2019 poz. 1829).

97. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 3 stycznia 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. z 2013 poz. 45).
98. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2013 poz. 926).
99. Rozządzenie Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 21 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. z 2019, poz. 363).
100. Special Eurobarometer 468: Attitudes of European citizens towards the environment, European Commission, 2017 (http://data.europa.eu/euodp/en/data/dataset/S2156_88_1_468_ENG).
101. Specjał, Aleksandra, & Bartosz, D. (2014). Metoda bilansowa wyznaczania sezonowego zapotrzebowania na ciepło na podstawie dwutygodniowych pomiarów zużycia ciepła w budynku. Instal, 12, 37-43..
102. Uchwała nr 91 Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie przyjęcia „Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii” (M.P. z 2015 poz. 614).
103. Ustawa z dnia 19 września 2007 r. o zmianie ustawy – Prawo Budowlane (Dz.U. z 2007 poz. 1373).
104. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2020 poz. 261).
105. Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. „o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz ustawy o gospodarce nieruchomościami, (Dz.U. z 2009 poz. 1279).
106. Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. z 2020 poz. 213).
107. Wiszniewski Andrzej, Bonder Liliana: *Wskaźnik energii pierwotnej dla ogrzewania scentralizowanego*, w: SIGMA-NOT, Ciepłownictwo, Ogrzewanie, Wentylacja, 2007-7-8.
108. Wiszniewski Andrzej, Bonder Liliana: *Wskaźniki nieodnawialnej energii pierwotnej oraz emisji CO2 dla scentralizowanych i indywidualnych systemów zaopatrzenia w ciepło oraz ogrzewanie budynków*, w: Ciepłownictwo, Ogrzewanie, Wentylacja, vol. 40, 2009, s. 10-16.
109. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń za spalania paliw w kotłach o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, IOŚ-PIB, Warszawa 2015, https://krajowabaza.kobize.pl/docs/male_kotly.pdf.
110. www.uk-ncm.org.uk.
111. www.zebra2020.eu.

112. Wymagania efektywności energetycznej dla pojemnościowych podgrzewaczy wody, Instal Reporter 10/2018.
113. Wyszkowski K.: *Stan powietrza w Polsce – analiza i rekomendacje wynikające z raportu Global Compact „Zrównoważone miasta – życie w zdrowej atmosferze”*, Materiały konferencyjne V Kongresu PORTPC, Warszawa 20.01.2020.
114. Wytyczne projektowania węzłów ciepłych Część 1, VEOLIA ENERGIA WARSZAWA S.A, 2019.
115. X-tendo – eXTENDING the energy performance assessment and certification schemes via a mOdular approach, project Horyzont 2020 nr 845958, <https://x-tendo.eu/>.
116. Zalecenie komisji (UE) 2016/1318 z dnia 29 lipca 2016 r. w sprawie wytycznych dotyczących promowania budynków o niemal zerowym zużyciu energii oraz najlepszych praktyk służących zapewnieniu, aby w terminie do 2020 r. wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii (OJ L 208, 2.8.2016, p. 46–57).
117. Zimny J., Michalak P., Szczotka K. *Zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku szkolnym*, Rynek Instalacyjny nr 11/2010.
118. Zużycie paliw i energii w 2018, GUS Warszawa 2019.

Załączniki