

Politechnika Lubelska  
Wydział Inżynierii Środowiska  
ul. Nadbystrzycka 40B  
20-618 Lublin

TEMAT: **Sposoby określania kosztu maksymalnego  
i minimalnego zakupu ciepła dla lokalu  
w budynku wielolokalowym**

Opracował zespół autorski z Politechniki Lubelskiej, Wydziału Inżynierii Środowiska:  
dr hab. inż. Tomasz Cholewa, prof. uczelni – kierownik pracy, wykonawca  
dr hab. inż. Alicja Siuta-Olcha, prof. uczelni- wykonawca  
dr hab. inż. Anna Życzyńska, prof. uczelni- wykonawca

*Całość niniejszego opracowania została wykonana w ramach umowy nr 65/NN/2022 zawartej w dniu 10.05.2022 pomiędzy Stowarzyszeniem ds. Rozliczania Energii a Politechniką Lubelską.*

**Uwaga:**

*Autorzy tego raportu zastrzegają, że:*

- raport zawiera indywidualne opinie i analizy autorów i nie jest interpretacją Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 07.12.2021 r. w sprawie warunków ustalania technicznej możliwości i opłacalności zastosowania ciepłomierzy, podzielników kosztów ogrzewania oraz wodomierzy do pomiaru ciepłej wody użytkowej, warunków wyboru metody rozliczania kosztów zakupu ciepła oraz zakresu informacji zawartych w indywidualnych rozliczeniach (Dz. U. 2021 r. poz. 2273);*
- raport jest napisany z wykorzystaniem najlepszych dostępnych informacji i możliwie najbardziej obiektywnego osądu. Autorzy nie składają żadnych oświadczeń ani gwarancji, wyraźnych lub dorozumianych, dotyczących kompletności, dokładności lub zastosowania informacji zawartych w przedmiotowym raporcie. Autorzy nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za skutki działania podjętego z wykorzystaniem jakichkolwiek informacji zawartych w przedmiotowym raporcie.*

*Opracowanie zawiera 36 stron*

Lublin, lipiec 2022

## Spis treści

1. Wstęp	3
2. Sposoby określania kosztu maksymalnego zakupu ciepła na potrzeby ogrzewania lokalu w budynku wielolokalowym	5
3. Sposoby określania kosztu minimalnego zakupu ciepła dla lokalu w budynku wielolokalowym	12
4. Przykład obliczeniowy	22
5. Szczególne przypadki określania kosztu maksymalnego i minimalnego ogrzewania	26
6. Podsumowanie	28
7. Literatura	31
8. Załączniki	33

## 1. Wstęp

Na potrzeby określenia maksymalnego i minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu można wykorzystać szereg różnych metod obliczeniowych. Jednak, aby dana metoda wykonywania przedmiotowych obliczeń była z powodzeniem zastosowana w praktyce w istniejących budynkach powinna się charakteryzować następującymi cechami:

- a) metoda powinna być możliwie prosta w zastosowaniu, a jednocześnie możliwie dokładna i zgodna z zasadami wiedzy technicznej obowiązującymi w tym zakresie;
- b) metoda powinna minimalizować dodatkowe nakłady w zakresie kosztów, jak i czasu (w odniesieniu do stanu zastanego w danym obiekcie), które są potrzebne, aby uzyskać dodatkowe informacje na potrzeby ewentualnego zwiększenia dokładności wykonywanych obliczeń;
- c) metoda powinna być w pełni zrozumiała dla osoby (również osoby nie posiadającej szczegółowej wiedzy technicznej i/lub wieloletniej praktyki w tym zakresie), która stosuje daną metodę w konkretnym obiekcie czy też grupie obiektów, aby mogła w przyszłości odpowiedzieć na pojawiające się pytania i wewnętrznie rozwiązać pojawiające się ewentualne problemy.

Zamawiający (Stowarzyszenie ds. Rozliczania Energii), który zrzesza wiele podmiotów zajmujących się rozliczaniem kosztów ogrzewania w Polsce, przekazał, że te podmioty dysponują najczęściej następującymi informacjami:

- powierzchnie mieszkań,
- wartości odczytów z podzielników kosztów ogrzewania,
- typ, wielkość i moc grzejników (na podstawie inwentaryzacji grzejników zamontowanych w poszczególnych lokalach);
- wartość średniej temperatury zewnętrznej w danym sezonie ogrzewania;
- długość trwania sezonu ogrzewania;
- zużycie ciepła przez cały budynek w sezonie ogrzewania,
- projektowe obciążenie cieplne całego budynku oraz poszczególnych lokali (obliczone zgodnie z normą [1], które jest wykorzystywane przez te podmioty do obliczenia współczynników wyrównawczych zużycia ciepła na ogrzewanie wynikających z położenia lokalu w bryle budynku.

Dlatego biorąc powyższe pod uwagę, poniżej przedstawiono (w możliwie prosty sposób) wybrane metody określania maksymalnego i minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu, które w miarę możliwości wykorzystują informacje będące w posiadaniu podmiotów zajmujących się rozliczaniem kosztów ogrzewania.

Dokonano również porównania przedstawionych metod obliczeniowych z limitami minimalnego i maksymalnego zużycia ciepła (wykorzystywanego na potrzeby określenia minimalnego i maksymalnego kosztu ogrzewania), wyrażonymi zależnością procentową (50% i 250%) od średniej wartości w danym budynku, jakie są stosowane w Polsce przez niektóre spółdzielnie mieszkaniowe.

## 2. Sposoby określania kosztu maksymalnego zakupu ciepła na potrzeby ogrzewania lokalu w budynku wielolokalowym

Na potrzeby określenia maksymalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu (rozumianego jako wartość zużycia ciepła na dany lokal wynikającą z technicznych możliwości dostawy ciepła do lokalu w danym sezonie ogrzewczym) można wykorzystać różne metody obliczeniowe (również te wykorzystujące zaawansowane programy symulacyjne np. TRNSYS, EnergyPlus). Wybrane metody przedstawiono poniżej.

### 2.1. Metoda wykorzystująca moc zainstalowanych grzejników ( $K_{maks}^I$ )

Na potrzeby określenia kosztu maksymalnego można wykorzystać metodę (oznaczoną jako  $K_{maks}^I$ ), która bazuje na mocy cieplnej grzejników ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) w danym lokalu.

Grzejniki w tych przypadkach zapewniają pokrycie całkowitych strat ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane, jak i związanych z podgrzewem powietrza wentylacyjnego (w przypadku powszechnie stosowanej w istniejących budynkach wentylacji naturalnej czy też mechanicznej wyciągowej). W przypadku wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, która obecnie jest rzadko stosowana w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych, grzejniki nie dostarczają mocy cieplnej na potrzeby podgrzewu powietrza wentylacyjnego.

#### *Krok 1 – Określenie mocy cieplnej grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ )*

Łączna moc cieplna grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) powinna być określona dla aktualnych parametrów pracy danej instalacji ogrzewczej w budynku. Dlatego moc cieplną grzejników należy przyjąć dla aktualnych wartości temperatury czynnika roboczego na zasileniu ( $t_z$ ) i powrocie ( $t_p$ ) przy projektowej temperaturze zewnętrznej w danej lokalizacji budynku ( $t_e$ ) oraz obliczeniowej wartości temperatury wewnętrznej ( $t_i$ ) w danym pomieszczeniu ogrzewanym.

Biorąc powyższe pod uwagę można wyodrębnić następujące przypadki występujące w praktyce inżynierskiej w tym zakresie:

a) budynek nie był poddawany termomodernizacji i istniejąca instalacja ogrzewcza pracuje przy projektowych wartościach temperatury czynnika roboczego na zasileniu i powrocie (np. w starszych instalacjach ogrzewczych:  $t_z / t_p = 90/70^\circ\text{C}$ ,  $80/60^\circ\text{C}$ ).

W takim przypadku należy przyjmować do dalszych obliczeń (patrz poniżej) moce grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) z projektu technicznego instalacji ogrzewczej (jeśli jest dostępny) lub przeprowadzić inwentaryzację grzejników w poszczególnych pomieszczeniach ogrzewanych. Następnie z karty katalogowej danego producenta i danego grzejnika oraz aktualnych parametrów pracy instalacji ogrzewczej ( $t_z/t_p$ ), jak i dla obliczeniowej wartości temperatury wewnętrznej ( $t_i$ ) w danym pomieszczeniu ogrzewanym (można przyjąć  $t_i=20^\circ\text{C}$ ), odczytuje się jego moc cieplną.

b) budynek był poddany termomodernizacji, ale istniejąca instalacja ogrzewcza pracuje nadal przy projektowych wartościach temperatury czynnika roboczego na zasileniu i powrocie (np. w starszych instalacjach ogrzewczych:  $t_z/t_p = 90/70^\circ\text{C}$ ,  $80/60^\circ\text{C}$ ). Zatem nie obniżono krzywej grzania w regulatorze pogodowym źródła ciepła w porównaniu do okresu przed termomodernizacją.

W takim przypadku należy przyjmować do dalszych obliczeń (patrz poniżej) moce grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) z projektu technicznego instalacji ogrzewczej (jeśli jest dostępny) lub przeprowadzić inwentaryzację grzejników w poszczególnych pomieszczeniach ogrzewanych. Następnie z karty katalogowej danego producenta i danego grzejnika oraz aktualnych parametrów pracy instalacji ogrzewczej ( $t_z/t_p$ ), jak i dla obliczeniowej wartości temperatury wewnętrznej ( $t_i$ ) w danym pomieszczeniu ogrzewanym (można przyjąć  $t_i=20^\circ\text{C}$ ), należy odczytać jego moc cieplną. Zatem w tym przypadku należy przyjmować do dalszych obliczeń moce cieplne grzejników przed modernizacją obudowy budynku, ponieważ grzejniki będą nadal w stanie przekazać taką moc cieplną do pomieszczeń, na jaką były wcześniej dobrane.

c) budynek był poddany termomodernizacji i istniejąca instalacja ogrzewcza pracuje przy nowych wartościach temperatury czynnika roboczego na zasileniu i powrocie (np.  $t_z/t_p = 70/55^\circ\text{C}$ ,  $65/50^\circ\text{C}$ ). Zatem po wykonaniu termomodernizacji obudowy danego budynku obniżono krzywą grzania w regulatorze pogodowym źródła ciepła w porównaniu do okresu przed termomodernizacją.

W takim przypadku należy przyjmować do dalszych obliczeń (patrz poniżej) moce grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) zaktualizowane do danych warunków pracy instalacji ogrzewczej po obniżeniu krzywej grzania. Następnie z karty katalogowej danego producenta i danego grzejnika oraz aktualnych parametrów pracy instalacji ogrzewczej ( $t_z/t_p$ ), jak i dla obliczeniowej wartości temperatury wewnętrznej ( $t_i$ ) w danym pomieszczeniu ogrzewanym (można przyjąć  $t_i=20^\circ\text{C}$ ), należy odczytać jego moc cieplną.

d) budynek nie był poddany termomodernizacji, ale istniejąca instalacja ogrzewcza pracuje przy nowych wartościach temperatury czynnika roboczego na zasileniu i powrocie (np.  $t_z/t_p = 70/55^\circ\text{C}$ ,  $65/50^\circ\text{C}$ ). Zatem w trakcie eksploatacji budynku obniżono krzywą grzania w regulatorze pogodowym źródła ciepła w porównaniu do okresu wcześniejszego.

W takim przypadku należy przyjmować do dalszych obliczeń (patrz poniżej) moce grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{\text{grzejniki}}$ ) zaktualizowane do danych warunków pracy instalacji ogrzewczej po obniżeniu krzywej grzania. Następnie z karty katalogowej danego producenta i danego grzejnika oraz aktualnych parametrów pracy instalacji ogrzewczej ( $t_z/t_p$ ), jak i dla obliczeniowej wartości temperatury wewnętrznej ( $t_i$ ) w danym pomieszczeniu ogrzewanym (można przyjąć  $t_i=20^\circ\text{C}$ ), należy odczytać jego moc cieplną.

e) w budynku wymieniono grzejniki na nowe (najczęściej o mniejszej mocy z uwagi na równocześnie prowadzony proces termomodernizacji obudowy budynku). W takim przypadku należy przyjmować do dalszych obliczeń (patrz poniżej) moce grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{\text{grzejniki}}$ ) dla danych warunków pracy instalacji ogrzewczej. Dlatego z karty katalogowej danego producenta i danego grzejnika oraz aktualnych parametrów pracy instalacji ogrzewczej ( $t_z/t_p$ ), jak i dla obliczeniowej wartości temperatury wewnętrznej ( $t_i$ ) w danym pomieszczeniu ogrzewanym (można przyjąć  $t_i=20^\circ\text{C}$ ), należy odczytać jego moc cieplną (moce cieplne tych grzejników mogą być również zawarte w dokumentacji modernizacji danej instalacji ogrzewczej).

*Krok 2 – Wyznaczenie wartości maksymalnej energii użytkowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{H,nd}^{maks}$ )*

Wartość maksymalnej energii użytkowej do ogrzania danego lokalu w danym sezonie ogrzewczym do temperatury wewnętrznej maksymalnej ( $t_i^{maks}$ ), czyli takiej, którą można ustawić na głowicy termostatycznej lub innym urządzeniu regulacji miejscowej zastosowanym w danym lokalu, można określić przy wykorzystaniu **równania 2.1**, które pozwala w uproszczony sposób na przejście z wartości mocy cieplnej na zapotrzebowanie na ciepło i w podobnej formie jest również wykorzystywane w rozporządzeniu [2].

Dlatego też należy sprawdzić, jaką maksymalną temperaturę wewnętrzną w pomieszczeniu ogrzewanym można ustawić przy zastosowaniu danego rodzaju głowic termostatycznych występujących w pomieszczeniach ogrzewanych w danym budynku.

Najczęściej maksymalna temperatura wewnętrzna, którą można ustawić na powszechnie stosowanych głowicach termostatycznych, ma wartość na poziomie  $26^\circ\text{C}$  lub nawet  $28^\circ\text{C}$ .

Biorąc to pod uwagę istnieją teoretycznie techniczne możliwości zapewnienia takiej wartości temperatury wewnątrz pomieszczenia ogrzewanego (szczególnie w przypadku wartości temperatury zewnętrznej niższej od obliczeniowej w danej strefie klimatycznej).

W przypadku braku informacji odnośnie typu zainstalowanych głowic termostatycznych czy też braku dostępu do archiwalnych kart katalogowych zastosowanych głowic termostatycznych, można przyjąć wartość  $t_i^{maks}$  na poziomie minimum 24°C.

$$Q_{H,nd}^{maks} = 8,64 \cdot Sd_{rz}^{t_i^{maks}} \cdot \frac{\Sigma Q_{grzejniki}}{t_i - t_e} \cdot 10^{-5} \left[ \frac{GJ}{rok} \right] \quad (2.1)$$

gdzie:

$Sd_{rz}^{t_i^{maks}}$  - liczba stopniodni dla temperatury wewnętrznej maksymalnej ( $t_i^{maks}$ ), obliczona zgodnie z **równaniem 2.2**, K · d/rok,

$\Sigma Q_{grzejniki}$  – moc cieplna grzejników zastosowanych w danym lokalu dla aktualnej temperatury czynnika ogrzewczego na zasileniu i powrocie przy projektowej temperaturze zewnętrznej w danej lokalizacji budynku, W,

$t_i$  - projektowa temperatura wewnętrzna w pomieszczeniach ogrzewanych w danym lokalu,  $t_i = 20^\circ\text{C}$ ,

$t_e$  - projektowa temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji budynku, przyjmowana w zależności od strefy klimatycznej, na przykład według normy [1], °C.

$$Sd_{rz}^{t_i^{maks}} = L_{dsez} \cdot (t_i^{maks} - t_e^{rz}) \text{ [K} \cdot \text{d/rok]} \quad (2.2)$$

gdzie:

$L_{dsez}$  – liczba dni sezonu ogrzewczego według danych meteorologicznych, d/rok,

$t_i^{maks}$  – temperatura wewnętrzna maksymalna, którą można ustawić na głowicy termostatycznej lub innym urządzeniu regulacji miejscowej zastosowanym w danym lokalu, °C,

$t_e^{rz}$  – rzeczywista, średnia temperatura zewnętrzna w danym sezonie ogrzewczym, °C.

Liczbę dni sezonu ogrzewczego w danej lokalizacji budynku ( $L_{dsez}$ ) można przyjmować na podstawie faktycznej daty rozpoczęcia i zakończenia danego sezonu ogrzewczego, która wynika z daty uruchomienia i zakończenia dostawy ciepła na potrzeby ogrzewania przez dostawcę ciepła w danej lokalizacji. Jednak jeśli nie byłoby takich danych, to można w ostateczności przyjąć tę wartość na podstawie tabeli 1 z załącznika nr 1 część 3 do rozporządzenia [2].



Rzeczywistą, średnią temperaturę zewnętrzną w danym sezonie ogrzewczym ( $t_e^{rz}$ ) można przyjąć na podstawie własnych pomiarów, pomiarów prowadzonych przez dostawcę ciepła, pomiarów prowadzonych przez stację meteorologiczną, która występuje w możliwie bliskiej lokalizacji danego budynku lub można przyjąć na podstawie informacji zawartych w Biuletynie Monitoringu Klimatu Polski [3].

*Krok 3 – Wyznaczenie wartości maksymalnej energii końcowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{kH}^{maks}$ )*

Wyznaczenie maksymalnej energii końcowej do ogrzania danego mieszkania w danym sezonie ogrzewczym do temperatury wewnętrznej maksymalnej ( $t_i^{maks}$ ) można wykonać przy pomocy **równania 2.3**.

$$Q_{kH}^{maks} = \frac{Q_{H,nd}^{maks}}{\eta_{systemu}} \left[ \frac{GJ}{rok} \right] \quad (2.3)$$

gdzie:

$\eta_{systemu}$  - średnia sezonowa sprawność całkowita systemu ogrzewania w danym budynku, którą można obliczyć przy wykorzystaniu **równania 2.4**.

$$\eta_{systemu} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \quad (2.4)$$

gdzie:

$\eta_{H,g}$  – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła,

$\eta_{H,s}$  – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewczego budynku,

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

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

Wartości poszczególnych średnich sprawności systemu ogrzewania można przyjmować na podstawie rozporządzenia [4] oraz zostały one zamieszczone również w **załączniku nr 1** do niniejszego opracowania.

Uwaga: jeśli przedmiotowa metoda byłaby wykorzystana w procesie rozliczania kosztów ogrzewania w budynkach, to należy sprawdzić w regulaminach rozliczeń, co składa się na

koszty stałe, a co na koszty zmienne w danym budynku. Może to skutkować tym, że w procesie obliczeniowym nie będą uwzględniane wszystkie powyższe sprawności.

Jednak rekomenduje się uwzględnić w tym procesie obliczeniowym przynajmniej wartości  $\eta_{H,d}$  oraz  $\eta_{H,e}$ , które mają wpływ na ilość ciepła dostarczanego do budynku i lokali. W przypadku występowania zysków ciepła od przewodów nieizolowanych w danym lokalu, które mogą powodować wzrost temperatury powietrza wewnętrznego w lokalu, nastąpi wówczas ograniczenie przepływu czynnika roboczego przez grzejniki dzięki zastosowanej armaturze regulacyjnej (np. zawory termostatyczne).

## **2.2. Metoda wykorzystująca wartość projektowego obciążenia cieplnego w danych lokalach ( $K_{maks}^2$ )**

Na potrzeby określenia kosztu maksymalnego ogrzewania danego lokalu, gdy nie ma informacji o aktualnej mocy zainstalowanych grzejników, można wykorzystać metodę (oznaczoną jako  $K_{maks}^2$ ), która bazuje na wartościach projektowego obciążenia cieplnego ( $\Phi_{HL}$ ) wyznaczonego dla poszczególnych lokali w danym budynku.

*Uwaga:*

- jeśli budynek jest po termomodernizacji, ale krzywa ogrzewania nie została obniżona, to należy przyjąć  $\Phi_{HL}$  dla warunków przed termomodernizacją, ponieważ grzejniki będą nadal w stanie przekazać taką moc cieplną do pomieszczenia ogrzewanego;
- jeśli budynek jest po termomodernizacji i krzywa ogrzewania została obniżona i/lub wymieniono grzejniki na mniejsze, to należy przyjąć  $\Phi_{HL}$  dla warunków po termomodernizacji.

*Krok 1 – Przejście z wartości projektowego obciążenia cieplnego w danym lokalu ( $\Phi_{HL}$ ) na moc cieplną grzejników w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ )*

Na potrzeby przejścia z wartości projektowego obciążenia cieplnego w danym lokalu ( $\Phi_{HL}$ ) na moc cieplną grzejników ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) wykorzystano **równanie 2.5**.

$$\Sigma Q_{grzejniki} = 1,25 \cdot \Phi_{HL} [W] \quad (2.5)$$

Wartość 1,25 w **równaniu 2.5** została przyjęta na podstawie wiedzy technicznej wykorzystywanej w procesie projektowania instalacji ogrzewczych w budynkach

(w szczególności doboru grzejników konwekcyjnych), ponieważ przy doborze grzejników uwzględnia się:

- wpływ zastosowania zaworu termostatycznego poprzez zwiększenie mocy cieplnej grzejnika o 15%;

- wpływ osłony grzejnika (np. parapet): przyjęto średnią wartość zwiększenia mocy cieplnej grzejnika z tego tytułu na poziomie 5%;

- wpływ schłodzenia czynnika ogrzewczego na odcinku źródło ciepła-odbiornik ciepła: przyjęto średnią wartość zwiększenia mocy cieplnej grzejnika z tego tytułu na poziomie 5%.

Dodatkowo należy podkreślić, że zazwyczaj projektanci dobierają moc cieplną grzejników jeszcze wyższą niż umowna moc cieplna grzejnika, dlatego w rzeczywistości grzejniki mogą mieć moc cieplną jeszcze wyższą niż zapisana **równaniem 2.5**.

Po określeniu mocy cieplnej grzejników zainstalowanych w danym lokalu ( $\Sigma Q_{grzejniki}$ ) należy wykonać dalsze obliczenia analogicznie, jak w metodzie ( $K_{maks}^I$ ) opisanej w **rozdziale 2.1**, w szczególności według kroku 2 oraz kroku 3.

### 3. Sposoby określania kosztu minimalnego zakupu ciepła na potrzeby ogrzewania lokalu w budynku wielolokalowym

Na potrzeby określenia minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu (rozumianego jako wartość zużycia ciepła do ogrzania lokalu konieczną do utrzymania w nim wartości temperatury obliczeniowej nie niższej niż temperatury obliczeniowe ogrzewanych pomieszczeń) można również wykorzystać różne metody obliczeniowe. Wybrane z nich przedstawiono poniżej.

Zgodnie z §134 ust. 6 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz.U. 2002 poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) [5] „*Urządzenia, o których mowa w ust. 5, powinny umożliwić użytkownikom uzyskanie w pomieszczeniach temperatury niższej od obliczeniowej, przy czym nie niższej niż 16°C w pomieszczeniach o temperaturze obliczeniowej 20°C i wyższej*”, dlatego minimalną temperaturę wewnętrzną ( $t_i^{min}$ ) w pomieszczeniach mieszkalnych w budynkach wielorodzinnych można przyjąć na poziomie 16°C.

#### 3.1. Metoda wykorzystująca wartość rocznego zapotrzebowania na ciepło w danym lokalu ( $K_{min}^I$ )

*Krok 1 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii użytkowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{H,nd}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym*

Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}$ ) w danym lokalu dla minimalnej temperatury wewnętrznej ( $t_i^{min}=16^\circ\text{C}$ ) oblicza się (na przykład przy wykorzystaniu programów wspomagających projektowanie, przykładowo *Audytor OZC*) dla danych z tak zwanego standardowego sezonu ogrzewczego w danej lokalizacji. Dane do obliczeń energetycznych dla standardowego roku (w tym przypadku sezonu ogrzewczego) są zamieszczone na stronie internetowej [6] i zostały opracowane na podstawie wieloletnich obserwacji warunków meteorologicznych w danej lokalizacji w Polsce.

Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}$ ) wyznacza się w programach wspomagających projektowanie, zgodnie z metodyką podaną w normie [7]. Norma ta wciąż jest wykorzystywana w praktyce inżynierskiej, pomimo jej wycofania z dniem 29.09.2017 roku. Jest to związane z faktem, że obecnie obowiązująca norma [8] nie ma wersji

w języku polskim i nie została jeszcze ujęta w powszechnie wykorzystywanych programach wspomagających prace inżynierskie.

W obliczeniach sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}$ ) danego lokalu uwzględniana jest również ilość ciepła potrzebna do podgrzewu powietrza wentylacyjnego (w przypadku powszechnie stosowanej w istniejących budynkach wentylacji naturalnej czy też mechanicznej wyciągowej). W przypadku wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, która obecnie jest rzadko stosowana w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych, grzejniki nie dostarczają mocy cieplnej na potrzeby podgrzewu powietrza wentylacyjnego.

Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjmowana przy przedmiotowych obliczeniach w przypadku wentylacji naturalnej może być określona przy założeniu krotności wymiany powietrza na poziomie 0,5 1/h, co jest wskazane w normie [1]. Szczególnie, że w większości istniejących budynków (po wymianie stolarki okiennej) obserwuje się znaczne problemy z poprawnym działaniem wentylacji naturalnej i krotności wymiany powietrza mogą być niższe niż obliczeniowe.

W tych obliczeniach można również przyjąć strumień powietrza wentylacyjnego (szczególnie w przypadku zastosowania w danym budynku wentylacji mechanicznej wyciągowej w pomieszczeniu kuchni i łazienki) na podstawie normy [9]. W takim przypadku przyjmuje się, że strumień powietrza wentylacyjnego jest równy strumieniowi powietrza usuwanego z pomieszczeń w następujących ilościach, np.:

- łazienka (z WC lub bez): 50 m<sup>3</sup>/h,
- wydzielone WC: 30 m<sup>3</sup>/h,
- kuchnia z oknem zewnętrznym, wyposażona w kuchenkę gazową lub węglową: 70 m<sup>3</sup>/h,
- kuchnia z oknem zewnętrznym, wyposażonej w kuchenkę elektryczną: 30 m<sup>3</sup>/h w mieszkaniu do 3 osób; 50 m<sup>3</sup>/h w mieszkaniu dla więcej niż 3 osób,
- kuchnia bez okna zewnętrznego wyposażona w kuchnię elektryczną: 50 m<sup>3</sup>/h.

#### *Krok 2 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii użytkowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{H,nd}^{min}$ ) w danym sezonie ogrzewczym*

Po określeniu sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}$ ) w danym lokalu dla minimalnej temperatury wewnętrznej ( $t_i^{min}=16^{\circ}\text{C}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym, co jest najczęściej wykonywane za pomocą programu wspomagającego obliczenia inżynierskie (patrz krok 1 powyżej), należy przejść z sezonowego

zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}$ ) w danym lokalu w standardowym sezonie ogrzewczym na wartość sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}^{min}$ ) w danym lokalu w danym (aktualnym) sezonie ogrzewczym przy wykorzystaniu **równania 3.1**.

$$Q_{H,nd}^{min} = Q_{H,nd} \cdot \frac{Sd_{rz}^{t_i^{min}}}{Sd_{obl}^{t_i^{min}}} \left[ \frac{GJ}{rok} \right] \quad (3.1)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}$  - sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji w danym lokalu dla minimalnej temperatury wewnętrznej ( $t_i^{min}=16^{\circ}C$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym, GJ/rok,

$Sd_{rz}^{t_i^{min}}$  - liczba stopniodni dla temperatury wewnętrznej minimalnej ( $t_i^{min}$ ) w danym (aktualnym) sezonie ogrzewczym, obliczona zgodnie z **równaniem 3.2**, K · d/rok,

$Sd_{obl}^{t_i^{min}}$  - liczba stopniodni dla temperatury wewnętrznej minimalnej ( $t_i^{min}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym, obliczona zgodnie z **równaniem 3.3**, K · d/rok,

$$Sd_{rz}^{t_i^{min}} = L_{dsez} \cdot (t_i^{min} - t_e^{rz}) [K \cdot d/rok] \quad (3.2)$$

gdzie:

$L_{dsez}$  – liczba dni sezonu ogrzewczego według danych meteorologicznych w danym (aktualnym sezonie ogrzewczym), d/rok,

$t_i^{min}$  – temperatura wewnętrzna minimalna, którą można ustawić na głowicy termostatycznej lub innym urządzeniu regulacji miejscowej zastosowanym w danym lokalu,  $t_i^{min}=16^{\circ}C$ ,

$t_e^{rz}$  – rzeczywista, średnia temperatura zewnętrzna w danym sezonie ogrzewczym,  $^{\circ}C$ .

Liczbę dni sezonu ogrzewczego w danej lokalizacji budynku ( $L_{dsez}$ ) można przyjmować na podstawie faktycznej daty rozpoczęcia i zakończenia danego sezonu ogrzewczego, która wynika z daty uruchomienia i zakończenia dostawy ciepła na potrzeby ogrzewania przez dostawcę ciepła w danej lokalizacji. Jednak jeśli nie byłoby takich danych, to można przyjąć w ostateczności tę wartość na podstawie tabeli 1 z załącznika nr 1 część 3 do rozporządzenia [2].

Rzeczywistą, średnią temperaturę zewnętrzną w danym sezonie ogrzewczym ( $t_e^{rz}$ ) można przyjąć na podstawie własnych pomiarów, pomiarów prowadzonych przez dostawcę ciepła, pomiarów prowadzonych przez stację meteorologiczną, która występuje w możliwie bliskiej lokalizacji danego budynku lub można przyjąć na podstawie informacji zawartych w Biuletynie Monitoringu Klimatu Polski [3].

$$Sd_{obl}^{t_i^{min}} = L_{dsez}^{st} \cdot (t_i^{min} - t_e^{st}) \text{ [K} \cdot \text{d/rok]} \quad (3.3)$$

gdzie:

$L_{dsez}^{st}$  – liczba dni sezonu ogrzewczego według danych meteorologicznych w standardowym sezonie ogrzewczym, d/rok,

$t_i^{min}$  – temperatura wewnętrzna minimalna, którą można ustawić na głowicy termostatycznej lub innym urządzeniu regulacji miejscowej zastosowanym w danym lokalu,  $t_i^{min}=16^\circ\text{C}$ ,

$t_e^{st}$  – średnia temperatura zewnętrzna w standardowym sezonie ogrzewczym,  $^\circ\text{C}$ .

Liczbę dni sezonu ogrzewczego dla standardowego sezonu ogrzewczego ( $L_{dsez}^{st}$ ) można przyjmować na podstawie tabeli 1 z załącznika nr 1 część 3 do rozporządzenia [2].

Z kolei średnią temperaturę zewnętrzną w standardowym sezonie ogrzewczym ( $t_e^{st}$ ) można przyjąć na podstawie danych do obliczeń energetycznych dla standardowego roku (w tym przypadku sezonu ogrzewczego), które są zamieszczone na stronie internetowej [6].

*Krok 3 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii końcowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{kH}^{min}$ ) w danym sezonie ogrzewczym*

Wyznaczenie minimalnej energii końcowej do ogrzania danego mieszkania w danym sezonie ogrzewczym do temperatury wewnętrznej równej  $t_i=16^\circ\text{C}$  można określić za pomocą **równania 3.4**.

$$Q_{kH}^{min} = \frac{Q_{H,nd}^{min}}{\eta_{systemu}} \left[ \frac{\text{GJ}}{\text{rok}} \right] \quad (3.4)$$

gdzie:

$\eta_{systemu}$  – średnia sezonowa sprawność systemu ogrzewania w danym budynku, którą można obliczyć przy wykorzystaniu **równania 3.5**.

$$\eta_{systemu} = \eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e} \quad (3.5)$$

gdzie:

$\eta_{H,g}$  – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła,

$\eta_{H,s}$  – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewczego budynku,

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

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

Wartości poszczególnych średnich sprawności systemu ogrzewania można przyjmować na podstawie rozporządzenia [4] oraz zostały one zamieszczone również w **załączniku nr 1** do niniejszego opracowania.

Uwaga: jeśli przedmiotowa metoda byłaby wykorzystana w procesie rozliczania kosztów ogrzewania w budynkach, to należy sprawdzić w regulaminach rozliczeń, co składa się na koszty stałe, a co na koszty zmienne w danym budynku. Może to skutkować tym, że w procesie obliczeniowym nie będą uwzględniane wszystkie powyższe sprawności.

Jednak rekomenduje się uwzględnić w tym procesie obliczeniowym przynajmniej wartości  $\eta_{H,d}$  oraz  $\eta_{H,e}$ , które mają wpływ na ilość ciepła dostarczanego do budynku i lokali. W przypadku występowania zysków ciepła od przewodów nieizolowanych w danym lokalu, które mogą powodować wzrost temperatury powietrza wewnętrznego w lokalu, nastąpi wówczas ograniczenie przepływu czynnika roboczego przez grzejniki dzięki zastosowanej armaturze regulacyjnej (np. zawory termostatyczne).

### **3.2. Metoda wykorzystująca wartość projektowego obciążenia cieplnego w danych lokalach ( $K_{min}^2$ )**

*Krok 1 – Określenie projektowego obciążenia cieplnego w danych lokalach ( $\Phi_{HL}$ )*

Na potrzeby określenia kosztu minimalnego ogrzewania danego lokalu, gdy nie ma możliwości obliczenia sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}$ ) w danym lokalu, można wykorzystać metodę (oznaczoną jako  $K_{min}^2$ ), która bazuje na wartościach projektowego obciążenia cieplnego ( $\Phi_{HL}$ ) wyznaczonego dla poszczególnych lokali w danym budynku dla warunków obliczeniowych i  $t_i = 20^\circ\text{C}$ .



*Uwaga:* jeśli budynek jest po termomodernizacji, ale krzywa ogrzewania nie została obniżona, to należy mimo to przyjąć do obliczeń  $\Phi_{HL}$  określone dla warunków obliczeniowych ( $t_i = 20^\circ\text{C}$ ) dla stanu po termomodernizacji.

*Krok 2 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii użytkowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{H,nd}^{min}$ ) w danym sezonie ogrzewczym*

Wartość minimalną energii użytkowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{H,nd}^{min}$ ) w danym sezonie ogrzewczym można określić przy wykorzystaniu **równania 3.6**.

$$Q_{H,nd}^{min} = 8,64 \cdot Sd_{rz}^{t_i^{min}} \cdot \frac{\Phi_{HL}}{t_i - t_e} \cdot 10^{-5} \left[ \frac{\text{GJ}}{\text{rok}} \right] \quad (3.6)$$

gdzie:

$Sd_{rz}^{t_i^{min}}$  - liczba stopniodni dla temperatury wewnętrznej minimalnej ( $t_i^{min}$ ), obliczona zgodnie z **równaniem 3.2**,  $\text{K} \cdot \text{d}/\text{rok}$ ,

$\Phi_{HL}$  – projektowe obciążenie cieplne dla danego lokalu przy projektowej temperaturze zewnętrznej w danej lokalizacji budynku oraz  $t_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $\text{W}$ ,

$t_i$  - projektowa temperatura wewnętrzna w pomieszczeniach ogrzewanych w danym lokalu,  $t_i = 20^\circ\text{C}$ ,

$t_e$  - projektowa temperatura zewnętrzna w danej lokalizacji budynku, przyjmowana w zależności od strefy klimatycznej, na przykład według normy [1],  $^\circ\text{C}$ .

Po określeniu wartości minimalnej energii użytkowej do ogrzania danego lokalu ( $Q_{H,nd}^{min}$ ) w danym sezonie ogrzewczym wykonuje się dalsze obliczenia analogicznie, jak w metodzie ( $K_{min}^I$ ) opisaney w **rozdziale 3.1**, w szczególności według kroku 3.

### **3.3. Metoda wykorzystująca wartość sezonowego zapotrzebowania na ciepło budynku oraz współczynników wyrównawczych zużycia ciepła na ogrzewanie ( $K_{min}^3$ )**

*Krok 1 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii użytkowej do ogrzania budynku ( $Q_{H,nd}^{bud}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym*

Sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}^{bud}$ ) w budynku dla minimalnej temperatury wewnętrznej ( $t_i^{min} = 16^\circ\text{C}$ ) oblicza się (na przykład przy

wykorzystaniu programów wspomagających projektowanie, przykładowo *Audytor OZC*) dla danych z zakresu standardowego sezonu ogrzewczego w danej lokalizacji lub dla danych z zakresu sezonu ogrzewczego wykorzystanych w obliczeniach (np. w programie wspomagającym). Dane do obliczeń energetycznych dla standardowego roku (w tym przypadku sezonu ogrzewczego) są zamieszczone na stronie internetowej [6].

W obliczeniach sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}^{bud}$ ) uwzględniana jest również ilość ciepła potrzebna do podgrzewu powietrza wentylacyjnego (w przypadku powszechnie stosowanej w istniejących budynkach wentylacji naturalnej czy też mechanicznej wyciągowej). W przypadku wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła, która obecnie jest rzadko stosowana w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych, grzejniki nie dostarczają mocy cieplnej na potrzeby podgrzewu powietrza wentylacyjnego.

Wartość strumienia powietrza wentylacyjnego przyjmowana przy przedmiotowych obliczeniach w przypadku wentylacji naturalnej może być określona przy założeniu krotności wymiany powietrza na poziomie 0,5 1/h, co jest wskazane w normie [1]. Szczególnie, że w większości istniejących budynków (po wymianie stolarki okiennej) obserwuje się znaczne problemy z poprawnym działaniem wentylacji naturalnej i krotności wymiany powietrza są niższe niż obliczeniowe.

W tych obliczeniach można również przyjąć strumienie powietrza wentylacyjnego (szczególnie w przypadku zastosowania w danym budynku wentylacji mechanicznej wyciągowej w pomieszczeniu kuchni i łazienki) na podstawie normy [9]. W takim przypadku przyjmuje się, że strumień powietrza wentylacyjnego jest równy strumieniowi powietrza usuwanego z pomieszczeń w następujących ilościach, np.:

- łazienka (z WC lub bez): 50 m<sup>3</sup>/h,
- wydzielone WC: 30 m<sup>3</sup>/h,
- kuchnia z oknem zewnętrznym, wyposażona w kuchenkę gazową lub węglową: 70 m<sup>3</sup>/h,
- kuchnia z oknem zewnętrznym, wyposażona w kuchenkę elektryczną: 30 m<sup>3</sup>/h w mieszkaniu do 3 osób; 50 m<sup>3</sup>/h w mieszkaniu dla więcej niż 3 osób,
- kuchnia bez okna zewnętrznego wyposażona w kuchnię elektryczną: 50 m<sup>3</sup>/h.

*Krok 2 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii użytkowej do ogrzania budynku ( $Q_{H,nd}^{min, bud}$ ) w danym sezonie ogrzewczym*

Po określeniu sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}^{bud}$ ) danego budynku dla minimalnej temperatury wewnętrznej ( $t_i^{min}=16^{\circ}\text{C}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym, co jest najczęściej wykonywane za pomocą programu wspomagającego obliczenia inżynierskie (patrz krok 1 powyżej) należy przejść z sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}^{bud}$ ) danego budynku w standardowym sezonie ogrzewczym na wartość sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji ( $Q_{H,nd}^{min, bud}$ ) danego budynku w danym (aktualnym) sezonie ogrzewczym przy wykorzystaniu **równania 3.7**.

$$Q_{H,nd}^{min,bud} = Q_{H,nd}^{bud} \cdot \frac{Sd_{rz}^{t_i^{min}}}{Sd_{obl}^{t_i^{min}}} \left[ \frac{\text{GJ}}{\text{rok}} \right] \quad (3.7)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}^{bud}$  - sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji danego budynku dla minimalnej temperatury wewnętrznej ( $t_i^{min}=16^{\circ}\text{C}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym, GJ/rok,

$Sd_{rz}^{t_i^{min}}$  - liczba stopniodni dla temperatury wewnętrznej minimalnej ( $t_i^{min}$ ) w danym (aktualnym) sezonie ogrzewczym, obliczona zgodnie z **równaniem 3.2**, K ·d/rok,

$Sd_{obl}^{t_i^{min}}$  - liczba stopniodni dla temperatury wewnętrznej minimalnej ( $t_i^{min}$ ) w standardowym sezonie ogrzewczym, obliczona zgodnie z **równaniem 3.3**, K ·d/rok,

*Krok 3 – Wyznaczenie wartości minimalnej energii końcowej do ogrzania budynku ( $Q_{kH}^{min, bud}$ ) w danym sezonie ogrzewczym*

Minimalne sezonowe zapotrzebowanie na energię końcową dla ogrzewania i wentylacji budynku można wyznaczyć z **równania 3.8**.

$$Q_{kH}^{min,bud} = \frac{Q_{H,nd}^{min,bud}}{\eta_{H,g} \cdot \eta_{H,s} \cdot \eta_{H,d} \cdot \eta_{H,e}} \left[ \frac{\text{GJ}}{\text{rok}} \right] \quad (3.8)$$

gdzie:

$Q_{H,nd}^{min,bud}$  – minimalne sezonowe zapotrzebowanie na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji budynku w danym sezonie ogrzewczym, GJ/rok,

$\eta_{H,g}$  – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła,

$\eta_{H,s}$  – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu ogrzewczego budynku,

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

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

Wartości poszczególnych średnich sprawności systemu ogrzewania można przyjmować na podstawie rozporządzenia [4] oraz zostały one zamieszczone również w **załączniku nr 1** do niniejszego opracowania.

Uwaga: jeśli przedmiotowa metoda byłaby wykorzystana w procesie rozliczania kosztów ogrzewania w budynkach, to należy sprawdzić w regulaminach rozliczeń, co składa się na koszty stałe, a co na koszty zmienne w danym budynku. Może to skutkować tym, że w procesie obliczeniowym nie będą uwzględniane powyższe sprawności. Jednak rekomenduje się uwzględnić w tym procesie obliczeniowym przynajmniej wartości  $\eta_{H,d}$  oraz  $\eta_{H,e}$ , które mają wpływ na ilość ciepła dostarczanego do budynku i lokali. W przypadku występowania zysków ciepła od przewodów nieizolowanych w danym lokalu, które mogą powodować wzrost temperatury powietrza wewnętrznego w lokalu, nastąpi wówczas ograniczenie przepływu czynnika roboczego przez grzejniki dzięki zastosowanej armaturze regulacyjnej (np. zawory termostatyczne).

*Krok 4 – Wyznaczenie wartości minimalnej jednostkowego kosztu ogrzania danego lokalu w danym sezonie ogrzewczym*

Wartość minimalna wskaźnika  $q_{j,minB}$  [GJ/(m<sup>2</sup>·rok)] dla budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej budynku ( $A_f$ ) wyznaczono z **równania 3.9**.

$$q_{j,minB} = \frac{Q_{kH}^{min,bud}}{A_f} \quad [\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})] \quad (3.9)$$

Z kolei wartość minimalna wskaźnika  $q_{j,minL}$  [GJ/(m<sup>2</sup>·rok)] dla danego lokalu przy uwzględnieniu współczynników wyrównawczych zużycia ciepła na cele ogrzewania związanych z położeniem danego lokalu w bryle budynku ( $a_L$ ) można wyznaczyć z **równania 3.10**.

$$q_{j,minL} = q_{j,minB} \cdot \frac{1}{a_L} \quad [\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})] \quad (3.10)$$

Uwaga: współczynniki wyrównawcze zużycia ciepła na cele ogrzewania ( $a_L$ ) uwzględniające położenie danego lokalu w bryle budynku można przyjąć na podstawie obliczeń zapotrzebowania na energię użytkową (sposób rekomendowany) [10] lub obliczeń projektowego obciążenia cieplnego. Nie zaleca się stosowania metody uproszczonej (tabela współczynników) według opracowania INSTAL COBRTI [11, 12].

## 4. Przykład obliczeniowy

### 4.1. Opis analizowanego budynku

Na potrzeby wykonania przykładu obliczeniowego przy wykorzystaniu wybranych metod określenia maksymalnego i minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu wykonano obliczenia dla przykładowego budynku wielorodzinnego zlokalizowanego w Lublinie (III strefa klimatyczna, liczba dni standardowego sezonu ogrzewania równa 222 dni).

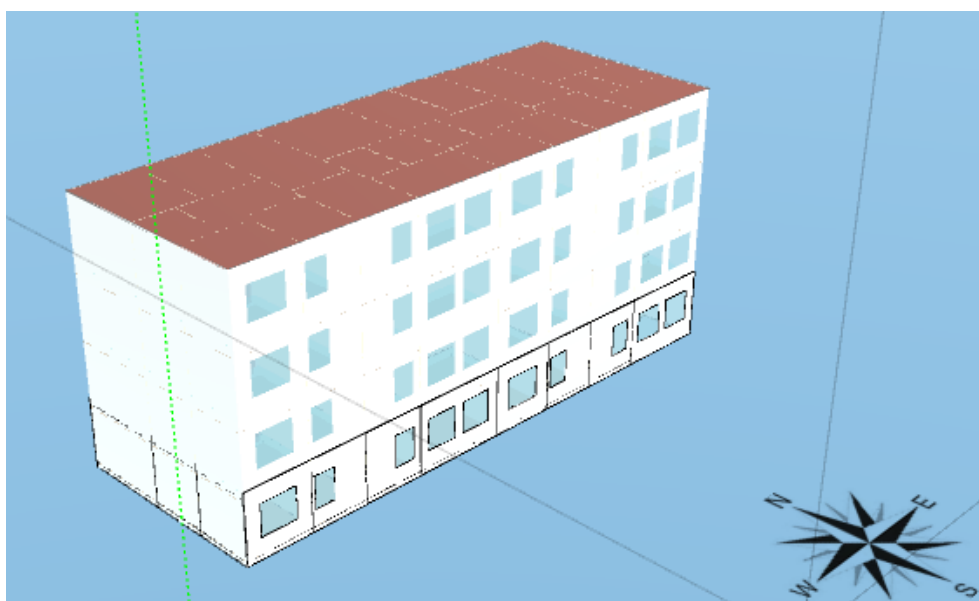
Analizowany budynek wielorodzinny (rys. 4.1 oraz 4.2) składa się z czterech kondygnacji powtarzalnych o łącznej powierzchni ogrzewanej równej  $803 \text{ m}^2$  i kubaturze ogrzewanej na poziomie  $2409 \text{ m}^3$ .

W analizowanym budynku znajduje się po cztery lokale na każdej z kondygnacji powtarzalnej o następującej powierzchni ogrzewanej każdego z nich:  $48,68 \text{ m}^2$ ,  $48,73 \text{ m}^2$ ,  $51,75 \text{ m}^2$ ,  $51,80 \text{ m}^2$ .



Rys. 4.1. Widok elewacji północnej analizowanego budynku wielorodzinnego.

Obliczenia sezonowego zapotrzebowania na energię użytkową dla ogrzewania i wentylacji (zgodnie z normą [7]) oraz projektowego obciążenia cieplnego (zgodnie z normą [1]) dla analizowanego budynku (jako całości) oraz dla poszczególnych lokali w analizowanym budynku wykonano w programie inżynierskim Audytor OZC 6.5 basic firmy SANKOM. W przedmiotowych obliczeniach dla poszczególnych metod pominięto wartość sprawności całego systemu ogrzewania ( $\eta_{systemu}$ ), ponieważ jest to wartość stała dla analizowanego budynku i dla poszczególnych metod poddanych analizie.



**Rys. 4.2.** Widok elewacji południowej analizowanego budynku wielorodzinnego.

Analizę przeprowadzono dla wariantu przedmiotowego budynku przed wykonaniem termomodernizacji, jak i po wykonaniu termomodernizacji przegród. Zestawienie współczynników przenikania ciepła dla wariantu przed i po wykonaniu termomodernizacji analizowanego budynku przedstawiono w **tabeli 4.1**.

**Tabela 4.1.** Zestawienie współczynników przenikania ciepła dla wariantu przed i po wykonaniu termomodernizacji analizowanego budynku.

Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przed termomodernizacją	Współczynnik przenikania ciepła po termomodernizacji
-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
Drzwi zewnętrzne	1,300	1,300
Okno zewnętrzne	0,900	0,900
Podłoga na gruncie	0,650	0,160
Stropodach niewentylowany	0,633	0,166
Ściana zewnętrzna	0,829	0,177

## 4.2. Wyniki obliczeń

W **tabeli 4.2** przedstawiono wyniki analizy dla budynku przed modernizacją, a w **tabeli 4.3** dla wariantu po termomodernizacji.

**Tabela 4.2.** Wyniki w zakresie maksymalnego i minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu dla analizowanego budynku wielorodzinnego przed termomodernizacją.

Nr lokalu	Powierzchnia	$\Phi_{HL}$	$Q_{H,nd}$ (dla $t_i=20^\circ\text{C}$ )	$Q_{H,nd}^{maks}$ według metody $K_{max}^2$	Udział średniej wartości kosztu w $Q_{H,nd}^{maks}$	$Q_{H,nd}^{min}$ według metody $K_{min}^1$	Udział średniej wartości kosztu w $Q_{H,nd}^{min}$	$Q_{H,nd}^{min}$ według metody $K_{min}^2$	$Q_{H,nd}^{min}$ według metody $K_{min}^3$
-	m <sup>2</sup>	W	GJ/rok	GJ/rok	%	GJ/rok	%	GJ/rok	GJ/rok
1	51,75	5195	31,19	72,24	259,9	19,99	71,9	32,88	23,25
2	48,5	4160	19,85	57,85	222,1	12,71	48,8	26,33	22,25
3	51,75	4199	20,72	58,39	210,1	13,25	47,7	26,58	22,21
4	48,48	4761	29,24	66,21	254,3	18,84	72,4	30,14	22,27
101	51,57	3957	26,21	55,03	198,7	16,72	60,4	25,05	18,41
102	48,58	3190	17,21	44,36	170,0	10,93	41,9	20,19	19,23
103	51,62	3026	16,81	42,08	151,8	10,58	38,2	19,15	17,87
104	48,53	4084	26,30	56,79	217,9	16,84	64,6	25,85	19,89
201	51,75	3949	26,08	54,92	197,6	16,62	59,8	25,00	18,47
202	48,73	3193	17,18	44,40	169,6	10,91	41,7	20,21	19,29
203	51,8	3030	16,79	42,14	151,4	10,57	38,0	19,18	17,93
204	48,68	4099	26,37	57,00	218,0	16,88	64,6	25,95	19,91
301	51,75	6271	45,27	87,21	313,7	29,59	106,5	39,69	27,27
302	48,73	5225	33,33	72,66	277,6	21,92	83,7	33,07	26,51
303	51,8	5122	33,19	71,23	256,0	21,81	78,4	32,42	25,17
304	48,68	6375	45,40	88,65	339,1	29,68	113,5	40,35	28,60
		Średnia na 1m <sup>2</sup>	0,54						



**Tabela 4.3.** Wyniki w zakresie maksymalnego i minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu dla analizowanego budynku wielorodzinnego po termomodernizacji.

Nr lokalu	Powierzchnia	$\Phi_{HL}$	$Q_{H,nd}$ (dla $t_i=20^\circ\text{C}$ )	$Q_{H,nd}^{maks}$ według metody $K_{max}^2$	Udział średniej wartości kosztu w $Q_{H,nd}^{maks}$	$Q_{H,nd}^{min}$ według metody $K_{min}^1$	Udział średniej wartości kosztu w $Q_{H,nd}^{min}$	$Q_{H,nd}^{min}$ według metody $K_{min}^2$	$Q_{H,nd}^{min}$ według metody $K_{min}^3$
-	m <sup>2</sup>	W	GJ/rok	GJ/rok	%	GJ/rok	%	GJ/rok	GJ/rok
1	51,75	2995	16,59	41,65	289,7	10,24	71,2	18,96	11,46
2	48,5	2865	13,39	39,84	295,7	8,23	61,1	18,13	10,97
3	51,75	2862	14,23	39,80	276,8	8,75	60,9	18,12	10,95
4	48,48	2868	14,93	39,88	296,1	9,23	68,5	18,15	10,98
101	51,57	2372	12,18	32,99	230,2	7,32	51,1	15,01	9,08
102	48,58	2480	10,9	34,49	255,5	6,55	48,5	15,70	9,48
103	51,62	2304	10,57	32,04	223,4	6,27	43,7	14,58	8,81
104	48,53	2563	12,66	35,64	264,4	7,69	57,0	16,22	9,80
201	51,75	2382	12,2	33,12	230,4	7,33	51,0	15,08	9,11
202	48,73	2484	10,88	34,54	255,2	6,54	48,3	15,72	9,51
203	51,8	2308	10,56	32,10	223,0	6,26	43,5	14,61	8,84
204	48,68	2564	12,61	35,66	263,7	7,65	56,6	16,23	9,81
301	51,75	3512	19,37	48,84	339,7	12,21	84,9	22,23	13,44
302	48,73	3415	16,27	47,49	350,8	10,25	75,7	21,62	13,07
303	51,8	3244	15,93	45,11	313,5	9,96	69,2	20,53	12,41
304	48,68	3683	19,72	51,22	378,7	12,48	92,3	23,31	14,10
		Średnia na 1m <sup>2</sup>	0,28						

## 5. Szczególne przypadki określania kosztu maksymalnego i minimalnego ogrzewania

**Uwaga:** Poza opisanymi powyżej metodami określania minimalnego i maksymalnego zużycia ciepła (na potrzeby określenia minimalnego i maksymalnego kosztu ogrzewania) poniżej opisano dodatkową metodę określania minimalnego i maksymalnego zużycia ciepła w danym lokalu w przypadku, kiedy w procesie rozliczania kosztów ogrzewania stosowane są współczynniki wyrównawcze zużycia ciepła na cele ogrzewania ( $a_L$ ) uwzględniające położenie danego lokalu w bryle budynku. Następnie tak skorygowana wartość zużycia ciepła jest porównywana z maksymalnym czy też minimalnym zużyciem ciepła określonym dla danego lokalu.

Uwzględnienie tych współczynników korekcyjnych ( $a_L$ ) przy rozliczaniu kosztów ogrzewania w danym budynku pozwala wziąć pod uwagę specyfikę lokalizacji każdego z lokali w bryle danego budynku i dzięki temu sprowadzić zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania w danym budynku do średniego, jednostkowego poziomu zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania w danym budynku wyrażonego w [GJ/(m<sup>2</sup>·rok)].

Dlatego biorąc to pod uwagę, że wskazania podzielników kosztów ogrzewania są korygowane w tym procesie z uwagi na położenie lokalu w bryle budynku, można również wyznaczyć maksymalny poziom zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania w danym budynku ( $Q_{kH}^{maks, bud}$ ) stosując metody opisane w rozdziale nr 2, jak i minimalny poziom zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania w danym budynku ( $Q_{kH}^{min, bud}$ ) stosując metody opisane w rozdziale nr 3 (szczególnie metodę  $K_{min}^1$  lub  $K_{min}^3$ ).

W obliczeniach  $Q_{kH}^{maks, bud}$  czy też  $Q_{kH}^{min, bud}$  przy wykorzystaniu metod zamieszczonych w rozdziale 2 czy też rozdziale 3 uwzględnia się wartości charakterystyczne dla budynku, a nie lokalu, co znacznie upraszcza proces obliczeniowy.

Następnie mając wartości  $Q_{kH}^{maks, bud}$  czy też  $Q_{kH}^{min, bud}$  określa się wartość jednostkowego maksymalnego (równanie 5.1), jak i minimalnego (równanie 5.2) poziomu zużycia ciepła dla budynku w odniesieniu do powierzchni ogrzewanej danego budynku ( $A_f$ ).

$$q_{j,maks} = \frac{Q_{kH}^{maks,bud}}{A_f} \quad [\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})] \quad (5.1)$$

$$q_{j,min} = \frac{Q_{kH}^{min,bud}}{A_f} \quad [\text{GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})] \quad (5.2)$$

Kolejnym krokiem jest już określenie maksymalnego i minimalnego zużycia ciepła dla danego lokalu w bryle budynku, przy wykorzystaniu odpowiednio równania 5.3 oraz 5.4 oraz przy uwzględnieniu powierzchni ogrzewanej danego lokalu w budynku ( $A_L$ ).

$$Q_{maks}^{lok} = q_{j,maks} \cdot A_L \quad [\text{GJ}/\text{rok}] \quad (5.3)$$

$$Q_{min}^{lok} = q_{j,min} \cdot A_L \quad [\text{GJ}/\text{rok}] \quad (5.4)$$

## 6. Podsumowanie

Celem niniejszego opracowania było przedstawienie możliwe prostych, a zarazem dokładnych metod, które wykorzystują zasady wiedzy technicznej oraz dostępne dane pomiarowe na potrzeby określenia maksymalnego i minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu.

Obecnie dostępne są też publikacje naukowe z tego zakresu w literaturze polskiej, w szczególności artykuł dr inż. Aleksandry Specjał [14], jak i artykuł profesora Władysława Szaflika oraz profesora Aleksandra Andrzeja Stachela [15].

W ramach niniejszego opracowania na potrzeby określenia maksymalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu zaproponowano dwie metody, z których jedna bazuje na mocy cieplnej zastosowanych grzejników w danym lokalu (metoda  $K_{max}^1$ ), a druga na projektowym obciążeniu cieplnym dla danego lokalu (metoda  $K_{max}^2$ ). Obie metody są bardzo zbliżone do siebie i dostarczają zbliżone wyniki w tym zakresie. Dodatkowo zauważono, że maksymalny koszt zmienny zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalach w analizowanym budynku (określony metodą  $K_{max}^2$ ) stanowił od 151,4% do 339,1% średniego kosztu zakupu ciepła w budynku przed termomodernizacją oraz od 223,0% do 378,7% średniego kosztu zakupu ciepła w budynku po termomodernizacji.

Zauważono, że stosowany przez niektóre spółdzielnie mieszkaniowe w Polsce limit na maksymalny koszt zmienny w wysokości 250% średniego kosztu zakupu ciepła w budynku plasuje się w pewnym stopniu w wyliczonych powyżej przedziałach procentowych dla przykładowego budynku. Takie podejście do określenia maksymalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła na potrzeby ogrzewania jest proste i łatwe zarówno w zastosowaniu, jak i odbiorze przez przeciętnego użytkownika, choć nie jest tak dokładne jak przedstawione powyżej metody obliczeniowe  $K_{max}^1$  i  $K_{max}^2$ . Metoda procentowa nie uwzględnia warunków miejscowych dla danego budynku, jak i lokalu, które mają wpływ na maksymalną ilość ciepła dostarczaną do danego lokalu na potrzeby ogrzewania. Mimo to w Czechach stosuje się limity procentowe: maksymalny koszt zmienny ogrzewania dla lokalu nie powinien przekraczać 200% średniego kosztu ogrzewania danego budynku (odniesionego do 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej) [13].

Na potrzeby określenia minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu zaproponowano trzy metody, gdzie: a) metoda  $K_{min}^1$  bazuje na szczegółowych obliczeniach rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania i wentylacji dla poszczególnych lokali; b) metoda  $K_{min}^2$  bazuje na wartościach projektowego obciążenia

cieplnego; c) metoda  $K_{min}^3$  bazuje na wartości rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania i wentylacji dla budynku (jako całości) oraz wartościach współczynników wyrównawczych zużycia ciepła na cele ogrzewania ( $a_L$ ) uwzględniających położenie danego lokalu w bryle budynku.

Jednak biorąc pod uwagę, że najbardziej dokładna z przedstawionych metod jest metoda  $K_{min}^1$ , posłużyła ona za punkt odniesienia przy ocenie pozostałych dwóch metod  $K_{min}^2$  oraz  $K_{min}^3$ . Na tej podstawie stwierdzono, że błąd względny dla metody  $K_{min}^2$  był w zakresie od 82,1 do 140,4% (przy średniej wielkości na poziomie 110,9%) dla budynku po termomodernizacji oraz w zakresie od 34,1 do 107,2% (przy średniej wielkości na poziomie 65,1%) dla budynku przed termomodernizacją. Z kolei błąd względny dla metody  $K_{min}^3$  był w zakresie od 13,0 do 45,4% (przy średniej wielkości na poziomie 27,5%) dla budynku po termomodernizacji oraz w zakresie od 3,0 do 75,9% (przy średniej wielkości na poziomie 35,6%) dla budynku przed termomodernizacją.

Dlatego też, biorąc pod uwagę otrzymane wyniki, nie zaleca się stosowania metody  $K_{min}^2$  w praktyce inżynierskiej przy obliczeniach minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalu.

Dodatkowo zauważono, że minimalny koszt zmienny zakupu ciepła zależnego od jego zużycia w lokalach w analizowanym budynku stanowił od 38,0% do 113,5% średniego kosztu zakupu ciepła w budynku przed termomodernizacją oraz od 43,5,1% do 92,5% średniego kosztu zakupu ciepła w budynku po termomodernizacji. Stosowany przez niektóre spółdzielnie mieszkaniowe w Polsce regulaminowy limit na minimalny koszt zmienny w wysokości 50% średniego kosztu zakupu ciepła w budynku w pewnym stopniu mieści się w wyliczonych powyżej przedziałach procentowych. Takie podejście do określenia minimalnego kosztu zmiennego zakupu ciepła na potrzeby ogrzewania jest proste i łatwe zarówno w zastosowaniu, jak i w odbiorze przez przeciętnego użytkownika, choć nie jest tak dokładne, jak przedstawiona powyżej metoda obliczeniowa  $K_{min}^1$ . Metoda procentowa nie uwzględnia warunków miejscowych dla danego budynku, jak i lokalu, które mają wpływ na maksymalną ilość ciepła dostarczaną do danego lokalu na potrzeby ogrzewania. Mimo to w Czechach stosuje się limity procentowe: minimalny koszt zmienny ogrzewania dla lokalu nie powinien być niższy niż 80% średniego kosztu ogrzewania danego budynku (odniesionego do 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej) [13].

Uwaga: w przypadku zastosowania w procesie rozliczeniowym kosztów ogrzewania współczynników wyrównawczych zużycia ciepła na cele ogrzewania ( $a_L$ ) uwzględniających położenie danego lokalu w bryle budynku, które powodują otrzymanie skorygowanej wartości zużycia ciepła sprowadzonej do średniego, jednostkowego poziomu zużycia ciepła na potrzeby ogrzewania w danym budynku wyrażonego w  $[GJ/(m^2 \cdot rok)]$ , można wykorzystać dane obliczeniowe dotyczące danego budynku jako całości, a nie dane szczegółowe charakterystyczne dla danego lokalu w danym budynku.

**Uwaga:**

*Autorzy tego raportu zastrzegają, że:*

- *raport zawiera indywidualne opinie i analizy autorów i nie jest interpretacją Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 07.12.2021 r. w sprawie warunków ustalania technicznej możliwości i opłacalności zastosowania ciepłomierzy, podzielników kosztów ogrzewania oraz wodomierzy do pomiaru ciepłej wody użytkowej, warunków wyboru metody rozliczania kosztów zakupu ciepła oraz zakresu informacji zawartych w indywidualnych rozliczeniach (Dz. U. 2021 r. poz. 2273);*
- *raport jest napisany z wykorzystaniem najlepszych dostępnych informacji i możliwie najbardziej obiektywnego osądu. Autorzy nie składają żadnych oświadczeń ani gwarancji, wyraźnych lub dorozumianych, dotyczących kompletności, dokładności lub zastosowania informacji zawartych w przedmiotowym raporcie. Autorzy nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za skutki działania podjętego z wykorzystaniem jakichkolwiek informacji zawartych w przedmiotowym raporcie.*

## 7. Literatura

[1] PN-EN 12831:2006 Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 roku w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. z 2009 roku nr 43, poz. 346, zm. Dz.U. z 2015 roku poz. 1606, zm. Dz.U. z 2020 roku poz. 879.)

[3] Biuletyn Monitoringu Klimatu Polski: <https://klimat.imgw.pl/pl/biuletynmonitoring/>

[4] 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 roku poz. 376, zm. Dz.U. z 2017 roku poz. 22, zm. Dz.U. z 2019 roku poz. 1829)

[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. Dz.U. 2002 poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami).

[6] Dane klimatyczne do obliczeń energetycznych budynków: <https://dane.gov.pl/pl/dataset/797,typowe-lata-meteorologiczne-i-statystyczne-dane-klimatyczne-dla-obszaru-polski-do-obliczen-energetycznychbudynkow>

[7] PN-EN ISO 13790: 2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.

[8] PN-EN ISO 52016-1:2017 Energetyczne właściwości użytkowe budynków -- Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia, wewnętrzne temperatury oraz jawne i utajone obciążenia cieplne -- Część 1: Procedury obliczania.

[9] PN-B-03430:1983/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.

[10] H. Ciuman, A. Specjał, Rozliczenia kosztów ogrzewania w budynkach wielorodzinnych przy wykorzystaniu podzielników kosztów ogrzewania, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2017.

[11] COBRTI INSTAL: "Indywidualne rozliczanie kosztów ogrzewania. Zalecane współczynniki redukcyjne  $R_m$  dla jednostki użytkowej (np. mieszkania), ze względu na jej położenie w bryle budynku", Informacja INSTAL, nr 6, 1996.

[12] M. Płuciennik, Współczynniki wyrównawcze stosowane w budynkach wielolokalowych w rozliczaniu kosztów ciepła do ogrzewania, InstalReporter nr 10, 2010.

[13] L. Castellazzi, Analysis of Member States' Rules for Allocating Heating, Cooling and Hot Water Costs in Multi-Apartment/purpose Buildings Supplied from Collective Systems, JRC, European Commission, 2017. Technical Reports.

[14] A. Specjał, Propozycja metody obliczania maksymalnego i minimalnego zużycia ciepła na potrzeby określenia kosztu zakupu ciepła do lokalu w budynku wielorodzinnym, CIEPŁOWNICTWO, OGRZEWNICTWO, WENTYLACJA 53/5 (2022) str. 3-9. DOI: 10.15199/9.2022.5.1

[15] W. Szaflik, A.A. Stachel, Określanie maksymalnego i minimalnego kosztu ciepła dostarczanego w sezonie grzewczym do lokalu wyposażonego w podzielniki kosztów ogrzewania. INSTAL 7-8/2022 str. 21-28. DOI: 10.36119/15.2022.7-8.2



## 8. Załączniki

Tabela Wartości średniej sezonowej sprawności wytwarzania ciepła z nośnika energii lub energii dostarczanych do źródła ciepła  $\eta_{H,g}$

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,g}$
1	Kotły 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

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H.g}$
5	Kotły na biomasę (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), automatyczne, o mocy: a) do 100 kW, b) powyżej 100 kW do 600 kW	0,70 0,85
6	Kotły na biomasę (słoma, drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki), automatyczne, z mechanicznym podawaniem paliwa, o mocy powyżej 600 kW	0,85
7	Kominki z zamkniętą komorą spalania	0,70
8	Piece kafłowe	0,80
9	Podgrzewacze elektryczne przepływowe	0,94
10	Podgrzewacze elektrotermiczne	1,00
11	Elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe	0,99
12	Piece olejowe lub gazowe pomieszczeniowe	0,84
13	Kotły na paliwo gazowe lub ciekłe z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	0,86
14	Kotły niskotemperaturowe na paliwo gazowe lub ciekłe, z zamkniętą komorą spalania i palnikiem modulowanym, o mocy nominalnej: a) do 50 kW, b) powyżej 50 do 120 kW, c) powyżej 120 do 1200 kW	0,87 0,91 0,94
15	Kotły gazowe kondensacyjne (70/55°C) o mocy nominalnej: a) do 50 kW, b) powyżej 50 do 120 kW, c) powyżej 120 do 1200 kW	0,91 0,92 0,95
16	Kotły gazowe kondensacyjne niskotemperaturowe (55/45°C) o mocy nominalnej: a) do 50 kW, b) powyżej 50 do 120 kW, c) powyżej 120 do 1200 kW	0,94 0,95 0,98
17	Pompy ciepła typu woda/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45°C, b) 35/28°C	3,60 4,00
18	Pompy ciepła typu glikol/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45°C, b) 35/28°C	3,50 4,00
19	Pompy ciepła typu bezpośrednie odparowanie w gruncie/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45°C, b) 35/28°C	3,50 4,00
20	Pompy ciepła typu bezpośrednie odparowanie w gruncie/bezpośrednie skraplanie w instalacji płaszczyznowego ogrzewania, sprężarkowe, napędzane elektrycznie	4,00
21	Pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane elektrycznie: a) 55/45°C, b) 35/28°C	2,60 3,00
22	Pompy ciepła typu powietrze/woda, sprężarkowe, napędzane gazem: a) 55/45°C, b) 35/28°C	1,30 1,40

Lp.	Rodzaj źródła ciepła	$\eta_{H,g}$
23	Pompy ciepła typu powietrze/woda, absorpcyjne, napędzane gazem: a) 55/45°C, b) 35/28°C	1,30 1,40
24	Pompy ciepła typu glikol/woda, sprężarkowe, napędzane gazem: a) 55/45°C, b) 35/28°C	1,40 1,60
25	Pompy ciepła typu glikol/woda, absorpcyjne, napędzane gazem: a) 55/45°C, b) 35/28°C	1,40 1,60
26	Pompy ciepła typu powietrze/powietrze, sprężarkowe, napędzane elektrycznie	3,00
27	Pompy ciepła typu powietrze/powietrze, sprężarkowe, napędzane gazem	1,30
28	Pompy ciepła typu powietrze/powietrze, absorpcyjne, napędzane gazem	1,30
29	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy z obudową, o mocy nominalnej: a) do 100 kW, b) powyżej 100 kW	0,98 0,99
30	Węzeł ciepłowniczy kompaktowy bez obudowy, o mocy nominalnej: a) do 100 kW, b) powyżej 100 do 300 kW, c) powyżej 300 kW	0,91 0,93 0,95
W przypadku pomp ciepła podano wartości współczynnika wydajności sezonowej. W przypadku innych źródeł ciepła, z wyjątkiem zasilanych energią elektryczną, podano sprawność odniesioną do wartości opałowej paliwa.		

Tabela Wartości obliczeniowej średniej sezonowej sprawności regulacji i wykorzystania ciepła w przestrzeni ogrzewanej  $\eta_{H,e}'$

Lp.	Rodzaj instalacji, grzejników i regulacji	$\eta_{H,e}'$
1	Elektryczne grzejniki bezpośrednio: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe z regulatorem: a) proporcjonalnym P, b) proporcjonalno-całkującym PI	0,91 0,94
2	Elektryczne grzejniki akumulacyjne z regulatorem: a) proporcjonalnym P, b) proporcjonalno-całkująco-różniczkującym PID z optymalizacją	0,88 0,91

Lp.	Rodzaj instalacji, grzejników i regulacji	$\eta_{H,e'}$
3	Elektryczne ogrzewanie podłogowe z regulatorem: a) dwustawnym, b) proporcjonalno-całkującym PI	0,88 0,90
4	Ogrzewanie piecowe lub z kominka	0,70
5	Ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi w przypadku regulacji: a) centralnej bez automatycznej regulacji miejscowej, b) automatycznej miejscowej, c) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 2K, d) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalnym z zakresem proporcjonalności P - 1K, e) centralnej i miejscowej z zaworem termostatycznym o działaniu proporcjonalno-całkującym PI z funkcjami adaptacyjną i optymalizującą	0,77 0,82 0,88 0,89 0,93
6	Ogrzewanie wodne podłogowe w przypadku regulacji: a) centralnej bez regulacji miejscowej, b) centralnej i miejscowej z regulatorem dwustawnym lub proporcjonalnym P	0,76 0,89
7	Ogrzewanie wodne płaszczyznowe w przypadku regulacji centralnej bez regulacji miejscowej, dla temperatury zasilania poniżej 30°C	0,85

Tabela Wartości średniej sezonowej sprawności przesyłu ciepła ze źródła ciepła do przestrzeni ogrzewanej  $\eta_{H,d}$

Lp.	Rodzaj systemu ogrzewania	$\eta_{H,d}$
1	Źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy, kominek)	1,00
2	Ogrzewanie mieszkaniowe (wytwarzanie ciepła w przestrzeni lokalu mieszkalnego)	1,00
3	Ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku: a) z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni ogrzewanej, b) z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej, c) z niezaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w przestrzeni nieogrzewanej	0,96 0,90 0,80
4	Ogrzewanie powietrzne	0,95