

**„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego,
uproszczonego audytu energetycznego budynku na
podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE
w ramach projektu „ Zintegrowany system wsparcia
polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”**

Wykonał:

Dariusz Koc

Opracowanie i współpraca:

Michał Zarębski

Numer sprawy: **DZ/22/2019/PP**

Nr. arch. DZ/241/386/19

Numer umowy:

Zielonka, 03.07.2019

Spis treści

I. WSTĘP	7
A. CEL ALGORYTMU	7
B. UWAGI OD AUTORA	7
II. OPIS ALGORYTMU	9
A. LOKALIZACJA	9
B. RODZAJ OGRZEWANIA	10
C. DANE DOT. BUDYNKU – REGRESJA LINIOWA.....	11
D. WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA	14
E. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO CELÓW OGRZEWANIA.....	17
F. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ	20
G. PODZIAŁ ENERGII UŻYTKOWEJ ZE WZGLĘDU NA ŹRÓDŁA CIEPŁA	21
a) Energia użytkowa	21
b) Energia końcowa	23
c) Udział źródła	25
H. CAŁKOWITY BILANS ENERGII NA POTRZEBY OGRZEWANIA I PRZYGOTOWANIA C.W.U.	25
I. EMISJE CO ₂	26
J. KOSZTY WYTWARZANIA ENERGII	27
K. TERMOMODERNIZACJE	28
a) Wymiana stolarki okiennej	28
b) Ocieplenie dachu/stropodachu	29
c) Ocieplenie ścian zewnętrznych	30
d) Ocieplenie podłogi	31
e) Analiza opłacalności modernizacji instalacji grzewczej	32
L. EFEKT TERMOMODERNIZACJI	34
B) ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO CELÓW OGRZEWANIA.....	36
C) ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ	37
D) PODZIAŁ ENERGII UŻYTKOWEJ ZE WZGLĘDU NA ŹRÓDŁA CIEPŁA	38
1) Energia użytkowa	38
e) Udział źródła	40
F) CAŁKOWITY BILANS ENERGII NA POTRZEBY OGRZEWANIA I PRZYGOTOWANIA C.W.U.	40
G) EMISJE CO ₂	41
H) KOSZTY WYTWARZANIA ENERGII	41
J) ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDNKU	42
III. SPIS ZMIENNYCH	47

SPIS TABEL

TABELA 1. LISTA STACJI METEOROLOGICZNYCH	9
TABELA 2. PODZIAŁ ŹRÓDEŁ CIEPŁA ZE WZGLĘDU NA GRUPY PALIW	10
TABELA 3. REFERENCYJNE SPRAWNOŚCI WYTWARZANIA DLA RÓŻNYCH ŹRÓDEŁ CIEPŁA (J – BUDYNKI JEDNORODZINNE, W – WIELOLOKALOWE)	11
TABELA 4. SPOSÓB PRZYPISYWANIA WARTOŚCI WIERSZOM TABLICY	12
TABELA 5. WARTOŚCI SZEROKOŚCI I DŁUGOŚCI W ZALEŻNOŚCI OD TYPU BUDYNKU DLA KAŻDEJ KOLUMNY TABLICY	13
TABELA 6. WARTOŚCI MNOŻNIKÓW x_1, x_2, x_3 OKREŚLONE NA PODSTAWIE TYPU BUDYNKU Z ANKIETY	13
TABELA 7. UZYSKANIE POŻĄDANYCH WYNIKÓW	13
TABELA 8. WSPÓŁCZYNNIK KSZTAŁTU W_k	14
TABELA 9. ZEBRANIE PARAMETRÓW POTRZEBNYCH DO DALSZYCH OBLICZEŃ	14
TABELA 10. SPOSÓB WYZNACZANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW U	15
TABELA 11. WSP. U DLA PRZEGRÓD W ZALEŻNOŚCI OD ROKU BUDOWY, NA PODSTAWIE AKTUALNEGO ROZPORZĄDZENIA W SPRAWIE WARUNKÓW TECHNICZNYCH, JAKIM POWINNY ODPOWIEDZĄC BUDYNKI I ICH USYTUOWANIE	15
TABELA 12. GRUBOŚCI OCIEPLENIA	16
TABELA 13. WSPÓŁCZYNNIK BTR DLA PRZEGRÓD	16
TABELA 14. MOSTKI CIEPLNE	16
TABELA 15. PRZYKŁADOWA STRUKTURA TABLICY DANYCH METEOROLOGICZNYCH; DANE ZALEŻNE OD STACJI METEOROLOGICZNEJ ZALEŻNEJ OD LOKALIZACJI BUDYNKU	17
TABELA 16. METODYKA WYZNACZANIA SKŁADOWYCH ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DLA KAŻDEGO MIESIĄCA	17
TABELA 17. DALSZY CIĄG METODYKI WYZNACZANIA SKŁADOWYCH ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DLA KAŻDEGO MIESIĄCA	18
TABELA 18. ALGORYTM OBLICZANIA DŁUGOŚCI SEZONU GRZEWczego, CZĘŚĆ A	18
TABELA 19. ALGORYTM OBLICZANIA DŁUGOŚCI SEZONU GRZEWczego, CZĘŚĆ B	18
TABELA 20. ALGORYTM OBLICZANIA DŁUGOŚCI SEZONU GRZEWczego, CZĘŚĆ C	19
TABELA 21. WARTOŚCI ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC ELEKTRYCZNĄ DO URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	19
TABELA 22. WARTOŚCI ZAPOTRZEBOWANIA NA MOC ELEKTRYCZNĄ DO URZĄDZEŃ POMOCNICZYCH	21
TABELA 23. WZORCOWE WARTOŚCI OPAŁOWE DLA RÓŻNYCH PALIW ORAZ METODA OBLICZANIA ENERGII KOŃCOWEJ	22
TABELA 24. WSPÓŁCZYNNIKI NAKŁADU NIEODNAWIALNEJ ENERGII PIERWOTNEJ W_i	26
TABELA 25. WSKAŹNIKI EMISJI CO_2 , W_{CO_2}	26
TABELA 26. JEDNOSTKOWE KOSZTY WYTWORZENIA CIEPŁA	28
TABELA 28. SPRAWNOŚCI ŹRÓDEŁ PO MODERNIZACJI	32
TABELA 29. OPIS WARIANTÓW MODERNIZACJI	34

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

TABELA 30. NOWE WSPÓŁCZYNNIKI U	35
TABELA 31. MOSTKI CIEPLNE PO MODERNIZACJI	35
TABELA 32. METODYKA WYZNACZANIA SKŁADOWYCH ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DLA KAŻDEGO MIESIĄCA	36
TABELA 33. DALSZY CIĄG METODYKI WYZNACZANIA SKŁADOWYCH ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DLA KAŻDEGO MIESIĄCA	36
TABELA 34. SPOSÓB WYZNACZANIA EFEKTÓW MODERNIZACJI.....	42
TABELA 35. PRZYPISANIE NAZW RODZAJOM NOŚNIKÓW ENERGII DO ŚWIADECTWA	43

I. WSTĘP

A. CEL ALGORYTMU

Poniższy algorytm zawiera uproszczoną metodę obliczeń zapotrzebowania budynku na ciepło na podstawie systemu inwentaryzacji budowanego w ramach Bazy Wiedzy ZONE. Uproszczenie polega na wykorzystaniu autorskiej metody regresji liniowej do wyznaczenia powierzchni przegród oraz kubatury budynku na podstawie powierzchni ogrzewanej i kilku dodatkowych parametrów podanych przez użytkownika budynku i zamieszczonych w ankiecie. Metoda ta, przeciwstawiona metodom ścisłym, generuje minimalny, w najgorszych przypadkach kilkuprocentowy błąd. Biorąc pod uwagę cel świadectw charakterystyki energetycznej, którym jest porównanie pomiędzy sobą budynków oraz wskazanie potencjału oszczędności zużycia energii, błąd ten jest dopuszczalny, a metoda zasadna.

Kolejną częścią algorytmu jest wyznaczenie zapotrzebowania na energię pierwotną oraz emisji CO₂. Wielkości te określa się na podstawie algorytmu zgodnego z metodyką określoną dla świadectw charakterystyki energetycznej. Oblicza się również przybliżone roczne koszty użytkowania energii dla założonych cen jednostkowych nośników energii. Ceny te mogą docelowo uwzględniać regionalizację i zróżnicowanie na obszarze Polski, która będzie stosunkowo prosta do wprowadzenia w samej strukturze bazy danych. Wymagało to będzie od administratora systemu większego wkładu pracy związanego z określeniem w poprawny sposób samej regionalizacji, jak również z procesem pozyskiwania informacji o zmianach cen nośników energii na poziomie regionalnym. Na koniec rozważa się cztery warianty pełnej termomodernizacji, wskazuje się na możliwe oszczędności energii, kosztów oraz potencjał zmniejszenia emisji CO₂.

Wynik niniejszego algorytmu sprowadza się do wygenerowania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku, które dla użytkownika budynku ma być informacją o stanie energetycznym budynku oraz możliwych modernizacjach, poprawiających stan istniejący.

B. UWAGI OD AUTORA

Dla ułatwienia pisania właściwego programu, w tekście wprowadzono oznaczenia specjalne. Kolorem **zielonym** oznaczono dane wprowadzane zawsze na podstawie ankiety. Kolorem **żółtym** oznaczono dane, które mogą wystąpić w ankiecie, w związku z tym, że ostateczna forma i zakres ankiety nie zostały jeszcze ustalone. W przypadku braku informacji w ankiecie należy wprowadzić z danych tabelarycznych zaproponowanych przez autorów niniejszego opracowania. Kolorem **niebieskim** zaznaczono natomiast zmienne, które mogą być wprowadzane przez administratora – ich spis znajduje się na końcu opracowania.

Należy zaznaczyć, że system baz danych powinien umożliwić wprowadzania niektórych danych tabelarycznych przez administratora, aby dostosować oceny i analizy dokonywane przez system ZONE do zmieniających się przepisów i zmieniających się warunków rynkowych, głównie w zakresie zmian zagregowanych cen jednostkowych robót modernizacyjnych, jak również zmian cen nośników energii oraz wskaźników emisji zanieczyszczeń. Spis danych, możliwość zmiany których należy zapewnić, znajduje się tekście przy pierwszej wzmiance o danej oraz w Rozdziale III. Spis zmiennych.

W Rozdziale III. znajduje się również tabela przedstawiająca minimalny zestaw danych, bez których algorytm nie będzie w stanie zwrócić poprawnych wartości. W przypadku braku pozostałych zmiennych program powinien przyjmować wartości domyślne określone w tabeli.

II. OPIS ALGORYTMU

A. LOKALIZACJA

Uściślenie lokalizacji badanego budynku wymaga napisania przez Instytut łączności algorytmu, który będzie przypisywał nazwom miejscowości i/lub numerom kodu pocztowego, w których zlokalizowany jest budynek, odpowiednie stacje meteorologiczne z listy poniżej:

Tabela 1. Lista stacji meteorologicznych

Białystok	Legnica	Sandomierz
Bielsko Biała	Lesko	Siedlce
Bydgoszcz	Leszno	Słubice
Chojnice	Lębork	Sulejów
Częstochowa	Lublin	Suwałki
Elbląg	Warszawa	Szczecin
Gdańsk	Łeba	Szczecinek
Gorzów Wlkp.	Łódź	Śnieżka
Hel	Mikołajki	Świnoujście
Jelenia Góra	Mława	Tarnów
Kalisz	Nowy Sącz	Terespol
Kasprowy Wierch	Olsztyn	Toruń
Katowice	Opole	Ustka
Kętrzyn	Ostrołęka	Wieluń
Kielce	Piła	Włodawa
Kłodzko	Płock	Wrocław
Koło	Poznań	Zakopane
Kołobrzeg	Przemyśl	Zamość
Koszalin	Racibórz	Zielona Góra
Kraków	Resko	
Krosno	Rzeszów	

W celu ułatwienia przypisania konkretnych lokalizacji z danych ankietowych załączono odpowiednie dane meteorologiczne oraz współrzędne geograficzne niezbędne do wykonania obliczeń, przypisane do powyższej listy stacji, znajdują się w Załączniku nr 1 do Opisu. Są one również możliwe do pobrania niezależnie ze strony ministerstwa właściwego ds. budownictwa. Dane te to typowe lata meteorologiczne wygenerowane zgodnie z normą EN ISO 15927-4:2005 i są w pełni zgodne z danymi wykorzystywanymi w Polsce do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej na podstawie właściwego rozporządzenia. Typowe lata meteorologiczne wygenerowano na podstawie bazy danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

B. RODZAJ OGRZEWANIA

Sprawdzić czy budynek jest **wielolokalowy (W)** czy **jednorodzinny (J)**.

Sprawdzić **źródła ciepła**, i.

Na podstawie rodzaju **źródła ciepła** oraz **roku instalacji** (dla kotłów/pieców na paliwa stałe) dobrać całkowitą sprawność systemu grzewczego η_{CG} według wzoru:

$$\eta_{CG} := \eta_w \cdot \eta_r \cdot \eta_p$$

Tabela 2. Podział źródeł ciepła ze względu na grupy paliw

Grupa paliw	Paliwa	Źródła ciepła
stałe	<ul style="list-style-type: none"> węgiel orzech węgiel kostka węgiel groszek węgiel miał węgiel brunatny drewno kawałkowe pellet / brykiet drzewny inna biomasa 	<ul style="list-style-type: none"> Kocioł na paliwa stałe Kominek Piec, Piecokuchnia, Piec wolnostojący Piec kaflowy
gaz	<ul style="list-style-type: none"> gaz przewodowy (sieć) gaz butla, zbiornik LPG lub LNG 	<ul style="list-style-type: none"> Kocioł gazowy
olej	<ul style="list-style-type: none"> olej opałowy 	<ul style="list-style-type: none"> Kocioł olejowy

Jeśli nie podano sprawności wytwarzania η_w w ankiecie (w obecnej wersji nie ma), to należy użyć sprawności z tabeli 3., które zostały opracowane na podstawie 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.

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Tabela 3. Referencyjne sprawności wytwarzania dla różnych źródeł ciepła (J – budynki jednorodzinne, W – wielolokalowe)

Źródło ciepła, i	Sprawność wytwarzania η_w		Sprawność regulacji η_r		Sprawność przesyłu η_p	
	J	W	J	W	J	W
Kocioł na paliwa stałe	0,82	0,82	0,80	0,88	0,92	0,92
Kocioł gazowy	0,87	0,91	0,80	0,88	0,92	0,92
Kocioł olejowy	0,87	0,91	0,80	0,88	0,92	0,92
Ogrzewanie elektryczne	0,98	0,98	0,90	0,90	1	1
Sieć ciepłownicza	0,93	0,93	0,80	0,88	0,92	0,92
Pompa ciepła	3	3	0,90	0,88	0,92	0,92
Kominek	0,70	0,70	0,70	0,70	1	1
Piec, piecokuchnia, piec wolnostojący	0,70	0,70	0,70	0,70	1	1
Piec kaflowy	0,80	0,80	0,70	0,70	1	1

C. DANE DOT. BUDYNKU – REGRESJA LINIOWA

Metoda szacowania kubatury oraz powierzchni poszczególnych przegród opiera się na metodzie regresji określonej na podstawie próbki danych dla budynków, przygotowanie których opisano poniżej.

Wstępnie należy określić z ankiety **typ budynku** z tabeli 6, który posłuży do wyznaczenia współczynnika kształtu.

Do otrzymania ostatecznego wyniku w postaci wartości kubatury budynku, jak i powierzchni poszczególnych przegród należy przygotować zestaw danych będący tablicą dwuwymiarową 19x9, o strukturze przedstawionej w tabelach 4 i 5.

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Tabela 4. Sposób przypisywania wartości wierszom tablicy

Wiersz	Wielkość	Źródło/sposób wyznaczania
1	Liczba kondygnacji, nk	ankieta
2	Wysokość kondygnacji, hk	ankieta W przypadku braku danej w ankiecie przyjąć $hk = 2,80$
3	Szerokość, s	Tabela 5
4	Długość, d	Tabela 5
5	Wysokość, h	$h := nk \cdot (hk + 0,3) + 0,3$
6	Kubatura, V	$V := \ln(h \cdot s \cdot d)$
7	Powierzchnia użytkowa, $Auż$	$Auż := \ln(nk \cdot s \cdot d \cdot 0,85)$
8	Powierzchnia ścian, As	$As := 2 \cdot s \cdot h + X_1 \cdot d \cdot h - A_o - A_{dr}$
9	Powierzchnia podłogi, Ap	$Ap := s \cdot d$
10	Powierzchnia okien, A_o	Jeżeli $((s \cdot d \cdot nk \cdot 0,85) \leq nk \cdot (s \cdot 5^2 + d \cdot 5 \cdot X_1 - X_2 \cdot 5^5))$ to: $A := s \cdot d \cdot nk \cdot 0,85$, w przeciwnym przypadku: $A := nk \cdot (s \cdot 5^2 + d \cdot 5 \cdot X_1 - X_2 \cdot 5^5)$
		Jeżeli $((s \cdot d \cdot nk \cdot 0,85 - s \cdot 5^2 + d \cdot 5 \cdot X_1 - X_2 \cdot 5^5) \leq 0)$ to: $B := 0$ w przeciwnym przypadku: $B := s \cdot d \cdot nk \cdot 0,85 - nk \cdot s \cdot 5^2 + d \cdot 5 \cdot X_1 - X_2 \cdot 5^5$ $A_o := 0,15 \cdot A + 0,03 \cdot B$
11	Powierzchnia dachu, Ad	$Ad := s \cdot d$
12	Powierzchnia drzwi, Adr	$Adr := 4$
13	Powierzchnia przegród, A	$A := 2 \cdot s \cdot h + d \cdot h \cdot X_1 + 2 \cdot s \cdot d$
14	A/V	$A/V := \ln(A / (s \cdot d \cdot h))$
15	Udział ścian	$s\% := \ln(As/A)$
16	Udział podłogi	$p\% := \ln(Ap/A)$
17	Udział okien	$o\% := \ln(A_o/A)$
18	Udział dachu	$d\% := \ln(Ad/A)$
19	Udział drzwi	$dr\% := \ln(Adr/A)$

gdzie:

X_1, X_2 – mnożniki, wartość określono w tabeli 6

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Tabela 5. Wartości szerokości i długości w zależności od typu budynku dla każdej kolumny tablicy

Przypadek	Zmienna	Kolumna								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
J	s	9	8	6	6	9	15	12	15	12
	d	12	8	12	15	15	15	15	18	12
W	s	12	24	36	18	12	9	18	18	18
	d	12	24	36	18	36	24	54	72	36

Aby złożyć tablicę do znalezienia współczynników regresji liniowej, należy wykonać obliczenia jak w tabeli 4 dla kolumn z tabeli 5.

Tabela 6. Wartości mnożników X_1 , X_2 , X_3 określone na podstawie typu budynku z ankiety

X_1	X_2	X_3	J	W
0	0	2	Segment środkowy	Fragment budynku w zabudowie zwartej - środkowy
1	2	3	Segment skrajny	Fragment budynku w zabudowie zwartej - skrajny
2	4	4	Budynek wolnostojący	Budynek wolnostojący

Następnie, dla określonych w tabeli 7. wartości z tak utworzonej tablicy, wykorzystując dziewięć punktów (opisanych w kolumnach od 1 do 9 w Tabeli 5), zastosować regresję liniową, aby znaleźć współczynniki liniowe a i b dla równania ogólnego:

$$y = a \cdot x + b$$

Obliczenia wykonać dla każdej relacji (funkcji) z Tabeli 7 z tablicy złożonej z obliczeń wykonanych wg Tabeli 4 dla zestawów parametrów określonych Tabeli 6.

Należy wczytać wartość powierzchni użytkowej z ankiety, dalej oznaczona jako A_u .

W efekcie realizacji algorytmu powinno powstać siedem różnych (niezależnych) par współczynników liniowego równania regresji a i b dla każdej relacji (funkcji) opisanej w Tabeli 7. Może zachodzić, że pary a i b będą miały identyczne wartości dla dachu i podłogi.

Tabela 7. Uzyskanie pożądaných wyników

Nazwa	Funkcja	Zmienne	Wynik
Kubatura w funkcji powierzchni użytkowej	$V = f(A_u)$	$y = V$ $x = A_u$	$V' := A_u^{a_1} \cdot e^{b_1}$
Stosunek A/V w funkcji kubatury	$k_{A/V} = f(V)$	$y = k_{A/V}$ $x = V$	$k_{A/V}' := V'^{a_2} \cdot e^{b_2}$
Udział ścian w funkcji stosunku A/V	$s_{\%} = f(k_{A/V})$	$y = s_{\%}$ $x = k_{A/V}$	$s_{\%}' := k_{A/V}'^{a_3} \cdot e^{b_3}$
Udział podłogi w funkcji stosunku A/V	$p_{\%} = f(k_{A/V})$	$y = p_{\%}$ $x = k_{A/V}$	$p_{\%}' := k_{A/V}'^{a_4} \cdot e^{b_4}$

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Udział okien w funkcji stosunku A/V	$o_{\%} = f(k_{A/V})$	$y = o_{\%}$ $x = k_{A/V}$	$o_{\%}' := k_{A/V}'^{a_5} * e^{b_5}$
Udział dachu w funkcji stosunku A/V	$d_{\%} = f(k_{A/V})$	$y = d_{\%}$ $x = k_{A/V}$	$d_{\%}' := k_{A/V}'^{a_6} * e^{b_6}$
Udział drzwi w funkcji stosunku A/V	$dr_{\%} = f(k_{A/V})$	$y = dr_{\%}$ $x = k_{A/V}$	$dr_{\%}' := k_{A/V}'^{a_7} * e^{b_7}$

Otrzymane wyniki z indeksem prim będą wykorzystane do dalszych obliczeń.

D. WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA

Na podstawie określonego w ankiecie **kształtu** budynku dobrać współczynnik kształtu w_k na podstawie tabeli 8. Jeżeli brak danych, przyjąć wartość 1. (na podstawie wersji ankiety ustalonej z Izłą Kominiarzy. Dorobione zostaną rysunki poglądowe do łatwego określenia kształtu budynku).

Tabela 8. Współczynnik kształtu w_k

Jednolokalowy		Wielolokalowy	
bud. jednobryłowy, parterowy z płaskim stropodachem lub poddaszem nieużytkowym (nieogrzewanym)	1,375	bud. prostokątny, jednobryłowy bez uskoków, min. 2 - kondygn. z poddaszem użytkowym	0,8
bud. dwu lub wielobryłowy, parterowy z płaskim stropodachem lub poddaszem nieużytkowym (nieogrzewanym)]	1,5	bud. prostokątny, jednobryłowy bez uskoków, min. 2 - kondygn. z płaskim stropodachem lub poddaszem nieużytkowym	1
bud. o zwartej budowie, jednobryłowy, parterowy, z poddaszem użytkowym	0,875	bud. prostokątny, jednobryłowy z uskokami, min. 2 - kondygn. z poddaszem użytkowym	1,2
bud. o zwartej budowie, jednobryłowy, wielokondygn. z płaskim dachem lub poddaszem nieużytkowym	1	bud. prostokątny, jednobryłowy z uskokami, min. 2 - kondygn. z płaskim stropodachem	1,4
bud. dwu lub wielobryłowy, parterowy z poddaszem użytkowym	1,125	bud. wielobryłowy, min. 2 - kondygn. z poddaszem użytkowym	1,6
bud. dwu lub wielobryłowy, wielokondygn. z płaskim dachem lub poddaszem nieużytkowym	1,25	bud. wielobryłowy, min. 2 - kondygn. z płaskim stropodachem lub poddaszem nieużytkowym	1,8

Tabela 9. Zebranie parametrów potrzebnych do dalszych obliczeń

Parametr	Wartość	Jednostka
Kubatura przestrz. ogrzewanej, V'	Z tabeli 7	[m ³]
Kubatura wentylowana, V_w	$V_w := A_v * h_k$	[m ³]

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Łączna pow. przegród, A'	$A' := k_{A/V} \cdot V'$	[m ²]
Ściany zewnętrzne A_{SZ}	$A_{SZ} := s_{\%}' \cdot A' \cdot w_K$	[m ²]
Okna zewnętrzne A_{OK}	$A_{OK} := o_{\%}' \cdot A' \cdot w_{OK} \cdot w_K$	[m ²]
Drzwi zewnętrzne A_D	$A_D := dr_{\%}' \cdot A'$	[m ²]
Dach/Stropodach A_{PD}	$A_{PD} := d_{\%}' \cdot A'$	[m ²]
Podłoga A_{PG}	$A_{PG} := p_{\%}' \cdot A'$	[m ²]

gdzie:

$w_{OK} :=$	1	J
	1,2	W

Na podstawie roku budowy (dana z ankiety) dobrać współczynniki U jak w tabeli 10. według tabeli 11. i tabeli 12.

UWAGA: Jeśli rok budowy > 2000, to przyjmować grubość ocieplenia $H = 0$.

Tabela 10. Sposób wyznaczania współczynników U

Przegroda	Oznaczenie
Ściany zewnętrzne	$U_{SZ}' := 1 / (1 / U_{SZ} + H_{SZ} / 100 / 0,036)$
Okna zewnętrzne	U_{OK}
Drzwi zewnętrzne	U_D
Dach/Stropodach	$U_{PD}' := 1 / (1 / U_{PD} + H_{PD} / 100 / 0,036)$
Podłoga	$U_{PG}' := 1 / (1 / U_{PG} + H_{PG} / 100 / 0,036)$

Z komentarzem [DK1]: Jeśli to nie duży problem, proponowałbym zmienić na 0,040?

Z komentarzem [DK2]: Jeśli to nie duży problem, proponowałbym zmienić na 0,040?

Z komentarzem [DK3]: Jeśli to nie duży problem, proponowałbym zmienić na 0,040?

Tabela 11. Wsp. U dla przegród w zależności od roku budowy, na podstawie aktualnego rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Rok budowy	<1939	1939	1950	1958	1965	1975	1983	1992	1998	2009	2014	2017	2021
Dach/Stropodach, U_{PD}	1,4	1,2	1,2	0,87	0,87	0,7	0,45	0,3	0,3	0,25	0,2	0,18	0,15
Ściany zewnętrzne, U_{SZ}	1,7	1,7	1,4	1,16	1,16	1,16	0,75	0,6	0,35	0,25	0,25	0,23	0,2
Okna zewnętrzne, U_{OK}	4,2	3,2	3,2	3,2	3,2	2,6	2,6	2,6	1,4	1,4	1,3	1,1	0,9
Drzwi zewnętrzne, U_D	3	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	1,7	1,7	1,7	1,5	1,3
Podł. na gruncie/strop piwn., U_{PG}	1,4	1,4	1,2	1,2	1	0,8	0,6	0,6	0,5	0,45	0,3	0,3	0,3

Należy umożliwić wprowadzanie zmian tabeli 11., gdyż z biegiem czasu wydawane będą kolejne rozporządzenia (chodzi o lata po 2021 r).

Oznaczenie grubości ociepleń poszczególnych przegród należy przyjmować na podstawie danych z Tabeli 12. Dane te są przyjmowane na podstawie ankiety, jako grubość dodatkowego ocieplenia wykonanego po zakończeniu budowy budynku.

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Tabela 12. Grubości ocieplenia

Przegroda	Grubość [cm]
Grubość ocieplenia podłogi na gruncie lub stropu nad piwnicą / garażem	H_{PG}
Grubość ocieplenia dachu/stropodachu	H_{PD}
Grubość ocieplenia ścian	H_{SZ}

Następnie program dobiera współczynniki btr w zależności od tego czy budynek **jednorodzinny** czy **wielorodzinny** jak w tabeli 13.

Tabela 13. Współczynnik btr dla przegród

Przegroda	J	W
Ściany zewnętrzne, btr_{SZ}	0,90	0,96
Dach/Stropodach, btr_{PD}	0,92	0,98
Podł. na gruncie/strop piwn., btr_{PG}	0,50	0,50

Uwzględnienie wpływu mostków cieplnych na obliczenia strat ciepła.

Obliczyć mnożniki K jak poniżej:

Mnożnik K	K1	K2
Sposób wyznaczania	<p>Jeżeli ($U_{SZ} \geq 0,6$) to $K1 := 1$ Jeżeli ($0,3 \leq U_{SZ} < 0,6$) to $K1 := 0,3$ Jeżeli ($U_{SZ} < 0,3$) to $K1 := 0,1$</p>	<p>Jeżeli ($U_{PD} \geq 0,45$) to $K2 := 1$ Jeżeli ($0,25 \leq U_{PD} < 0,45$) to $K2 := 0,3$ Jeżeli ($U_{PD} \leq 0,25$) to $K2 := 0,1$</p>

Po czym wyznacza długości mostków cieplnych I według tabeli 14.

Tabela 14. Mostki cieplne

Okna i drzwi	Balkony		Wieżce
$I_{OD} := A_{OK}/2,25 * 6 + A_D/2,4 * 5,2$	$I_B := 3$	J	$I_W := (A_W/n_K)^{0,5} * X_3 * n_K$
	$I_B := A_U/90 * 3$	W	

gdzie:

X_3 - określone na podstawie tabeli 6.

Na podstawie powyższych program liczy wartość współczynnika strat ciepła przez przenikanie według wzoru:

$$H_{tr} := (A_{SZ} * U_{SZ} * btr_{SZ}) + (A_{OK} * U_{OK}) + (A_D * U_D) + (A_{PD} * U_{PD} * btr_{PD}) + (A_{PG} * U_{PG} * btr_{PG}) + K1 * (I_{OD} * 0,45 + I_B * 0,95 + I_W * 0,30) + K2 * (I_W * 0,30) [W/K]$$

Następnie należy wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez wentylację. Wpierw należy obliczyć strumień wymianianego powietrza według metody poniżej:

Jeżeli $(0,4784 * V_W - 42,285 < 100)$ to

$$V_{WENT} := 0,0278$$

w przeciwnym przypadku

$$V_{WENT} := (0,4784 * V_W - 42,285)/3600$$

oraz

$$V_{inf} := V_W * 0,05 * 2 / 3600$$

Wtedy:

$$H_{WENT} := 1200 * (V_{WENT} + V_{inf})$$

E. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO CELÓW OGRZEWANIA

Należy wykorzystać dane meteorologiczne dostarczone przez Wykonawcę lub pobrać niezależnie ze strony ministerstwa właściwego ds. budownictwa. Zbiór danych powinien wyglądać następująco:

Tabela 15. Przykładowa struktura tablicy danych meteorologicznych; dane zależne od stacji meteorologicznej zależnej od lokalizacji budynku.

N _{Mi}	M _i	MDBT _i	I_N_90 _i	I_E_90 _i	I_S_90 _i	I_W_90 _i
31	1	MDBT ₁	I_N_90 ₁	I_E_90 ₁	I_S_90 ₁	I_W_90 ₁
...
31	12	MDBT ₁₂	I_N_90 ₁₂	I_E_90 ₁₂	I_S_90 ₁₂	I_W_90 ₁₂

Następnie wyznaczyć straty ciepła w poszczególnych miesiącach według metody poniżej dla każdego miesiąca:

Tabela 16. Metodyka wyznaczania składowych zapotrzebowania na ciepło dla każdego miesiąca

i	Q _{tr, i}	Q _{ve, i}	Q _{sol, i}	Q _{int, i}
1	$Q_{tr, 1} := H_{tr} * (t_{int} - MDBT_1) * N_{M1} * 24/1000$	$Q_{ve, 1} := H_{WENT} * (t_{int} - MDBT_1) * N_{M1} * 24/1000$	$Q_{sol, 1} := 0,75 * 0,75 * 0,90 * A_{OK} * (0,08 * I_N_{90_1} + 0,12 * I_E_{90_1} + 0,50 * I_S_{90_1} + 0,30 * I_W_{90_1}) / 1000$	$Q_{int, 1} := q_{int} * A_d * N_{M1} * 24/1000$
...

gdzie:

q _{int} :=	6,8	J
	7,1	W

t_{int} – średnia temperatura wewnętrzna podana w ankiecie

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Następnie należy wyznaczyć współczynniki:

$$T_{al} := (260000 * 1,402 * A_v / 3600) / (H_{tr} + H_{went})$$

$$a_H := 1 + T_{al} / 15$$

Tabela 17. Dalszy ciąg metodyki wyznaczania składowych zapotrzebowania na ciepło dla każdego miesiąca i

i	$\gamma_{H,i}$	$\eta_{H,i}$	$Q_{H,i}$
1	Jeżeli $(Q_{tr,1} + Q_{ve,1}) > 0$ to $\gamma_{H1} := (Q_{int,1} + Q_{sol,1}) / (Q_{ve,1} + Q_{tr,1})$ w przeciwnym wypadku $\gamma_{H,1} := 0$	Jeżeli $(\gamma_{H,1} > 0)$ oraz $(\gamma_{H,1} \neq 1)$ to $\eta_{H,1} := (1 - \gamma_{H,1}^{a_H}) / (1 - \gamma_{H,1}^{a_H+1})$ w przeciwnym wypadku $\eta_{H,1} := a_H / (a_H + 1)$	Jeżeli $(Q_{tr,1} + Q_{ve,1}) - \eta_{H1} * (Q_{sol,1} + Q_{int,1}) < 0$ to $Q_{H,1} := 0$ W przeciwnym wypadku $Q_{H,1} := Q_{tr,1} + Q_{ve,1} - \eta_{H,1} * (Q_{sol,1} + Q_{int,1})$
...

Na sam koniec należy zsumować wartości $Q_{H,i}$ dla każdego miesiąca. Jest to zapotrzebowanie na energię użytkową na ogrzewanie wyrażone w kWh/rok:

$$Q_H = \sum_i Q_{H,i}$$

Następnie wyznaczamy długość sezonu grzewczego według algorytmu opisanego poniżej.

Najpierw należy obliczyć wartość $\gamma_{H,lim}$:

$$\gamma_{H,lim} := (a_H + 1) / a_H$$

Tabela 18. Algorytm obliczania długości sezonu grzewczego, część A

i	$\gamma_{H,beg,i} := 0,5 * (\gamma_{H,i} + \gamma_{H,(i-1)})$	$\gamma_{H,end,i} := 0,5 * (\gamma_{H,i} + \gamma_{H,(i+1)})$	$\gamma_{H1,i} := \text{minimum}(\gamma_{H,beg,i}, \gamma_{H,end,i})$	$\gamma_{H2,i} := \text{maximum}(\gamma_{H,beg,i}, \gamma_{H,end,i})$
1	$0,5 * (\gamma_{H,1} + \gamma_{H,12})$	$0,5 * (\gamma_{H,1} + \gamma_{H,2})$	$\text{minimum}(\gamma_{H,beg,1}, \gamma_{H,end,1})$	$\text{maximum}(\gamma_{H,beg,1}, \gamma_{H,end,1})$
...

Tabela 19. Algorytm obliczania długości sezonu grzewczego, część B

i	$f_{H1,i} := 0,5 * (\gamma_{H,lim} - \gamma_{H1,i}) / (\gamma_{H,i} - \gamma_{H1,i})$	$f_{H2,i} := 0,5 + 0,5 * (\gamma_{H,lim} - \gamma_{H,i}) / (\gamma_{H2,i} - \gamma_{H,i})$	$f_{H,i} :$ jeżeli $(\gamma_{H2,i} < \gamma_{H,lim})$ $f_{H,i} := 1$ jeżeli $(\gamma_{H1,i} > \gamma_{H,lim})$ $f_{H,i} := 0$ jeżeli $(\gamma_{H,i} > \gamma_{H,lim})$ $f_{H,i} := f_{H1,i}$ w przeciwnym wypadku $f_{H,i} := f_{H2,i}$
1	$0,5 * (\gamma_{H,lim} - \gamma_{H1,1}) / (\gamma_{H,1} - \gamma_{H1,1})$	$0,5 * (\gamma_{H,lim} - \gamma_{H1,1}) / (\gamma_{H,1} - \gamma_{H1,1})$	jeżeli $(\gamma_{H2,1} < \gamma_{H,lim})$ $f_{H,1} := 1$ jeżeli $(\gamma_{H1,1} > \gamma_{H,lim})$ $f_{H,1} := 0$ jeżeli $(\gamma_{H,1} > \gamma_{H,lim})$ $f_{H,1} := f_{H1,1}$ w przeciwnym wypadku

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

			$f_{H,1} := f_{H2,1}$
...

gdzie $i = (1, ..., 12)$ i wyraża numer miesiąca, a wartości są zapętlone, tj. w kolejnych iteracjach w przypadku indeksu $(i - 1)$ przy i równym 1 indeks ten wyniesie 12, a w przypadku $(i + 1)$, gdy $i = 12$ indeks wyniesie 1.

Ostatecznie należy określić liczbę dni sezonu grzewczego w każdym miesiącu według tabeli 20.

Tabela 20. Algorytm obliczania długości sezonu grzewczego, część C

i	N_{Mi}	$f_{H,i}$	$N_{M,H,i} := N_{Mi} * f_{H,i}$
1	31	$f_{H,1}$	$N_{M1} * f_{H,1}$
2	28	$f_{H,2}$	$N_{M2} * f_{H,2}$
3	31	$f_{H,3}$	$N_{M3} * f_{H,3}$
4	30	$f_{H,4}$	$N_{M4} * f_{H,4}$
5	31	$f_{H,5}$	$N_{M5} * f_{H,5}$
6	30	$f_{H,6}$	$N_{M6} * f_{H,6}$
7	31	$f_{H,7}$	$N_{M7} * f_{H,7}$
8	31	$f_{H,8}$	$N_{M8} * f_{H,8}$
9	30	$f_{H,9}$	$N_{M9} * f_{H,9}$
10	31	$f_{H,10}$	$N_{M10} * f_{H,10}$
11	30	$f_{H,11}$	$N_{M11} * f_{H,11}$
12	31	$f_{H,12}$	$N_{M12} * f_{H,12}$

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą na podstawie tabeli 21. Końcowe zapotrzebowanie na energię pomocniczą jest sumą zapotrzebowania poszczególnych urządzeń pomocniczych. Należy dobrać odpowiednie urządzenia pomocnicze lub grupę urządzeń pomocniczych występujących w przypadku różnych źródeł. Dobór urządzeń na podstawie źródeł określono w tabeli. Obliczeniowe zapotrzebowanie należy liczyć według wzoru:

$$E_{pomH} = \sum (q_{el} * t_{el}) / 1000 * A_v \quad [\text{kWh/rok}]$$

Tabela 21. Wartości zapotrzebowania na moc elektryczną do urządzeń pomocniczych

Źródło	Rodzaj urządzenia pomocniczego	q_{el}	t_{el}
Wszystkie	Pompa obiegowa	0,7	6500
Kocioł na paliwa stałe Kocioł gazowy Kocioł olejowy	Napęd pompy i regulacja kotła	0,45	2200
Pompa ciepła	Pompa ciepła	0,8	1600
Sieć ciepłownicza	Węzeł cieplny	0,75	8760

F. ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ

W pierwszej kolejności należy wyznaczyć sprawność instalacji cw – η_{CWU} na cele przygotowania c.w.u. według poniższego wzoru:

$$\eta_{CWU} := \eta_w \cdot \eta_{ak} \cdot \eta_{reg} \cdot \eta_p$$

$$\eta_{ak} := 0,95$$

$$\eta_{reg} := 0,9$$

$$\eta_p := 0,8 \text{ dla J, } 0,7 \text{ dla W}$$

Korzystać ze sprawności wytwarzania η_w według sposobu w punkcie B na podstawie Tabeli 3.

Następnie należy policzyć zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u. według wzoru:

$$Q_W := V_{wi} \cdot A_u \cdot 4,19 \cdot (55 - 10) \cdot 365 / 3600 \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$V_{wi} :=$	$1,40 \cdot 0,75 = \mathbf{1,05}$	J
	$1,60 \cdot 0,85 = \mathbf{1,36}$	W

W przypadku istniejącej instalacji kolektorów słonecznych (ankieta) należy przeliczyć podaną liczbę kolektorów N_{kol} na powierzchnię przyjmując, że jeden kolektor ma powierzchnię 1,5 m². Następnie aby obliczyć roczny uzysk ciepła z kolektorów słonecznych należy zastosować wzór:

$$A_{kol} := N_{kol} \cdot 1,5$$

$$Q_{kol} := A_{kol} \cdot 460 \quad [\text{kWh/rok}]$$

Jest to energia użytkowa, której nie trzeba dostarczyć z pozostałych źródeł ciepła, dlatego wprowadzamy wartość Q_{W-KOL} , która oznacza energię użytkową, którą należy dostarczyć z pozostałych źródeł. Wtedy:

$$\text{Jeżeli } (Q_W / (\eta_p \cdot \eta_{reg} \cdot \eta_{ak}) - Q_{kol}) \geq (0,35 \cdot Q_W / (\eta_p \cdot \eta_{reg} \cdot \eta_{ak}))$$

$$\text{to } Q_{W-KOL} := Q_W / (\eta_p \cdot \eta_{reg} \cdot \eta_{ak}) - Q_{kol}$$

$$\text{w przeciwnym przypadku } Q_{W-KOL} := 0,35 \cdot Q_W / (\eta_p \cdot \eta_{reg} \cdot \eta_{ak})$$

Dodatkowo policzyć zapotrzebowanie na energię pomocniczą na potrzeby przygotowania c.w.u. według tabeli 22. Końcowe zapotrzebowanie na energię pomocniczą jest sumą zapotrzebowania poszczególnych urządzeń pomocniczych. Należy dobrać odpowiednie urządzenia pomocnicze lub grupę urządzeń pomocniczych występujących w przypadku różnych źródeł. Dobór urządzeń na podstawie źródeł określono w tabeli. Obliczeniowe zapotrzebowanie należy liczyć według wzoru:

$$E_{pom W} = \sum (q_{el} \cdot t_{el}) / 1000 \cdot A_u \quad [\text{kWh/rok}]$$

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Tabela 22. Wartości zapotrzebowania na moc elektryczną do urządzeń pomocniczych

Powierzchnia ogrzewana, A_{ogr}		<250		>250	
Źródło	Rodzaj urządzenia pomocniczego	q_{el}	t_{el}	q_{el}	t_{el}
Wszystkie	Pompy cyrkulacyjne	0,07	5840	0,07	5840
Wszystkie	Pompa zasobnika	0,45	250	0,15	500
Kocioł na paliwa stałe Kocioł gazowy Kocioł olejowy	Napęd pomocniczy kotła	1,2	275	0,35	375
Pompa ciepła	Pompa ciepła	0,8	400	0,8	400

G. PODZIAŁ ENERGII UŻYTKOWEJ I KOŃCOWEJ ZE WZGLĘDU NA ŹRÓDŁA CIEPŁA

Poniższa procedura służy do wyznaczenia udziału poszczególnych źródeł energii w bilansie energetycznym. Opis w tym rozdziale ma na celu określić ideę podziału energii ze względu na źródła. Dokładny opis algorytmu podziału został zawarty w Załączniku nr 3 i jest nadrzędny.

W pierwszej kolejności należy sprawdzić czy istniejące źródła ciepła są przeznaczone na wytwarzanie CG, CWU czy CG+CWU.

Jeśli źródła są CG+CWU, to wprowadzamy wielkość całkowitego zapotrzebowania na energię użytkową $Q = Q_H + Q_W$ (W przypadku zainstalowanych kolektorów słonecznych Q_W zastąpić przez $Q_{W, \text{kol}}$). Jeśli źródła wytwarzają ciepło osobno na cele CG i CWU, to Q jest równe odpowiednio $Q = Q_H$ i $Q = Q_W$ i należy wykonać poniższą analizę podwójnie – osobno dla CG i osobno dla CWU.

W dalszej analizie η_i oznacza sprawność wytwarzania η_w źródła i w przypadku CWU oznaczana jest tak jak w punkcie F., czyli η_{CWU} , natomiast w przypadku CG lub CG+CWU oznacza sprawność układu η_{CG} (jak w punkcie B.)

a) Energia użytkowa

Wprowadzamy wielkość E_{ui} , czyli energię użytkową ze źródła i. W przypadku, gdy istnieją źródła CG+CWU i równolegle dodatkowe źródło CWU, należy przyjąć, że energia użytkowa dostarczona ze źródła CG+CWU na potrzeby CWU wynosi $E_u = 225/365 * Q_W$, a pozostałą ilość energii $(140/365 * Q_W)$ podzielić równo na pozostałe źródła zadeklarowane w ankiecie jako źródła wytwarzające CWU.

Jeżeli nie występuje dodatkowe źródło/źródła CWU, to energia użytkowa dostarczona ze źródła CG+CWU na potrzeby CWU wynosi $E_u = 365/365 * Q_W = Q_W$.

Jeśli jednym ze źródeł jest pompa ciepła, należy przyjąć, że jej $E_{ui} := u_{\text{PC}} * Q$, a jeśli ogrzewanie elektryczne, to $E_{ui} := u_{\text{OE}} * Q$ (na podstawie doświadczenia).

gdzie:

Z komentarzem [DK4]: Rozdział G rozpatrywać w całości łącznie z Aneks i Załącznikiem 3. (Mail z 17.10.2019 i edytowalna z 07.01.2020).

Z komentarzem [DK5]: To jest obliczeniowe
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Z komentarzem [DK6]: tutaj uzupełnienie

Z komentarzem [DK7]: tutaj uzupełnienie

Z komentarzem [DK8]: tutaj uzupełnienie

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

u_{PC} – udział pompy ciepła w dostarczaniu energii użytkowej, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się co najmniej przyjmować $u_{PC} = 0,7$,

u_{OE} – udział ogrzewania elektrycznego w dostarczaniu energii użytkowej, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się co najmniej przyjmować $u_{OE} = 0,5$,

Jeżeli w budynku występuje tylko pompa ciepła i ogrzewanie elektryczne, to należy przyjąć $u_{PC} = 0,7$ oraz $u_{OE} = 0,3$.

Jeśli nie występuje pompa ciepła lub ogrzewanie elektryczne, a występują **źródła spalające paliwa**, należy obliczyć energię użytkową uzyskaną na podstawie informacji o ilościach spalanych paliw:

$$E_u := \sum (\eta_i * E_i)$$

oraz

$$E_{ui} := \eta_i * E_i$$

gdzie:

η_i – sprawność źródła ciepłego i ,

E_i – to zużycie energii źródeł i i wyznaczone według podanej w ankiecie ilości paliwa i wartości opałowych W_u podanych poniżej, wyznaczone według tabeli poniżej:

Tabela 23. Wzorcowe wartości opałowe dla różnych paliw oraz metoda obliczania energii końcowej

Rodzaj paliwa	Ilość p_i	Jednostka	Wartość opałowa W_{ui}	Jednostka	Energia, E_i (kWh)
węgiel orzech	p_i	Ton	20,7	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
węgiel kostka	p_i	Ton	20,7	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
węgiel groszek	p_i	Ton	20,7	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
węgiel miał	p_i	Ton	20,7	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
węgiel brunatny	p_i	Ton	20,7	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
drewno kawałkowe	p_i	Mp	15,6	MJ/kg	$E_i := p_i * W_{ui} * W_{mp/m^3} * p_d * 0,277778$
pellet / brykiet drzewny	p_i	Ton	15,6	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
inna biomasa	p_i	Ton	15,6	GJ/ton	$E_i := p_i * W_{ui} * 277,7778$
gaz przewodowy (sieć)	p_i	m^3	36,62	MJ/ m^3	$E_i := p_i * W_{ui} * 0,277778$
gaz butla, zbiornik LPG lub LNG	p_i	m^3	24000	MJ/ m^3	$E_i := p_i * W_{ui} * 0,277778$
olej opałowy	p_i	Litr	39	MJ/l	$E_i := p_i * W_{ui} * 0,277778$

gdzie:

Z komentarzem [DK9]: Tutaj nie ma indeksu „i” i jest istotna zmiana

W_{mp}/m^3 – współczynnik konwersji metrów przestrzennych na metry sześciennie, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjąć 0,68,

ρ_d – średnia gęstość drewna, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjmować $750 \text{ kg}/m^3$.

Jeżeli występują źródła CWU lub CG+CWU spalające paliwa, należy rozdzielić część energii z paliw przeznaczoną na CG i CWU. Aby to zrobić od łącznej energii dostarczanej ze źródeł spalających paliwa trzeba odjąć zapotrzebowanie na CWU, czyli:

$$E_{uCG} = \sum_i E_{ui} - Q_W;$$

(Q_{W-KOL} zamiast Q_W jeśli występuje instalacja kolektorów)

Wtedy :

$$E_{uCWU} := \sum_i E_{ui} - E_{uCG}, \text{ gdzie } (E_{uCWU} = Q_W)$$

W dalszej części opisu w przypadku analizy źródeł CG E_u oznacza E_{uCG} , a w przypadku źródeł CWU oznacza E_{uCWU} .

Następnie **od zapotrzebowania na energię użytkową Q** należy odjąć $E_u = \sum E_{ui}$, czyli energię użytkową ze źródeł ciepła: $E_{u_pozostałe} := Q - E_u$

gdzie:

$$Q = Q_H + Q_W$$

Wielkość $E_{u_pozostałe}$ określa zatem energię użytkową, która musi zostać dostarczona z pozostałych źródeł określonych w ankiecie. Pozostałe źródła należy rozumieć jako niespalające paliwa. Jeżeli jest więcej niż jedno pozostałe źródło, to $E_{u_pozostałe}$ dzielić po równo na każde źródło.

b) Energia końcowa

W tej części Q_k oznacza łączne zapotrzebowanie na energię końcową i w zależności od rodzaju źródła CG, CWU oznacza odpowiednio Q_{kH} lub Q_{kW} . Podział energii ze źródeł CG+CWU na CG i CWU opisano w poprzednim podrozdziale. Zatem $Q_k = Q_{kH} + Q_{kW}$.

W celu obliczenia Q_{kH} lub Q_{kW} , dla pompy ciepła czy ogrzewania elektrycznego należy ich E_{ui} (czyli odpowiednio iloczyn u_{PC} lub u_{OE} i Q) podzielić przez ich sprawności:

$$E_{ki} := E_{ui} / \eta_i$$

Dla źródeł wykorzystujących paliwa, energią końcową jest energia w paliwie, czyli E_i wyznaczone na podstawie tabeli 23.:

$$E_{ki} := E_i$$

$$E_{ki} := E_{ui} / \eta_i$$

Z komentarzem [DK10]: To jest obliczeniowe

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Jeżeli występują pozostałe źródła ciepła poza pompą ciepła i ogrzewaniem elektrycznym, zakładamy równy podział pozostałej energii na pozostałe, wskazane w ankiecie źródła, więc:

$$E_{k_pozostale_i} := E_{u_pozostale} / n * (1/\eta_i)$$

$$E_{k_pozostale} := \sum E_{k_pozostale_i},$$

gdzie:

n - ilość pozostałych źródeł,

i – kolejne, pozostałe występujące w ankiecie źródło.

Ostatecznie, łączna energia końcowa:

$$Q_k := \sum (E_{ki}) + E_{k_pozostale}$$

Zachodzi również:

$$Q_{kW} = E_{k_CWU} = \sum (E_{ki_CWU}) + \sum E_{k_pozostale_CWU_i},$$

$$Q_{kH} = E_{k_CG} = \sum (E_{ki_CG}) + \sum E_{k_pozostale_CG_i},$$

$$E_{ki_CWU} = E_{ui_CWU} / \eta_{CWU_i}$$

$$E_{ki_CG} = E_{ui_CG} / \eta_{CG_i} \text{ (uwaga: oznaczenia przy } \eta \text{ dla porządku; } \eta_{CWU_i} = \eta_{CG_i} \text{)}$$

$$u_i = E_{ki} / Q_k \text{ (łącznie z } E_{k_pozostale_i} \text{)}.$$

Liczba współczynników u_i równa jest liczbie źródeł ciepła łącznie z pozostałymi)

Zawsze powinno zachodzić:

$$\sum u_i = 1,00,$$

$$Q_k = Q / \eta,$$

gdzie:

$$\eta = \sum (u_i * \eta_i)$$

(dla każdego ze źródeł i , łącznie z pozostałymi).

$$Q_k = Q_{kH} + Q_{kW}.$$

Jest to zatem energia końcowa wynikająca z normowych warunków eksploatacji budynku.

Spodziewamy się jednak, że wartość ta będzie większa niż rzeczywista wartość energii końcowej.

W przypadku, gdy nie występują pompa ciepła lub ogrzewanie elektryczne, suma energii wytworzonej w źródłach spalających paliwa jest rzeczywistą energią końcową:

$$Q_{k_rz} := \sum E_i$$

Z komentarzem [DK11]: Ten warunek powinien stanowić parametr kontrolny po przebiegu każdej ze ścieżek obliczeniowych dla poszczególnych kombinacji źródeł. Również $\sum E_{ui} = Q_H + Q_W$ powinna stanowić parametr kontrolny dla każdej ze ścieżek.

W związku z tym wprowadza się stopień niedotrzymania normowych wymagań w zakresie eksploatacji budynków:

$$\xi := Q_{k, rz} / Q_k$$

Przypadek $\xi < 1$ oznacza, że pomieszczenia są nieodpowiednio wentylowane, niedogrzone lub tylko część powierzchni użytkowej jest ogrzewana. Tak wyznaczony wskaźnik ξ pozwala skorygować wartość energii końcowej, zatem:

$$Q_k' := Q_k * \xi$$

gdzie Q_k' jest skorygowaną wartością energii końcowej.

c) Udział źródła

Posiadając informację na temat energii wytworzonej w każdym źródle, należy określić udział każdego źródła w wytwarzaniu ciepła, co przyda się dalej do obliczenia zapotrzebowania na energię pierwotną, jak i emisji zanieczyszczeń:

$$u_i := E_{ki} / (Q_{kH} + Q_{kW})$$

$$\sum u_i = 1,00.$$

Na koniec wyznaczyć wskaźnik energii końcowej na cele ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej:

$$EK_H := (Q_{kH} + E_{pom H}) / A_u \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ rok}]$$

$$EK_W := (Q_{kW} + E_{pom W}) / A_u \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ rok}]$$

H. CAŁKOWITY BILANS ENERGII NA POTRZEBY OGRZEWANIA I PRZYGOTOWANIA C.W.U.

Całkowite zapotrzebowanie na energię końcową:

$$Q_{k(H+W)} := Q_{kH} + Q_{kW} + E_{pom H} + E_{pom W} \quad [\text{kWh/rok}]$$

Wskaźnik energii końcowej:

$$EK_{H+W} := Q_{k(H+W)} / A_u$$

Całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną wyznacza się na podstawie zapotrzebowania na energię końcową Q_{kH} , Q_{kW} oraz zapotrzebowania na energię pomocniczą E_{pom} i współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i podanych w tabeli 24. dobranych na podstawie źródła ciepła:

$$Q_p := (Q_{kH} + Q_{kW}) * w + (E_{pom H} + E_{pom W}) * w_E \quad [\text{kWh/rok}]$$

Z komentarzem [DK12]: Ten warunek powinien stanowić parametr kontrolny po przebiegu każdej ze ścieżek obliczeniowych dla poszczególnych kombinacji źródeł. Również $\sum E_{ki} = Q_{kH} + Q_{kW}$ powinna stanowić parametr kontrolny dla każdej ze ścieżek.

Z komentarzem [DK13]: Aktualizacja algorytmu obliczeniowego do zgodności z przepisami rozporządzenia po nowelizacji.
Prośba o wprowadzenie tego uaktualnienia do algorytmu.

Epom dolicza się po zmianach do EK

Z komentarzem [DK14]: j.w.

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

W celu obliczenia współczynnika nakładu energii pierwotnej w, należy uwzględnić udział każdego źródła, więc:

$$w := \sum u_i * w_{i,}$$

gdzie:

w_i - współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej wg tabeli 24, przy czym $w_{i,}$ jako w_H oraz w_W oznaczają wyznaczone według powyższego wzoru średnie wskaźniki dla źródeł na cele ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej. w_E – wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla napędów pomocniczych, jak dla energii elektrycznej wg tabeli 24.

Tabela 24. Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i

Źródło, i	w_i	Grupa paliw
Kocioł na paliwa stałe	1,1	stałe
Kocioł gazowy	1,1	gaz
Kocioł olejowy	1,1	olej
Ogrzewanie elektryczne	3	-
Sieć ciepłownicza	0,8	-
Pompa ciepła	3	-
Kominek	1,1	stałe
Piec, piecokuchnia, piec wolnostojący	1,1	stałe
Piec kaflowy	1,1	stałe
Urządzenia pomocnicze, w_E	3	-

Wskaźnik energii pierwotnej:

$$EP_{H+W} := Q_p / A_p$$

I. EMISJE CO₂

Wyznaczenie rocznej emisji CO₂ sprowadza się w tym przypadku do wzoru:

$$E_{CO_2} := (Q_{kW} + Q_{kH}) * w_{CO_2} + (E_{pom H} + E_{pom W}) * w_{CO_2 pom}$$

Należy przyjmować Q_k w [kWh] oraz wskaźniki w [kg/kWh].

Podobnie jak w przypadku współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, należy uwzględnić udział poszczególnych źródeł:

$$w_{CO_2} := \sum u_i * w_{CO_2 i} / 1000$$

Tabela 25. Wskaźniki emisji CO₂, w_{CO_2}

Źródło emisji, i	$w_{CO_2 i} := w_{CO_2 i, GJ} / 277,7778$ [kg/kWh]	$w_{CO_2 i, GJ}$ [kg/GJ]
Kocioł na paliwa stałe	0,3510	97,5
Kocioł gazowy	0,1999	55,54

Z komentarzem [DK15]: Tu trzeba wprowadzić do algorytmu istotną zmianę (przeliczenie emisji z kilogramów na tony).

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Kocioł olejowy	0,2786	77,4
Ogrzewanie elektryczne	0,765	
Sieć ciepłownicza	0,4176	
Pompa ciepła	0,765	
Kominiek	0,403	112,0
Piec, piecokuchnia, piec wolnostojący	0,3510	97,5
Piec kaflowy	0,3510	97,5
Urządzenia pomocnicze, $W_{CO2\text{ pom}}$	0,765	

Z komentarzem [DK16]: Memo: przy założeniu, że przeważają małe ciepłownie węglowe na terenach mniej intensywnie zurbanizowanych w mniejszych miastach.

gdzie:

i – kolejne źródła emisji.

Proponujemy, aby inne emisje (pyły, pyły zawieszone, NO_x, SO₂ i inne szkodliwe substancje chemiczne) obliczać w analogiczny sposób przy użyciu wskaźników emisji dla poszczególnych paliw i źródeł ciepła określonych przez Instytut Ochrony Środowiska.

I. KOSZTY WYTWARZANIA ENERGII

Do oszacowania kosztów należy w pierwszej kolejności wykorzystać informacje o ilości zużytego paliwa i na ich podstawie obliczyć koszt wytworzonego ciepła.

$$k_H := \sum u_{H,i} * k_{kwh,i}$$

$$k_W := \sum u_{W,i} * k_{kwh,i}$$

$$K_H := k_H * Q_{KH} + E_{pom\ H} * k_i \text{ (} k_i \text{ - jak dla urządzenia pomocniczego z tabeli 26)}$$

$$K_W := k_W * Q_{KW} + E_{pom\ W} * k_i \text{ (} k_i \text{ - jak dla urządzenia pomocniczego z tabeli 26)}$$

$$K := K_H + K_W$$

gdzie:

u_i - wyznaczony uprzednio udział źródła w wytwarzaniu, H oznacza źródła na cele ogrzewania, W na cele ciepłej wody użytkowej

$k_{kwh,i}$ - koszt wytworzenia kWh w źródle i, które należy dobrać na podstawie podanych paliw w ankiecie i tabeli 2. W przypadku, w którym występuje kilka źródeł ciepła i/lub kilka rodzajów paliw z jednej grupy paliw, w przypadku, kiedy nie jest znany dokładny udział poszczególnych paliw w

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

bilansie, należy przyjąć jedno źródło wiodące (w przypadku paliw stałych – kocioł na paliwa stałe) i przypisać mu całe paliwo. W przeciwnym wypadku obowiązują powyższe wzory.

Tabela 26. Jednostkowe koszty wytworzenia ciepła

Paliwo/Źródło ciepła, i	Wartość opałowa, W_{ui}	Koszt jednostkowy, k_i	Jednostka k_i	Koszt GJ, $k_{GJ,i}$ [zł/GJ]	Koszt kWh, $k_{kWh,i}$ [zł/kWh]
węgiel orzech węgiel kostka węgiel groszek węgiel miał węgiel brunatny	20,7 GJ/t	800	zł/t	k_i / W_u	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Gaz ziemny	36,62 MJ/m ³	1,8	zł/m ³	$k_i / W_u * 1000$	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Gaz płynny	24 MJ/l	3,25	zł/l	$k_i / W_u * 1000$	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Olej opałowy	39 MJ/l	4	zł/l	$k_i / W_u * 1000$	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Ogrzewanie elektryczne, urządzenia pomocnicze	-	0,6	zł/kWh	-	k_i
System ciepłowniczy	-	58	zł/GJ	58 zł/GJ	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Inna biomasa	15,6 GJ/t	275	zł/t	k_i / W_u	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Drewno kawałkowe	15,6 GJ/t	350	zł/t	k_i / W_u	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Pellet, brykiet drzewny	15,6 GJ/t	600	zł/t	k_i / W_u	$k_{GJ,i} / 277,7778$
Pompy ciepła	-	0,6	zł/kWh	-	k_i

Z komentarzem [DK17]: Dlaczego. Mamy przecież udziały poszczególnych paliw i znamy ich ceny?

Sprawdzić, czy nie zmienione?

Z komentarzem [DK18]: Zmiana

Z komentarzem [DK19]: Istotna zmiana

K. TERMOMODERNIZACJE

Na początku należy wyznaczyć liczbę stopniocdni w następujący sposób:

Tabela 27. Metodyka obliczania liczby stopniocdni

i	$N_{M, H, i}$	MDBT	Liczba stopniocdni, S_{d_i}
1	$N_{M, H, 1}$	MDBT ₁	$(t_{int} - MDBT_1) * N_{M, H, i}$
...

$$S_d := \sum_i S_{d_i}$$

a) Wymiana stolarki okiennej

Jeżeli $U_{OK} > U_{GR, OK}$ to wykonać poniższą analizę, jeśli nie, to przyjąć $\Delta Q_{H, OK} := 0$ oraz $\Delta K_{OK} := 0$

W obecnej sytuacji do szacowania potencjału efektywności energetycznej przyjąć $U_{GR, OK} = 1,1$, natomiast do prezentacji zaleceń dla właścicieli budynków przyjąć $U_{GR} = 1,4$. Wynika to stąd, że nie ma sensu zachęcać właścicieli budynków do wymiany okien dobrych na trochę lepsze.

- Oszczędność energii [kWh/rok]:

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

$$\Delta Q_{H_OK} := (8,64 * S_d * A_{OK} * (U_{OK} - U_{docelowe_OK}) / 100000 + 2,94 * (1,10 - 0,9) * 1 * S_d * V_{WENT} * 3600 / 100000) / (Q_{kH} / Q_{kH}) * 1000000000 / (1000 * 3600)$$

gdzie:

$U_{docelowe_OK}$ – wartość współczynnika przenikania ciepła okien U_{OK} obowiązująca w dniu wykonywania analizy zgodnie z przepisami określonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285).

Od roku 2019 do momentu zmiany wymagań można przyjmować $U_{docelowe_OK} = 0,9$.

- Oszczędność kosztów [zł/rok]:

$$\Delta K_{OK} := \Delta Q_{H_OK} * k_H$$

- Całkowity koszt wymiany stolarki okiennej:

$$K_{OK} := A_{OK} * k_{OK}$$

gdzie:

k_{OK} – koszt jednostkowy wymiany stolarki okiennej, umożliwić zmianę (określić jako zmienną), proponuje się przyjmować **650 zł/m²** stolarki okiennej do wymiany.

- Prosty okres zwrotu nakładów [lat]:

$$SPBT := K_{OK} / \Delta K_{OK}$$

- Redukcja emisji CO₂ [ton/rok]:

$$\Delta E_{OD} := \Delta Q_{H_OK} * w_{CO2} / 1000$$

b) Ocieplenie dachu/stropodachu

Jeżeli $U_{PD} \leq U_{GR_PD}$, to pominąć analizę. Jeśli nie, to:

$$H_{PD} := 0,036 * 100 * (U_{PD}' - U_{docelowe_PD}) / (U_{PD}' * U_{docelowe_PD}) + 1$$

(wynik należy zaokrąglić w górę do pełnego centymetra)

gdzie:

H_{PD} – grubość dodatkowej izolacji cieplnej wymaganej, aby $U_{PD} = U_{docelowe_PD}$,

$U_{docelowe_PD}$ – wartość współczynnika przenikania ciepła dachu/stropodachu U_{PD} obowiązująca w dniu wykonywania analizy zgodnie z przepisami określonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285). W roku 2019 wynosi **0,15**,

U_{GR_PD} – graniczna wartość, powyżej której wykonywanie analizy jest zasadne. Przyjmować $U_{GR_PD} = 0,40$.

Z komentarzem [DK20]: upewnić się, że jest tu mnożenie

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Jeżeli istnieje ocieplenie o gr. H_{PD} , to należy wykonać dodatkowe docieplenie o wyliczonej grubości

$$H_{PD}' := H_{PD}^*$$

- Oszczędność energii [kWh/rok]:

$$\Delta Q_{H_PD} := 8,64 * btrPD * S_d * A_{PD} * (U_{PD}' - U_{docelowe_PD}) / 100000 / (Q_{kH} / Q_{kH}) * 1000000000 / (1000 * 3600)$$

- Oszczędność kosztów [zł/rok]:

$$\Delta K_{PD} := \Delta Q_{H_PD} * k_H$$

- Całkowity koszt ocieplenia dachu:

$$K_{PD} := A_{PD} * k_{PD}$$

gdzie:

k_{PD} – jednostkowy koszt ocieplenia dachu/stropodachu; umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjmować 100 zł/m² brutto powierzchni użytkowej budynku.

- Prosty okres zwrotu nakładów [lat]:

$$SPBT := K_{PD} / \Delta K_{PD}$$

- Redukcja emisji CO₂ [ton/rok]:

$$\Delta E_{PD} := \Delta Q_{H_PD} * w_{CO2} / 1000$$

c) Ocieplenie ścian zewnętrznych

Jeżeli $U_{SZ} \leq U_{GR, SZ}$, to pominąć analizę. Jeśli nie, to:

$$H_{SZ}^* := 0,036 * 100 * (U_{SZ}' - U_{docelowe_SZ}) / (U_{SZ}' * U_{docelowe_SZ}) + 1$$

(wynik należy zaokrąglić w górę)

gdzie:

H_{SZ}^* - docelowa grubość izolacji cieplnej wymaganej, aby $U_{SZ} = U_{docelowe_SZ}$,

$U_{docelowe_SZ}$ - wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych U_{SZ} obowiązująca w dniu wykonywania analizy zgodnie z przepisami określonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285). W 2019 wynosi 0,20,

$U_{GR, SZ}$ – graniczna wartość, powyżej której wykonywanie analizy jest zasadne. Przyjmować $U_{GR, PD} = 0,40$.

Jeżeli istnieje ocieplenie o gr. H_{SZ} , to należy wykonać dodatkowe docieplenie o grubości $H_{SZ}' := H_{SZ}^*$

Współczynnik U po dociepleniu:

Z komentarzem [DK21]: Nie zmniejszamy wyliczonej grubości izolacji H_{PD}^* o podaną w ankiecie grubość istniejącego ocieplenia H_{PD}

Z komentarzem [DK22]: Uwzględnić tę zmianę w algorytmie !!!!!

Z komentarzem [DK23]: Upewnić się, że jest mnożenie.

$$U_{SZ}^* := U_{docelowe_SZ}$$

- Oszczędność energii [kWh/rok]:

$$\Delta Q_{H_SZ} := 8,64 * btr_{SZ} * S_d * A_{SZ} * (U_{SZ}' - U_{docelowe_SZ}) / 100000 / (Q_H / Q_{kH}) * 1000000000 / (1000 * 3600)$$

- Oszczędność kosztów [zł/rok]:

$$\Delta K_{SZ} := \Delta Q_{H_SZ} * k_H \text{ (tutaj stare } k_H)$$

- Całkowity koszt ocieplenia ścian zewnętrznych:

$$K_{SZ} := A_{SZ} * k_{SZ}$$

gdzie:

k_{SZ} – jednostkowy koszt ocieplenia ścian zewnętrznych; umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjąć 180 zł/m² ściany.

- Prosty okres zwrotu nakładów [lat]:

$$SPBT := K_{SZ} / \Delta K_{SZ}$$

- Redukcja emisji CO₂ [ton/rok]:

$$\Delta E_{SZ} := \Delta Q_{H_SZ} * w_{CO2} / 1000$$

d) Ocieplenie podłogi

Jeżeli $U_{PG} \leq U_{GR, PG}$ to pominąć analizę. Jeśli nie, to:

$$H_{PG}^* := 0,036 / 100 * (U_{PG}' - U_{docelowe_PG}) / (U_{PG}' * U_{docelowe_PG}) + 1$$

(wynik należy zaokrąglić w górę)

gdzie:

H_{PG}^* - docelowa grubość izolacji cieplnej wymaganej, aby $U_{PG} = U_{docelowe_PG}$,

$U_{docelowe_PG}$ - wartość współczynnika przenikania ciepła podłogi U_{PG} obowiązująca w dniu wykonywania analizy zgodnie z przepisami określonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2017 poz. 2285). W 2019 wynosi 0,30,

$U_{GR, PG}$ – graniczna wartość, powyżej której wykonywanie analizy jest zasadne. Przyjmować $U_{GR, PG} = 0,60$.

Jeżeli istnieje ocieplenie, to należy wykonać dodatkowe docieplenie o grubości $H_{PG}' := H_{PG}^*$.

Współczynnik U po dociepleniu:

$$U_{PG}^* := U_{docelowe_PG}$$

Z komentarzem [DK24]: Znak

Z komentarzem [DK25]: Upewnić się, że jest mnożenie.

Z komentarzem [DK26]: Nie zmniejszać grubości ocieplenia

Z komentarzem [DK27R26]:

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

- Oszczędność energii [kWh/rok]:

$$\Delta Q_{H_PG} := 8,64 * btr_{PG} * Sd * A_{PG} * (U_{PG}' - U_{PG}) / 100000 / (Q_{KH} / Q_{KH}) * 1000000000 / (1000 * 3600)$$

- Oszczędność kosztów [zł/rok]:

$$\Delta K_{PD} := \Delta Q_{H_PG} * k_H$$

- Całkowity koszt ocieplenia podłogi:

$$K_{PG} := A_{PG} * k_{PG}$$

gdzie:

k_{PG} – jednostkowy koszt ocieplenia podłogi; umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjęc 200 zł/m² podłogi.

- Prosty okres zwrotu nakładów [lat]:

$$SPBT := K_{PG} / \Delta K_{PG}$$

- Redukcja emisji CO₂ [ton/rok]:

$$\Delta E_{PG} := \Delta Q_{H_PG} * w_{CO2} / 1000$$

łączy koszt ocieplenia:

$$K_O := K_{PG} + K_{SZ} + K_{PD} + K_{OK}$$

e) Analiza opłacalności modernizacji instalacji grzewczej

Tabela 28. Sprawności źródeł po modernizacji

Źródło ciepła	Sprawność wytwarzania η_{w_ref}	Sprawność regulacji η_{r_ref}		Sprawność przesyłu η_{p_ref}
		J	W	
Kocioł na paliwa stałe	0,90	0,80	0,88	0,92
Kocioł gazowy	0,98	0,80	0,88	0,92
Kocioł olejowy	0,98	0,80	0,88	0,92
Ogrzewanie elektryczne	0,98	0,90	0,90	1
Sieć ciepłownicza	0,93	0,80	0,88	0,92
Pompa ciepła	3	0,90	0,88	0,92

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Kominek	0,70	0,70	0,70	1
Piec, piecokuchnia, piec wolnostojący	0,70	0,70	0,70	1
Piec kaflowy	0,80	0,70	0,70	1

Rozważa się wymianę wyłącznie kotłów na paliwa stałe o sprawności $\eta_w \geq 0,90$, które są źródłami wiodącymi (takimi, które mają największy udział u_i wyznaczony w punkcie F.). Przeanalizować wymianę takiego źródła na nowe tego samego rodzaju o sprawności η_{w_ref} podanej w tabeli, zastępując nim wszystkie pozostałe źródła. Koszt takiej wymiany, to:

$$K_K := 0,9 * (H_{tr} + H_{WENT}) / 1000 * 40 * k_K [zł]$$

gdzie:

k_K – jednostkowy koszt wymiany źródła ciepła; umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjęć 785 zł/kW (tabele kosztorysowe NFOŚiGW).

Należy sprawdzić czy stan techniczny instalacji jest gorszy niż „bardzo dobry” (średni, zły) – jeśli tak, wykonać analizę modernizacji instalacji CG, której koszt wynosi:

$$K_{inst_H} := A_{CG} * K_{inst_H} [zł]$$

gdzie:

$k_{inst_H} :=$	180 [zł/m ²]	J
	160 [zł/m ²]	W

oraz instalacji CWU:

$$K_{inst_W} := A_{CWU} * K_{inst_W} [zł]$$

gdzie:

$k_{inst_H} :=$	100 [zł/m ²]	J
	70 [zł/m ²]	W

Jeżeli nie istnieje instalacja kolektorów słonecznych należy oszacować powierzchnię kolektorów i koszt instalacji:

$$A_{KOL}' := 0,65 * Q_{kW} [kWh] / 460$$

$$K_{KOL} := k_{KOL} * A_{KOL}$$

gdzie:

k_{KOL} – jednostkowy koszt montażu kolektorów słonecznych, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjęć 2200 zł/m² kolektora.

Dodatkowo oszacować instalację pompy ciepła o sprawności η_{w_ref} :

$$K_{PC} := (H_{tr} + H_{WENT}) / 1000 * 40 * k_{PC}$$

gdzie:

k_{PC} – jednostkowy koszt instalacji pompy ciepła; umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjąć 1500 zł/kW.

L. EFEKT TERMOMODERNIZACJI

Rozważa się cztery warianty modernizacji, które przedstawiono w tabeli poniżej. Poniżej przedstawiono algorytm obliczania zapotrzebowania na ciepło w nowych warunkach. Część oznaczeń powtarza się, jednak należy pamiętać, że właściwy algorytm obliczania zapotrzebowania na ciepło się zakończył i jego część jest wywoływana od początku.

Poniżej przedstawiono dokładny opis każdego z wariantów. Wariant 1 jest podstawowy, należy go rozważyć, jeśli obecny kocioł na paliwa stałe ma sprawność niższą niż określono w rozdziale K. części e) lub stan instalacji CG/CWU jest średni lub zły. Przy zmianie źródła ciepła (przypadek kotła o zbyt niskiej wartości sprawności) generuje przypadek, w którym nowym źródłem jest kocioł na paliwa stałe zapewniający zapotrzebowanie na CG i CWU o sprawności z tabeli 28. Nieodpowiedni stan instalacji CG/CWU wymaga zmiany sprawności instalacji według tabeli 28.

Wariant 2 stosować jeśli nie istnieje instalacja kolektorów. Wariant 3 stosować jeśli nie istnieje instalacja pompy ciepła. Wariant 4 podobnie w przypadku nieistnienia jednego lub obydwu z instalacji.

Tabela 29. Opis wariantów modernizacji

Wariant	Opis	Dodatkowe zmiany danych wejściowych
1.	Standardowa termomodernizacja z wykonaniem ociepleń i wymianą kotła	źródło ciepła: Kocioł tego samego typu, co obecny o $E_u := Q_H + Q_W$ o sprawności referencyjnej z tabeli 28.
2.	Standardowa termomodernizacja z wykonaniem ociepleń, wymianą kotła i kolektorami słonecznymi	źródło ciepła: Kocioł tego samego typu, co obecny o $E_u := Q_H + Q_{W-KOL}$ o sprawności referencyjnej z tabeli 28. $A_{KOL} := A_{KOL}'$
3.	Standardowa termomodernizacja z wykonaniem ociepleń i pompą ciepła	źródło ciepła: Pompa ciepła o $E_u := Q_H + Q_W$ i sprawności referencyjnej z tabeli 28.
4.	Standardowa termomodernizacja z wykonaniem ociepleń, pompą ciepła i kolektorami słonecznymi	źródło ciepła: Pompa ciepła o $E_u := Q_H + Q_{W-KOL}$ i sprawności referencyjnej z tabeli 28. $A_{KOL} := A_{KOL}'$

a) WSPÓŁCZYNNIKI STRAT CIEPŁA

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Na podstawie określonego w ankiecie **kształtu** budynku dobrać współczynnik kształtu w_k na podstawie tabeli 8. Jeżeli brak danych, przyjąć wartość 1. (na podstawie wersji ankiety ustalonej z Izłą Kominiarzy. Zostaną dorobione rysunki poglądowe do łatwego określenia kształtu budynku).

Dobrać nowe współczynniki U na podstawie tabeli 30.:

Tabela 30. Nowe współczynniki U

Przegroda	Oznaczenie
Ściany zewnętrzne	$U_{docelowe_SZ}$
Okna zewnętrzne	$U_{docelowe_OK}$
Dach/Stropodach	$U_{docelowe_PD}$
Podłoga	$U_{docelowe_PG}$

Następnie obliczyć mnożniki K:

Mnożnik K	K1	K2
Sposób wyznaczania mnożników K	<p>Jeżeli ($U_{SZ} \geq 0,6$) to $K1 := 1$ Jeżeli ($0,3 \leq U_{SZ} < 0,6$) to $K1 := 0,3$ Jeżeli ($U_{SZ} < 0,3$) to $K1 := 0,1$</p>	<p>Jeżeli ($U_{PD} \geq 0,45$) to $K2 := 1$ Jeżeli ($0,25 \leq U_{PD} < 0,45$) to $K2 := 0,3$ Jeżeli ($U_{PD} < 0,25$) to $K2 := 0,1$</p>

Po czym wyznacza długości mostków cieplnych I według tabeli 31.:

Tabela 31. Mostki cieplne po modernizacji

Okna i drzwi	Balkony		Wieżce
$I_{OD} := A_{OK}/2,25 * 6 + A_D/2,4 * 5,2$	$I_B := 3$	J	$I_W := (A_W/n_K)^{0,5} * X_3 * n_K$
	$I_B := A_U/90 * 3$	W	

gdzie:

X_3 - określone na podstawie tabeli 6.

Na podstawie powyższych program liczy wartość współczynnika strat ciepła przez przenikanie według wzoru:

$$H_{Tr} := (A_{SZ} * U_{docelowe_SZ} * btr_{SZ}) + (A_{OK} * U_{docelowe_OK}) + (A_D * U_D) + (A_{PD} * U_{docelowe_PD} * btr_{PD}) + (A_{PG} * U_{docelowe_PG} * btr_{PG}) + K1 * (I_{OD} * 0,45 + I_B * 0,95 + I_W * 0,30) + K2 * (I_W * 0,30)$$

Następnie należy wyznaczyć współczynnik strat ciepła przez wentylację. Wpierw należy obliczyć strumień wymienianego powietrza według metody poniżej:

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Jeżeli $(0,4784 * V_W - 42,285 < 100)$ to

$$V_{WENT} := 0,0278$$

w przeciwnym przypadku

$$V_{WENT} := (0,4784 * V_W - 42,285)/3600$$

oraz

$$V_{inf} := V_W * 0,05 * 2 / 3600$$

Wtedy:

$$H_{WENT} := 1200 * (V_{WENT} + V_{inf})$$

b) ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO CELÓW OGRZEWANIA

Następnie wyznaczyć straty ciepła w poszczególnych miesiącach według metody poniżej dla każdego miesiąca:

Tabela 32. Metodyka wyznaczania składowych zapotrzebowania na ciepło dla każdego miesiąca

i	$Q_{tr, i}$	$Q_{ve, i}$	$Q_{sol, i}$	$Q_{int, i}$
1	$Q_{tr, 1} := H_{tr} * (t_{int} - MDBT_1) * N_{M1} * 24/1000$	$Q_{ve, 1} := H_{WENT} * (t_{int} - MDBT_1) * N_{M1} * 24/1000$	$Q_{sol, 1} := 0,75 * 0,75 * 0,90 * A_{OK} * (0,08 * I_{N_90_1} + 0,12 * I_{E_90_1} + 0,50 * I_{S_90_1} + 0,30 * I_{W_90_1}) / 1000$	$Q_{int, 1} := q_{int} * A_{M1} * N_{M1} * 24/1000$
...

gdzie:

$q_{int} :=$	6,8	J
	7,1	W

t_{int} – średnia temperatura wewnętrzna podana w ankiecie

Następnie należy wyznaczyć współczynniki:

$$T_{al} := 260000 * 1,402 * A_{M1} / 3600 / (H_{tr} + H_{WENT})$$

$$a_H := 1 + T_{al} / 15$$

Tabela 33. Dalszy ciąg metodyki wyznaczania składowych zapotrzebowania na ciepło dla każdego miesiąca

i	$\gamma_{H, i}$	$\eta_{H, i}$	$Q_{H, i}$
1	Jeżeli $(Q_{tr, 1} + Q_{ve, 1}) > 0$ to $\gamma_{H1} := (Q_{int, 1} + Q_{sol, 1}) / (Q_{ve, 1} + Q_{tr, 1})$ w przeciwnym wypadku	Jeżeli $(\gamma_{H, 1} > 0)$ oraz $(\gamma_{H, 1} \neq 1)$ to $\eta_{H, 1} := (1 - \gamma_{H, 1}^{a_H}) / (1 - \gamma_{H, 1}^{a_H + 1})$ w przeciwnym wypadku	Jeżeli $(Q_{tr, 1} + Q_{ve, 1}) - \eta_{H1} * (Q_{sol, 1} + Q_{int, 1}) < 0$ to $Q_{H, 1} := 0$ W przeciwnym wypadku

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

	$\gamma_{H,1} := 0$	$\eta_{H,1} := a_H / (a_H + 1)$	$Q_{H,1} := Q_{tr,1} + Q_{ve,1} - \eta_{H,1} * (Q_{sol,1} + Q_{int,1})$
...

Na sam koniec należy zsumować wartości $Q_{H,i}$ dla każdego miesiąca. Jest to zapotrzebowanie na energię użytkową na ogrzewanie wyrażone w kWh/rok:

$$Q_H = \sum_i Q_{H,i}$$

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie zapotrzebowania na energię pomocniczą na podstawie tabeli 21. Zawsze należy uwzględnić pompę obiegową, natomiast pozostałe trzy urządzenia należy sprawdzić z wyborem źródła ciepła w ankiecie, tj. jeżeli występują kotły (gazowe, olejowe, na paliwa stałe) należy uwzględnić również napęd pompy i regulację kotła. W przypadku systemu ciepłowniczego należy uwzględnić zapotrzebowanie wężła cieplnego, a pompy ciepła pompę ciepła. Obliczeniowe zapotrzebowanie należy liczyć według tabeli 21 i wzoru:

$$E_{pomH} = \sum (q_{el} * t_{el}) / 1000 * A_u \quad [\text{kWh/rok}]$$

c) ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ

W pierwszej kolejności należy wyznaczyć sprawność źródła na cele przygotowania c.w.u. według poniższego wzoru:

$$\eta_{CWU} := \eta_w * \eta_{ak} * \eta_{reg} * \eta_p$$

gdzie:

$$\eta_{ak} := 0,95$$

$$\eta_{reg} := 0,9$$

$$\eta_p := 0,8 \text{ dla J, } 0,7 \text{ dla W}$$

Korzystać ze sprawności wytwarzania η_w według sposobu w punkcie B.

Następnie należy policzyć zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u. według wzoru:

$$Q_W := V_{wi} * A_u * 4,19 * (55 - 10) * 365 / 3600 \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

$V_{wi} :=$	$1,40 * 0,75 = 1,05$	J
	$1,60 * 0,85 = 1,20$	W

W przypadku istniejącej instalacji kolektorów słonecznych (ankieta) należy przeliczyć podaną liczbę kolektorów N_{kol} na powierzchnię przyjmując, że jeden kolektor ma powierzchnię 1,5 m². Następnie aby obliczyć roczny uzysk ciepła z kolektorów słonecznych należy zastosować wzór:

$$A_{kol} := N_{kol} * 1,5$$

$$Q_{KOL} := A_{KOL} * 460 \quad [\text{kWh/rok}]$$

Jest to energia użytkowa, której nie trzeba dostarczyć z pozostałych źródeł ciepła, dlatego wprowadzamy wartość Q_{W-KOL} , która oznacza energię użytkową, którą należy dostarczyć z pozostałych źródeł. Wtedy:

$$\text{Jeżeli } (Q_W / (\eta_p * \eta_{reg} * \eta_{ak}) - Q_{KOL}) >= (0,35 * Q_W / (\eta_p * \eta_{reg} * \eta_{ak}))$$

$$\text{to } Q_{W-KOL} := Q_W / (\eta_p * \eta_{reg} * \eta_{ak}) - Q_{KOL}$$

$$\text{w przeciwnym przypadku } Q_{W-KOL} := 0,35 * Q_W / (\eta_p * \eta_{reg} * \eta_{ak})$$

Dodatkowo policzyć zapotrzebowanie na energię pomocniczą według tabeli 22. Zawsze należy uwzględnić pompę obiegową, natomiast pozostałe trzy urządzenia należy sprawdzić z wyborem źródła ciepła w ankiecie, tj. jeżeli występują kotły (gazowe, olejowe, na paliwa stałe) należy uwzględnić również napęd pompy i regulację kotła. W przypadku systemu ciepłowniczego należy uwzględnić zapotrzebowanie węzła cieplnego, a pompy ciepła pompę ciepła. Obliczeniowe zapotrzebowanie należy liczyć według tabeli 22 i wzoru:

$$E_{pom W} = \sum (q_{el} * t_{el}) / 1000 * A_u \quad [\text{kWh/rok}]$$

d) PODZIAŁ ENERGII UŻYTKOWEJ ZE WZGLĘDU NA ŹRÓDŁA CIEPŁA

Poniższa procedura służy do wyznaczenia udziału poszczególnych źródeł energii w bilansie energetycznym.

W pierwszej kolejności należy sprawdzić czy istniejące źródła ciepła są przeznaczone na wytwarzanie CG, CWU czy CG+CWU. Jeśli źródła są CG+CWU, to wprowadzamy wielkość $Q = Q_H + Q_W$ (W przypadku zainstalowanych kolektorów słonecznych Q_W zastąpić przez Q_{W-KOL}). Jeśli źródła wytwarzają ciepło osobno na cele CG i CWU, to Q jest równe odpowiednio $Q = Q_H$ i $Q = Q_W$ i należy wykonać poniższą analizę podwójnie – osobno dla CG i osobno dla CWU.

W dalszej analizie η_i oznacza sprawność wytwarzania η_{wi} źródła i w przypadku CWU (tak jak w punkcie F.), natomiast w przypadku CG lub CG+CWU oznacza sprawność układu η_{CG} (jak w punkcie B.)

1) Energia użytkowa

Wprowadzamy wielkość E_{ui} , czyli energię użytkową ze źródła i. W przypadku, gdy istnieją źródła CG+CWU i równolegle dodatkowe źródło CWU, należy przyjąć, że energia użytkowa dostarczona ze źródła CG+CWU $E_u = 225/365 Q_W$, a pozostałą ilość energii ($140/365 Q_W$) podzielić równo na pozostałe źródła.

Jeśli jednym ze źródeł jest **pompa ciepła**, należy przyjąć, że jej $E_{ui} := u_{PC} * Q$, a jeśli **ogrzewanie elektryczne**, to $E_{ui} := u_{OE} * Q$ (na podstawie doświadczeń).

gdzie:

u_{PC} – udział pompy ciepła w dostarczaniu energii użytkowej, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjmować 0,7.

u_{OE} – udział ogrzewania elektrycznego w dostarczaniu energii użytkowej, umożliwić zmianę (przyjąć jako zmienną), proponuje się przyjmować 0,5

Jeśli nie występuje pompa ciepła lub ogrzewanie elektryczne, a występują **źródła spalające paliwa**, należy obliczyć energię użytkową uzyskaną ze spalania paliw:

$$E_{ui} := \sum (\eta_i * E_i)$$

gdzie:

η_i – sprawność źródła cieplnego i ,

E_i to zużycie energii źródła i wyznaczone według podanej w ankiecie ilości paliwa i wartości opałowych W_u podanych poniżej, wyznaczone według tabeli 23.

Jeżeli występują źródła CWU lub CG+CWU spalające paliwa, należy rozdzielić część energii z paliw przeznaczoną na CG i CWU. Aby to zrobić od łącznej energii dostarczanej ze źródeł spalających paliwa trzeba odjąć zapotrzebowanie na CWU, czyli:

$$E_{uCG} := \sum_i E_{ui} - Q_W$$

(Q_{W-KOL} zamiast Q_W jeśli występuje instalacja kolektorów)

Wtedy:

$$E_{uCWU} := \sum_i E_{ui} - E_{uCG}$$

W dalszej części opisu w przypadku analizy źródeł CG E_u oznacza E_{uCG} , a w przypadku źródeł CWU oznacza E_{uCWU} .

Następnie od zapotrzebowania na energię użytkową Q należy odjąć sumę E_{ui} , czyli energię użytkową ze źródeł ciepła:

$$E_{u_pozostale} := Q - E_u$$

Wielkość $E_{u_pozostale}$ określa zatem energię użytkową, która musi zostać dostarczona z pozostałych źródeł określonych w ankiecie. Pozostałe źródła należy rozumieć jako niespalające paliwa. Jeżeli jest więcej niż jedno pozostałe źródło, to $E_{u_pozostale}$ dzielić po równo na każde źródło.

2) Energia końcowa

W tej części Q_k oznacza łączne zapotrzebowanie na energię końcową i w zależności od rodzaju źródła CG, CWU oznacza odpowiednio Q_{kH} lub Q_{kW} . Podział energii ze źródeł CG+CWU na CG i CWU opisano w poprzednim podrozdziale.

Dla pompy ciepła czy ogrzewania elektrycznego należy ich E_{ui} (czyli odpowiednio iloczyn u_{PC} lub u_{OE} i Q) podzielić przez ich sprawności:

$$E_{ki} := E_{ui} / \eta_i$$

Dla źródeł wykorzystujących paliwa energią końcową jest energia w paliwie, czyli E_i wyznaczone na podstawie tabeli 23:

$$E_{ki} := E_i$$

Zakładamy równy podział pozostałej energii na pozostałe źródła, więc:

$$E_{k_pozostałe} := E_{u_pozostałe} / n * \sum(1/\eta_i)$$

gdzie:

n - ilość pozostałych źródeł,

i - kolejne występujące w ankiecie źródło.

Ostatecznie, łączna energia końcowa:

$$Q_k := \sum(E_{ki}) + E_{k_pozostałe}$$

e) Udział źródła

Posiadając informację na temat energii wytworzonej w każdym źródle, należy określić udział każdego źródła w wytwarzaniu ciepła, co przyda się dalej do obliczenia zapotrzebowania na energię pierwotną, jak i emisji zanieczyszczeń:

$$u_{H_i} := E_{ki} / Q_{kH} \quad (\text{dla źródeł CG})$$

$$u_{W_i} := E_{ki} / Q_{kW} \quad (\text{dla źródeł CWU})$$

W przypadku źródeł CG+CWU w mianowniku stosować $Q_{k(H+W)}$ zamiast Q_{kH} i Q_{kW} .

Na koniec wyznaczyć wskaźnik energii końcowej na cele ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej:

$$EK_H := Q_{kH} / A_{uH} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ rok}]$$

$$EK_W := Q_{kW} / A_{uW} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ rok}]$$

f) CAŁKOWITY BILANS ENERGII NA POTRZEBY OGRZEWANIA I PRZYGOTOWANIA C.W.U.

Całkowite zapotrzebowanie na energię końcową:

$$Q_{k(H+W)} := Q_{kH} + Q_{kW} \quad [\text{kWh/rok}]$$

Wskaźnik energii końcowej

$$EK_{H+W} := Q_{k(H+W)} / A_{uH}$$

Całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną wyznacza się na podstawie zapotrzebowania na energię końcową Q_{kH} , Q_{kW} oraz zapotrzebowania na energię pomocniczą E_{pom} i współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i podanych w tabeli 24 dobranych na podstawie źródła ciepła.

$$Q_p := (Q_{kW} + Q_{kH}) * w + (E_{pomH} + E_{pomW}) * w_E \quad [\text{kWh/rok}]$$

Należy uwzględnić udział każdego źródła, więc:

$$w := \sum u_i * w_i$$

Wartości współczynników w_i znajdują się w tabeli 24

Wskaźnik energii pierwotnej:

$$EP_{H+W} := Q_p / A_{uH}$$

g) EMISJE CO₂

Wyznaczenie rocznej emisji CO₂ sprowadza się w tym przypadku do wzoru:

$$E_{CO2} := (Q_{kW} + Q_{kH}) * w_{CO2} + (E_{pomH} + E_{pomW}) * w_{CO2pom}$$

Należy przyjmować Q_k w [kWh] oraz wskaźniki w [kg/kWh].

Podobnie jak w przypadku współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, należy uwzględnić udział poszczególnych źródeł. Wartości wskaźnika w_{CO2} znajdują się w tabeli 25.

$$w_{CO2} := \sum u_i * w_{CO2i}$$

gdzie:

i – kolejne źródła energii

h) KOSZTY WYTWARZANIA ENERGII

Do oszacowania kosztów należy w pierwszej kolejności wykorzystać informacje o ilości zużytego paliwa i na ich podstawie obliczyć koszt wytworzonego ciepła.

$$K_H := \sum u_{H_i} * k_{kwh_i}$$

$$K_W := \sum u_{W_i} * k_{kwh_i}$$

$$K_H := K_H * Q_{kH}$$

$$K_W := k_W * Q_{kW}$$

$$K := K_H + K_W$$

Koszty jednostkowe znajdują się w tabeli 26.

i) Metodologia obliczania efektów modernizacji

Dla każdego wariantu należy pokazać efekty modernizacji według schematu poniżej. Wszystkie wartości sprzed rozdziału L oznaczono poniżej z indeksem „przed”, wartości bliźniacze obliczone w rozdziale L oznaczono natomiast z indeksem „po”. Obliczenia w rozdziale L należy wykonać dla każdego wariantu, który jest możliwy do wykonania, czego warunki określono na początku tego rozdziału.

Tabela 34. Sposób wyznaczania efektów modernizacji

Wariant	Zapotrzebowanie na energię końcową przed modernizacją	Zapotrzebowanie na energię końcową po modernizacji	Oszczędność energii, ΔQ	Koszt modernizacji, K	Oszczędność kosztów, ΔK	Prosty okres zwrotu nakładów	Redukcja emisji CO ₂
1.	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}} - Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$K_O + K_K$	$\Delta Q * k_{kwh_i}$	$K/\Delta K$	$\Delta Q * w_{co2i}$
2.	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}} - Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$K_O + K_K + K_{KOL}$	$\Delta Q * k_{kwh_i}$	$K/\Delta K$	$\Delta Q * w_{co2i}$
3.	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}} - Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$K_O + K_{PC}$	$\Delta Q * k_{kwh_i}$	$K/\Delta K$	$\Delta Q * w_{co2i}$
4.	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$Q_{k(H+W)}_{\text{przed}} - Q_{k(H+W)}_{\text{po}}$	$K_O + K_{PC} + K_{KOL}$	$\Delta Q * k_{kwh_i}$	$K/\Delta K$	$\Delta Q * w_{co2i}$

gdzie:

k_{kwh_i} - cena jednostkowa dla źródła i określoną w tabeli 26. Należy przyjąć ceny dla dotychczasowego paliwa wodącego (takiego, którego E_i było największe)

w_{co2i} - współczynnik emisji CO₂ dla źródła i.

j) ŚWIADECTWO CHARAKTERYSTYKI ENERGETYCZNEJ BUDNKU

Do podsumowania analiz w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku należy w pierw policzyć zapotrzebowanie na energię pierwotną (EP) dla budynku według rozporządzenia dot. warunków technicznych.

$$EP_W := 7800 / (300 + 0,1 * A_u)$$

Jeżeli $(A/V)' \leq 0,2$ to

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

$$P_{H+W} := 73 + EP_W$$

Jeżeli $1,05 \Rightarrow (A/V)' \Rightarrow 0,2$ to

$$P_{H+W} := 55 + 90 * (A/V)' + EP_W$$

w innym przypadku

$$P_{H+W} := 149,5 + EP_W$$

Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową:

$$U_{OZE} = (Q_{KOL} + E_{PC}/\eta_{PC})/Q_{k(H+W)}$$

Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych – wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną:

EP _{rozp}	Rodzaj budynku	od 1.01.2017 r.	od 31.12.2020 r.
	jednorodzinny (J)	95	70
	wielorodzinny(W)	85	65

Wzór graficzny oraz opis w jaki sposób (przypisanie oznaczeń) należy uzupełniać świadectwo znajdują się poniżej oraz w arkuszu „Świadectwo – symbole” w załączonym skoroszycie Excel.

Tabela 35. Przypisanie nazw rodzajom nośników energii do świadectwa

Nośnik energii lub energia	Wpis w świadectwie
Dowolne paliwo	Nazwa paliwa
Ogrzewanie elektryczne	energia elektryczna
Pompa ciepła	energia elektryczna
Sieć ciepłownicza	ciepło sieciowe

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Z komentarzem [DK28]: Wzory w dole tabeli !!!!!!!!!!!!!

OSZACOWANIE WIELKOŚCI ZUŻYCIA			
Oceniany budynek			
Rodzaj budynku ²⁾	Jednorodzinny / Wielorodzinny		
Przeznaczenie budynku ³⁾	mieszkalny		
Adres budynku	Adres z ankiety		
Budynek, o którym mowa w art. 3 ust. 2 ustawy ⁴⁾	nie		
Rok oddania do użytkowania budynku ⁵⁾	Rok budowy z ankiety		
Metoda wyznaczania charakterystyki energetycznej ⁶⁾	obliczeniowa		
Powierzchnia pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza (powierzchnia ogrzewana lub chłodzona) A_T [m ²] ⁷⁾	Au		
Powierzchnia użytkowa (A_U , m ²)	Au		
Ważne do (ttt-mm-dd)⁸⁾ 10 lat od daty wystawienia świadectwa			
Stacja meteorologiczna, według której danych jest wyznaczana charakterystyka energetyczna ⁹⁾	Najbliższa stacja (jak w II. A)		
Ocena charakterystyki energetycznej budynku¹⁰⁾			
Wskaźniki charakterystyki energetycznej	Oceniany budynek	Wymagania dla nowego budynku według przepisów techniczno-budowlanych	
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową	$EU = (Q_H + Q_W) / A_U$ kWh/(m ² rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową ¹¹⁾	$EK = EK_H + W$ kWh/(m ² rok)		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną ¹¹⁾	$EP = EP_H + W$ kWh/(m ² rok)	$EP = (EP_{rozp})$ kWh/(m ² rok)	
Jednostkowa wielkość emisji CO ₂	$E_{CO_2} = E_{CO_2}$ t CO ₂ /(m ² rok)		
Udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową	U_{OZE}		
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP [kWh/(m² rok)]			
<p>Wymagania dla nowego budynku tu wpisać wartość i zaznaczyć strzałką w odpowiednim miejscu</p>			
Obliczeniowa roczna ilość zużywanego nośnika energii przez budynek¹²⁾			
System techniczny	Rodzaj nośnika energii lub energii	Ilość nośnika energii lub energii	Jednostka/(m ² rok)
Ogrzewania	1) jak w tabeli 28	dla każdego punktu $u_{H_i} * (Q_{kH} + Q_{kW})$	$u_{H_i} * (Q_{kH} + Q_{kW}) / A_U$
	n)		
Przygotowania ciepłej wody użytkowej	1) jak w tabeli 28	dla każdego punktu $u_{W_i} * (Q_{kH} + Q_{kW})$	$u_{W_i} * (Q_{kH} + Q_{kW}) / A_U$
	n)		
Chłodzenia	1)		
	n)		
Wbudowanej instalacji oświetlenia ¹¹⁾	1)		
	n)		

Data wystawienia świadectwa:

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

OSZACOWANIE WIELKOŚCI ZUŻYCIA				
Podstawowe parametry techniczno-użytkowe budynku				
Liczba kondygnacji budynku	nk			
Kubatura budynku [m ³]	V'			
Kubatura budynku o regulowanej temperaturze powietrza [m ³]	V''			
Podział powierzchni użytkowej budynku ¹⁴⁾				
Temperatury wewnętrzne w budynku w zależności od stref ogrzewanych	t_int			
Rodzaj konstrukcji budynku				
Przegrody budynku	Nazwa przegrody	Opis przegrody	Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/m ² ·K]	
			uzyskany	wymagany ¹⁵⁾
	1) SZ	Ściany zewnętrzne	U_SZ	0,23
	2) OK	Okna zewnętrzne	U_OK	1,10
	3) D	Drzwi zewnętrzne	U_D	1,50
	4) PD	Dach	U_PD'	0,18
5) PG	Podłoga	U_PG'	0,30	
System ogrzewania ¹⁶⁾	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność	
	Wytwarzanie ciepła		$\Sigma(\eta_i \cdot u_i)$	
	Przesył ciepła		$\Sigma(\eta_{pi} \cdot u_i)$	
	Akumulacja ciepła	brak		
	Regulacja i wykorzystanie ciepła		$\Sigma(\eta_{ri} \cdot u_i)$	
System przygotowania ciepłej wody użytkowej ¹⁶⁾	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia roczna sprawność	
	Wytwarzanie ciepła		$\Sigma(\eta_i \cdot u_i)$	
	Przesył ciepła		$\Sigma(\eta_{pi} \cdot u_i)$	
	Akumulacja ciepła		$\Sigma(\eta_{aki} \cdot u_i)$	
System chłodzenia ¹⁶⁾	Elementy składowe systemu	Opis	Średnia sezonowa sprawność	
	Wytwarzanie chłodu			
	Przesył chłodu			
	Akumulacja chłodu			
	Regulacja i wykorzystanie chłodu			
Wentylacja	grawitacyjna			
System wbudowanej instalacji oświetlenia ^{11), 16)}				
Inne istotne dane dotyczące budynku				

Zamiast stałych wartości, w polu „wymagany” wpisać odpowiednio:

Udocelowe_SZ

Udocelowe_OK

Udocelowe_D

Udocelowe_PD

Udocelowe_PG

tu zamienić miejscami Q_W/Au z Q_H/Au

Tu powinna być suma wi*uhi

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

OSZACOWANIE WIELKOŚCI ZUŻYCIA					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU [kWh/(m ² rok)] ¹⁷⁾					
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
[kWh/(m ² rok)]	Q_H/Au	Q_W/Au			suma
Udział [%]	odnieść do sumy	odnieść do sumy			
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię użytkową EU: suma kWh/(m ² rok)					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK [kWh/(m ² rok)] ¹⁷⁾					
Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1) jak w tabeli 28	$nH_i + (Q_{kH} + Q_{kW}) / Au$	$nW_i + (Q_{kH} + Q_{kW}) / Au$			suma1
2)					suma2
n)					suma n)
Suma [kWh/(m ² rok)]	suma	suma			suma 1-n)
Udział [%]	odnieść do sumy	odnieść do sumy			
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię końcową EK: suma 1-n) kWh/(m ² rok)					
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP [kWh/(m ² rok)] ¹⁷⁾					
Rodzaj nośnika energii lub energii	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda użytkowa	Chłodzenie	Oświetlenie wbudowane	Suma
1) jak w tabeli 28	$(Q_{kH} + Q_{kW}) * w_i + u_{H_i}$	$(Q_{kH} + Q_{kW}) * w_i + u_{W_i}$			suma1
2)					suma2
n)					suma n)
Suma [kWh/(m ² rok)]	suma	suma			suma 1-n)
Udział [%]	odnieść do sumy	odnieść do sumy			
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną EP: suma 1-n) kWh/(m ² rok)					
Zalecenia dotyczące opłacalnej ekonomicznie i wykonalnej technicznie poprawy charakterystyki energetycznej budynku w zakresie ¹⁸⁾ :					
1) przegród budynku w przypadku planowania robót budowlanych polegających na ociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych tego budynku; łączny koszt: K_O zł 1. Wymiana okien w budynku na okna o wsp. $U = 0,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ i pow. ok. A_{OK} m ² , koszt łączny ok. K_{OK} zł. 2. Ocieplenie Dach/Stropodach o pow. ok. A_{PD} m ² - Styropian twardy, gr. H_{PD} cm i $\lambda = 0,036 \text{ mK/W}$. Koszt łączny ok. K_{PD} zł. 3. Ocieplenie ścian zewnętrznych - Ocieplenie jednowarstwowe - metoda lekka-mokra lub lekka-sucha i pow. ok. A_{SZ} m ² - Styropian twardy do bezspoinowych systemów ociepleń, gr. H_{SZ} cm i $\lambda = 0,036 \text{ mK/W}$. Koszt łączny ok. K_{SZ} zł. 4. Ocieplenie pogłogi - Podłoga wielowarstwowa na gruncie i pow. ok. A_{PG} m ² - Styropian do podłóg, gr. H_{PG} cm i $\lambda = 0,038 \text{ mK/W}$. Koszt łączny ok. K_{PG} zł. 2) systemów technicznych w budynku w przypadku planowania robót budowlanych polegających na ociepleniu budynku, obejmujących ponad 25% powierzchni przegród zewnętrznych tego budynku; 1. Modernizacja systemu grzewczego: łączny koszt: $K_{instH} * Au$ a) wymiana wewnętrznej instalacji grzewczej (rurociągów rozprowadzających, armatury, grzejników, itp.), b) wymiana źródła ciepła. 2. Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody CWU: łączny koszt: $K_{instW} * Au$ a) wymiana wewnętrznej instalacji rurociągów rozprowadzających, armatury, grzejników, itp.), b) wymiana źródła ciepła. 3) systemów technicznych w budynku lub części budynku niezależnie od planowanych robót budowlanych, o których mowa w pkt 2;					

III. SPIS ZMIENNYCH

Oznaczenie zmiennej	Nazwa zmiennej	Komentarz
η_{wi}	sprawność wytwarzania ciepła	z ankiety; jeśli nie podana przyjąć wartości referencyjne
n_k	liczba kondygnacji	z ankiety; jeśli nie podana przyjąć 2,80 m
A_u	powierzchnia ogrzewana	z ankiety
H_{PG}	grubość ocieplenia podłogi na gruncie lub stropu nad piwnicą / garażem	z ankiety
H_{PD}	grubość ocieplenia dachu / stropodachu	z ankiety
H_{SZ}	grubość ocieplenia ścian zewnętrznych	z ankiety
btr_{SZ}	współczynnik redukcji temperatury dla ścian zewnętrznych	tabela 13
btr_{PD}	współczynnik redukcji temperatury dla dachu/stropodachu	tabela 13
btr_{PG}	współczynnik redukcji temperatury dla podłogi	tabela 13
$MDBT$	średnia miesięczna temperatura	z danych meteorologicznych
t_{int}	średnia temperatura wewnętrzna	z ankiety
N_{KOL}	liczba kolektorów	z ankiety
q_{el}	zapotrzebowanie na moc elektryczną do napędu urządzeń pomocniczych [W/m ²]	z rozporządzenia dot. metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku
t_{el}	wartości czasu działania urządzeń pomocniczych	z rozporządzenia dot. metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Oznaczenie zmiennej	Nazwa zmiennej	Komentarz
u_{PC}	udział pompy ciepła w dostarczaniu energii użytkowej	założyć, proponuje się 0,70
u_{OE}	udział ogrzewania elektrycznego w dostarczaniu energii użytkowej	założyć, proponuje się 0,50
p_i	ilość paliwa	w odpowiedniej jednostce, z ankiety
$w_{mp/m3}$	współczynnik konwersji metrów przestrzennych na metry sześcienne	założyć, proponuje się 0,68
ρ_d	gęstość drewna	założyć, proponuje się 750 kg/m ³
w_i	współczynnik nakładu nieodnawianej energii pierwotnej	założyć, propozycja w tabeli 21
w_{CO2i}	wskaźnik emisji CO ₂	założyć, propozycja (na podstawie danych KOBIZE) w tabeli 22
k_{kWh_i}	jednostkowy koszt wytworzenia ciepła	założyć, propozycja (na podstawie danych KOBIZE) w tabeli 23
k_{OK}	jednostkowy koszt modernizacji stolarki okiennej	założyć, proponuje się 650 zł/m ²
k_{PD}	jednostkowy koszt ocieplenia dachu/stropodachu	założyć, proponuje się 100 zł/m ²
k_{SZ}	jednostkowy koszt ocieplenia ścian zewnętrznych	założyć, proponuje się 180 zł/m ²
k_{PG}	jednostkowy koszt ocieplenia podłogi	założyć, proponuje się 200 zł/m ²
k_K	jednostkowy koszt wymiany kotła	założyć, proponuje się 785 zł/kW
k_{inst_H}	jednostkowy koszt wymiany instalacji CG	180 zł/m ² dla J 160 zł/m ² dla W
k_{inst_W}	jednostkowy koszt wymiany instalacji CWU	100 zł/m ² dla J 70 zł/m ² dla W

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Oznaczenie zmiennej	Nazwa zmiennej	Komentarz
k_{KOL}	jednostkowy koszt instalacji kolektorów słonecznych	założyć, proponuje się 2200 zł/m ²
k_{PC}	jednostkowy koszt instalacji pompy ciepła	założyć, proponuje się 1500 zł/kW
$U_{docelowe}$	docelowa wartość współczynnika przenikania	najbardziej doczesna wartość z rozporządzenia dot. warunków technicznych budynków

MINIMALNY ZESTAW DANYCH

Symbol	Nazwa	Komentarz	Wartość domyślna
-	rodzaj budynku	(jednolokalowy/wielolokalowy)	brak
-	rok budowy	-	brak
-	źródło ciepła	-	brak
η_w	sprawność wytwarzania	-	tabela 3.
n_k	liczba kondygnacji	-	brak
h_k	wysokość kondygnacji	-	2,80
-	typ budynku	tabela 6.	budynek wolnostojący
-	kształt budynku	tabela 8.	1
A_u	powierzchnia ogrzewana	-	brak
t_{int}	średnia temperatura wewnętrzna	-	20

WYKAZ DANYCH MOŻLIWYCH DO MODYFIKACJI

Nazwa	Typ danych	Zakres danych	Wartość domyślna
Sprawność wytwarzania źródeł	I. całkowite	(0, 1)	tabela 3.
Wsp. przenikalności cieplnej U	I. całkowite	(0, 5)	tabela 11.
Wsp. btr dla przegród	I. całkowite	(0, 1)	tabela 13.
Wartość opałowa W_{ui}	I. całkowite	pełny dla typu danych	tabela 23.
Współczynnik konwersji metrów przestrzennych na metry sześcienne	I. całkowite	(0, 1)	0,68
Średnia gęstość drewna	I. całkowite	(0, 1000)	750
Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, w_i	I. całkowite	(0, 10)	tabela 24.
Wskaźniki emisji CO ₂ , w_{co2}	I. całkowite	pełny dla typu danych	tabela 25.

„Opracowanie algorytmu wykonania automatycznego, uproszczonego audytu energetycznego budynku na podstawie danych gromadzonych w Systemie Bazy ZONE w ramach projektu „Zintegrowany system wsparcia polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”

Wartość opałowa, W_{ui}	I. całkowite	pełny dla typu danych	tabela 26.
Koszt jednostkowy, k_i	I. całkowite	pełny dla typu danych	tabela 26.
Wartość współczynnika przenikania ciepła okien U_{OK}	I. całkowite	(0, 7)	K. a)
Wartość współczynnika przenikania ciepła dachu/stropodachu U_{PD}	I. całkowite	(0, 7)	K. b)
Wartość współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych U_{SZ}	I. całkowite	(0, 7)	K. c)
Wartość współczynnika przenikania ciepła podłogi U_{PG}	I. całkowite	(0, 7)	K. d)
Sprawności źródeł po modernizacji, η_{w_ref}	I. całkowite	(0, 1)	tabela 28.
Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną	I. całkowite	(0, 200)	strona 42