

Charakterystyka energetyczna budynku – krok po kroku z programem



Jerzy Żurawski, Krzysztof Szymański

Wykonanie projektowej charakterystyki energetycznej budynku jest częścią projektu budowlanego. Zgodnie z rozporządzeniem [3] w sprawie zakresu i form projektu budowlanego (§11 ust. 2, pkt 9 a-d) należy spełnić wymagania energooszczędności nie tylko dla izolacji termicznej przegród, ale także dla rozwiązań instalacyjnych. Zatem konieczne jest określenie w projekcie wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP [kWh/m²rok] zgodnie z rozporządzeniem ws. metodologii [1] oraz warunkami technicznymi [2].

Sporządzenie świadectwa i charakterystyki opiera się na tej samej metodologii obliczeniowej. Przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej budynku należy określić wszystkie straty ciepła przez przegrody budowlane i wentylację. Do poprawnego wyznaczenia EP konieczne jest też określenie zysków ciepła: od słońca oraz zysków wewnętrznych, które zależą od sposobu eksploatacji budynku. Inne są dla budynków mieszkalnych, inne dla budynków użyteczności publicznej jeszcze inne dla budynków produkcyjnych. Dla budynków chłodzonych należy określić także zyski ciepła w sezonie chłodniczym.

W przypadku sporządzania świadectwa konieczne jest uzyskanie oświadczenia kierownika budowy, że budynek został wykonany zgodnie z projektem lub uzupełnienie informacji o zmianach jakie zostały wprowadzone w trakcie realizacji. Oświadczenie takie należy przechowywać wraz z wersją archiwalną świadectwa przez 10 lat. Zmiany istotne z punktu widzenia świadectwa charakterystyki energetycznej to: zmiana wymiarów budynku, zmiana izolacji termicznej przegród budowlanych, zmiana urządzeń w instalacjach: c.o., c.w.u., wentylacji i chłodzenia na rozwiązania o innej sprawności w stosunku do założeń projektowych. Poniżej przedstawiamy przykład wykonania projektowanej charakterystyki energetycznej budynku oraz świadectwa charakterystyki energetycznej budynku wykonany w programie CERTO.

Dane podstawowe

Informacje adresowe. Przy sporządzaniu projektowanej charakterystyki energetycznej konieczne jest przygotowanie danych adresowych dla budynku. Dla nowych obiektów może nie być znany numer budynku, ale w tym miejscu można wprowadzić numer działki lub inne dane precyzujące lokalizację.

Dane o przeznaczeniu i technologii wznoszenia. Przeznaczenie budynku ma wpływ na określenie wartości granicznej EP zgodnie z rozporządzeniem [2]. Inny jest sposób określenia dla budynków mieszkalnych bez chłodzenia (EP_{H+W}), z chłodzeniem (EP_{H+W+C}), jeszcze inna dla budynków użyteczności publicznej bez i z chłodzeniem. Dodatkowo należy ustalić system wznoszenia budynku ([patrz: formularz 1](#)).

Formularz 1 DANE PODSTAWOWE do świadectwa i charakterystyki energetycznej budynku

Adres budynku	miasto, kod	Wrocław, 50-800	
	ulica, nr	Kwiatowa 10	
Nazwa inwestycji	Adam Nowicki		
Typ Konstrukcji	tradycyjna		
Liczba kondygnacji	2		
Zdjęcie lub wizualizacja budynku	rzuty i przekroje zamieszczone poniżej		
Rok zakończenia budowy	2009	Rok budowy/rok modernizacji	2009

		<i>instalacji c.o.</i>	
<i>Przeznaczenie</i>	<i>dom mieszkalny</i>	<i>Rok budowy/rok modernizacji instalacji c.w.u</i>	<i>2009</i>
<i>Powierzchnia rzutu parteru</i>	<i>164,16</i>		
<i>Obwód ścian zewnątrznych</i>	<i>51,6</i>		

Pierwszym krokiem przy wykonywaniu świadectw jest zapoznanie się z dokumentacją. Opracowując projektowaną charakterystykę energetyczną powinniśmy dokładnie przeanalizować projekt budowlany. Niestety na tym etapie w projekcie zazwyczaj nie są rozwiązane jeszcze detale. Trudno zatem poprawnie określić wpływ mostków termicznych na końcową ocenę budynku. Przy wykonywaniu świadectwa powinniśmy zapoznać się z dokumentacją powykonawczą, na której muszą być naniesione zmiany w stosunku do projektu oraz bezwzględnie potwierdzić wprowadzone zmiany ze stanem rzeczywistym. Dla wielu inżynierów zmiany w zakresie ochrony cieplnej budynku mające czasem istotny wpływ na końcową ocenę energetyczną budynku są nieistotne i mogą być pominięte. Warto zatem przed przystąpieniem do wykonania świadectwa uzyskać od kierownika budowy oświadczenie na piśmie o wprowadzonych zmianach względem projektu budowlanego i wykonawczego.

Przykładowe świadectwo wykonamy dla domu jednorodzinnego którego rzuty i opis przegród zamieszczono poniżej. Kompletne rysunki wraz z plikiem zawierającym obliczenia wykonane w programie CERTO na zamieszczono www.cieplej.pl

Opis architektoniczno-budowlany (wyciąg podstawowych danych z projektu)

Zawartość opracowania

A- PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU CZĘŚĆ OPISOWA

1. podstawa opracowania
2. przedmiot i zakres opracowania
3. istniejący stan zagospodarowania terenu
4. projektowane zagospodarowanie terenu
 - zieleń projektowana
 - układ komunikacyjny, dojazdu
 - sieci uzbrojenia terenu
 - ukształtowanie terenu
5. zestawienie powierzchni poszczególnych części zagospodarowania
6. ochrona zabytków
7. ochrona środowiska
8. dane uzupełniające

B- PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU CZĘŚĆ RYSUNKOWA

rys. nr 1 -projekt zagospodarowania terenu skala 1:100

C- PROJEKT ARCHITEKTONICZNO BUDOWLANY OPIS TECHNICZNY

1. dane ogólne obiektu
2. architektura
3. konstrukcja
4. warunki dostępności dla osób niepełnosprawnych
5. rozwiązania elementów wyposażenia budowlano instalacyjnego

6. oddziaływanie na środowisko
7. warunki ochrony przeciwpożarowej

D- PROJEKT ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANY CZĘŚĆ RYSUNKOWA

rys nr 2 - elewacje	skala 1:100
rys nr 3 - rzut fundamentów	skala 1:100
rys nr 4 - rzut parteru	skala 1:100
rys nr 5 - rzut piętra	skala 1:100
rys nr 6 - rzut więźby	skala 1:100
rys nr 7 -	
rys nr 8 - rzut dachu	skala 1:100
rys nr 9 - przekrój A-A	skala 1:100
rys nr 10 - przekrój B-B	skala 1:100
rys nr 11 – przekrój C-C	skala 1:100

E- ZAŁĄCZNIKI

1. Miejscowy plan zagospodarowania terenu.
2. Mapa do celów projektowych
3. Oświadczenie o prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.
4. Umowa o przyłączenie do sieci gazowej
5. Warunki na przyłączenie do elektroenergetycznej sieci ZEW-T S.A.
6. Przedwstępna Umowa na wywóz śmieci
7. Uprawnienia budowlane
8. Zaświadczenie o przynależności do Izby Architektonicznej
9.

opis techniczny

-A- PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU CZĘŚĆ OPISOWA

1. Zestawienie powierzchni poszczególnych części zagospodarowania

Powierzchnia całkowita działki	1496m
w tym:	
• powierzchnia zabudowy	212,8m ²
• powierzchnia dróg i chodników	165,0m
• powierzchnia tarasów	69,3m
• powierzchnia zieleni	1048,9m

PROJEKT ARCHITEKTONICZNO – BUDOWLANY OPIS TECHNICZNY

1. Dane ogólne obiektu

- Dom jednorodzinny wolnostojący przeznaczony dla rodziny siedmioosobowej
- Program użytkowy:

PARTER

0/1 - wiatrołap

7,71m

0/2	-	hol	8,21m
0/3	-	gabinet	11,06m
0/4	-	gabinet	10,37m
0/5	-	korytarz	9,82m
0/6	-	łazienka	4,09m
0/7	-	przedsiónek	3,62m
0/8	-	garaż	43,00m
0/9	-	kotłownia	10,87m
0/10	-	pom. gospodarcze	3,72m
0/11	-	kuchnia	19,69m
0/12	-	spiżarnia	5,08m
0/13	-	salon	35,74m

razem powierzchnia parteru	172,97m
----------------------------	---------

PIĘTRO

1/k	-	schody	4,82m
1/1	-	korytarz	22,02m
1/2	-	pokój	12,86m
1/3	-	pokój	12,86m
1/4	-	pokój	15,67m
1/5	-	garderoba	5,78m
1/6	-	pokój	12,10m
1/7	-	pokój	19,63m
1/7a	-	łazienka	7,39m
1/7b	-	garderoba	7,75m
1/8	-	łazienka	7,61m

razem powierzchnia piętra	128,28m
---------------------------	---------

razem powierzchnia 301,26m

parametry przestrzenne obiektu

• długość	18,2 m
• szerokość	14,6 m
• wysokość	8,20 m
• powierzchnia zabudowy	212,8 m
• powierzchnia całkowita	397,16m
• powierzchnia użytkowa	301,26 m ²
• kubatura	1307 m ³

2. Architektura

- Dom o bryle prostopadłościanu z dwuspadowym dachem o małych spadkach. Na środku załamany o 2m szerokości pasie pod kątem 45%, pod kolektory słoneczne. Część garażu pokryta jest stropodachem odwróconym.
- Garaż jako dodatkowa bryła z wjazdem od strony głównego wejścia do budynku, przekryty stropodachem częściowo będący tarasem. W garażu znajduje się wejście do strefy gospodarczej budynku.
- Wejście do budynku z wiatrołapu. W parterze zawarta jest część dzienna (hol, dwa gabinety, salon z jadalnią, kuchnia oraz wc), część gospodarcza (kotłownia, pomieszczenie gospodarcze, spiżarnia, korytarz, przedsiónek). Kuchnia oddzielona od pokoju dziennego ścianą z kominkiem z obustronną wizją. Pokój dzienny wraz z częścią jadalną. Gabinety dostępne z holu w części dziennej.
- Piętro – zawiera w sobie strefę nocną – 5 sypialni, 2 łazienki, 2 garderoby. Otwarty hol na pokój dzienny na parterze.
- Wykończenie elewacji częściowo deską ażurową, w strefie cokołu i przy wejściu okładziną

kamienną.

3. Konstrukcja

A. Lokalizacja obiektu

- przyjęto lokalizację w I strefie śniegowej

D. Ściany nośne zewnętrzne budynku mieszkalnego

- tynk strukturalny,
- izolacja termiczna – styropian PLATINUM PLUS 20cm
- ściana konstrukcyjna z bloczków gazobetonowych 24cm
- tynk wewnętrzny,
- nadproża stalowe – belki dwuteowe

E. Ściany nośne zewnętrzne garażu

- tynk strukturalny
- ściana konstrukcyjna z bloczków gazobetonowych 24cm
- tynk wewnętrzny,

F. Ściany nośne wewnętrzne

- ściana konstrukcyjna z bloczków gazobetonowych 24cm
- obustronny tynk

G. Ściany działowe

- ściany z z bloczków gazobetonowych 6cm, 12cm, w systemie lekkiej zabudowy 12,5cm na profilach stalowych (CW/UW/100) z pojedynczym opłytowaniem i wypełnieniem wełną mineralną Rockwool Rockton gr. 10cm.

H. Podłoga na gruncie

- płytki ceramiczne, mozaika przemysłowa drewniana lub panele podłogowe w zależności od funkcji pomieszczenia
- beton zbrojony siatką (pływająca podłoga) 4,5-5,5cm
- styropian PS-E FS-20 12cm
- 2x papa na lepiku
- płyta betonowa 15cm
- styropian PS-E FS-20 5cm
- folia PE
- żwir 28cm

I. Podłoga na gruncie z ogrzewaniem podłogowym

- płytki ceramiczne na kleju 1cm
- jastrych KNAUF F311 (pływająca podłoga)
- rury „pePEX” z UPONOR
- folia IZOROL z firmy KOTAR
- styropian PS-E FS 20, 15cm
- 2x papa na lepiku lub 3x preparat HYDROSTOP – MIESZANKA lub HYDROSTOP - KONCENTRAT
- płyta betonowa 15cm
- styropian PS-E FS-20 5cm
- folia PE
- żwir 28cm

J. Podłoga na gruncie w garażu

- gres
- gładź cementowa ze spadkiem 1,5% w kierunku wjazdu 14-4cm
- płyta żelbetowa 15cm
- folia PE
- żwir 28cm

K. Stropy

- panele drewniane lub płytki ceramiczne w zależności od funkcji pomieszczenia
- wylewka betonowa z betonu B20 zbrojona siatką 5cm
- STYROFLEX firmy „STYROPOL” 3cm
- Strop TERIVA I 24/60
- Tynk cementowo – wapienny 1cm

L. Strop z ogrzewaniem podłogowym

- płytki ceramiczne na kleju 1cm
- jastrych KNAUF F311 (pływająca podłoga) 5,5cm
- rury „pePEX” z UPONOR
- folia IZOROL na styropianie z firmy KOTAR 3cm
- folia budowlana
- strop TERIVA I 24/60
- tynk cementowo – wapienny 1cm

Ł. Stropodach z tarasem

- warstwa grysłu pod płyty tarasowe lub warstwa żwiru 5cm
- geowłóknina
- 2x papa termozgrzewalna
- papa podkładowa mocowana mechanicznie
- warstwa podkładowa w spadku 1,5% (od 9 do 4cm)
- strop TERIVA T NOVA 24cm
- tynk cementowo – wapienny 1,0cm

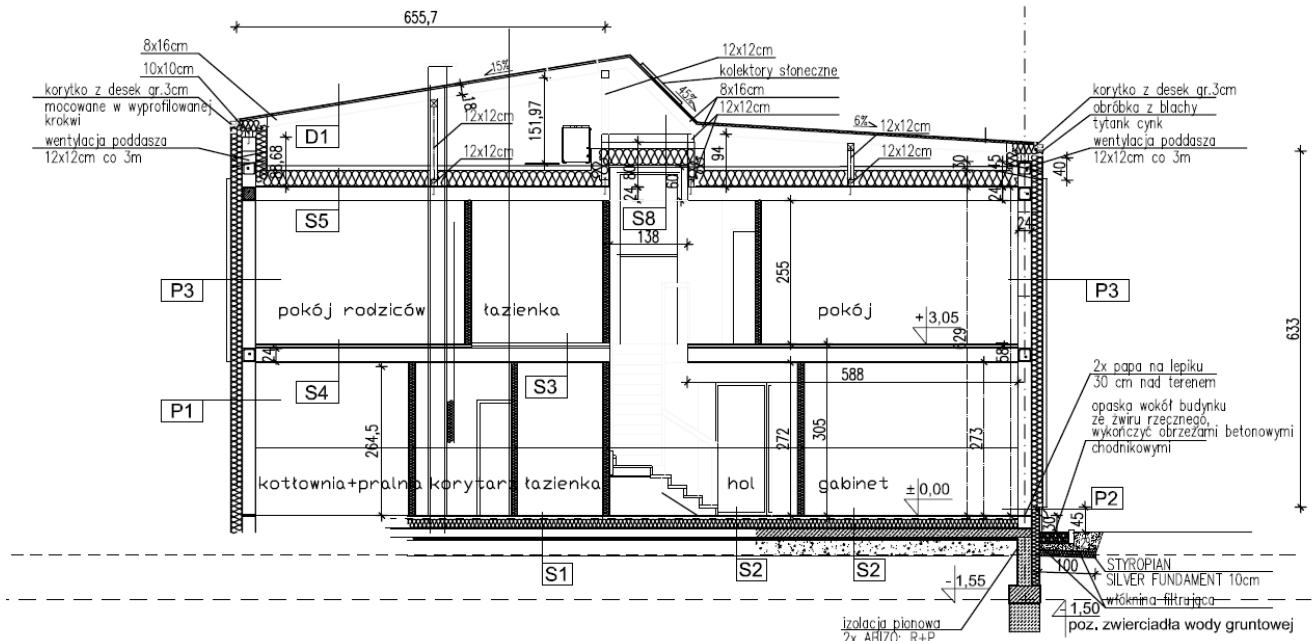
M. Kominy typowe firmy SCHIEDEL oraz rury typu SPIRO

N. Więźba dachowa prosta o konstrukcji

- Konstrukcja nad całością: dwuspadowy dach o kątach nachylenia 15%, 45%, 6%, o rozstawie belek średnio co....., o przekroju 8x16cm.
- Dach usztywniony płytą OSB4 wodoodporną 2,2cm. Pokrycie papą termozgrzewalną na welonie szklanym z posypką mineralną, na papie podkładowej.
- Połączenie elementów więźby należy wykonać za pomocą gwoździownic gr 2mm i gwoździ karbowanych o grubości 4mm prod. BMF lub FORMAN.

RZUTY I PRZEKROJE BUDYNKU !

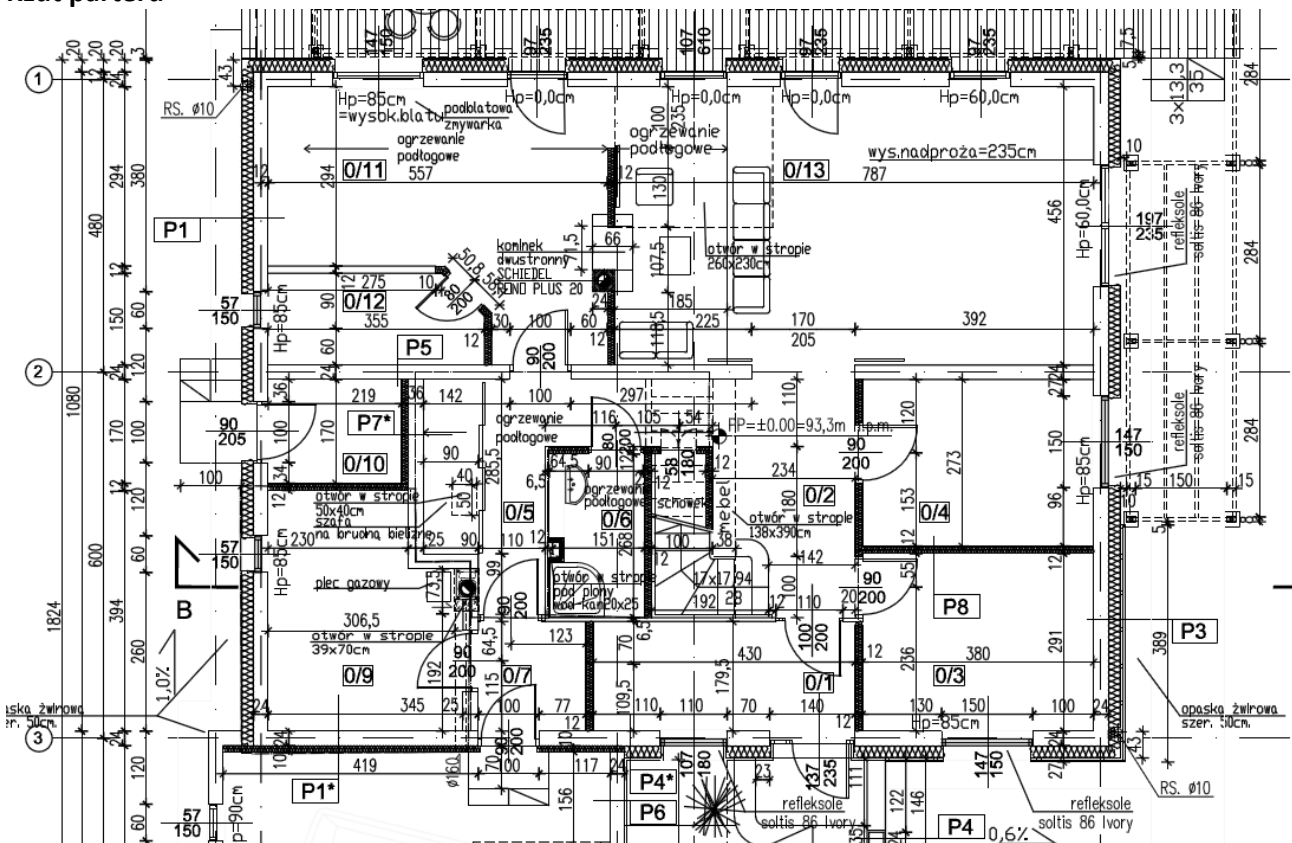
(kompletne rzuty, przekroje oraz elewacje zamieszczono w pdf-ach na stronie cieplej.pl obok artykułu):



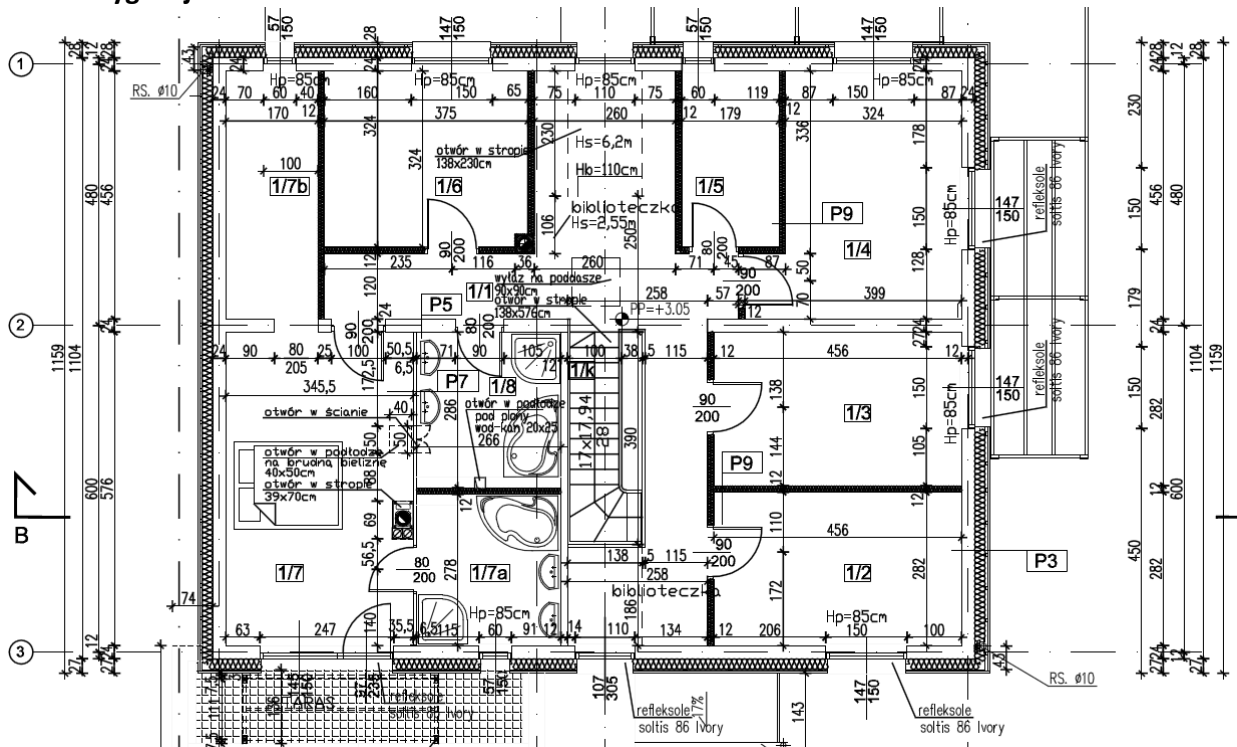
PRZEKRÓJ B-B 1:100

UWAGA: KONSTRUKCJA FUNDAMENTÓW MOŻE ULEC ZMIANIE.

Rzut parteru



Rzut kondygnacji

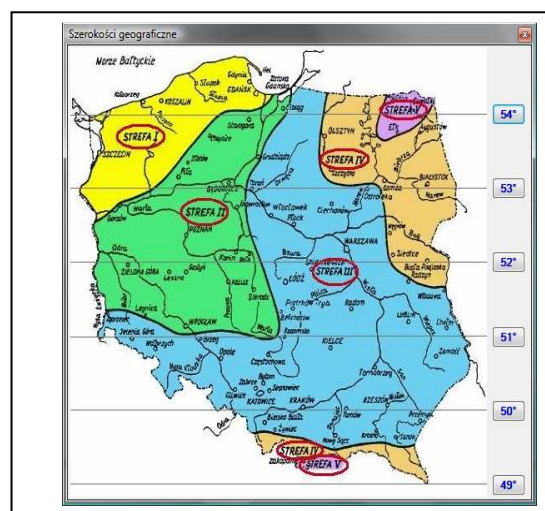


Dane klimatyczne

Strefa klimatyczna. Aby wykonać obliczenia niezbędne jest posiadanie odpowiednich danych klimatycznych. Metoda przyjęta do obliczeń w [1] opiera się na danych klimatycznych zawierających następujące informacje: średnia miesięczna temperatura termometru suchego, minimalna miesięczna temperatura termometru suchego, maksymalna miesięczna temperatura termometru suchego, średnia miesięczna temperatura nieboskłonu, suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma bezpośredniego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma rozproszonego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (kierunek N, pochylenie 0°). Należy sprawdzić w jakiej strefie klimatycznej i stacji meteorologicznej będzie lub jest zlokalizowany budynek.

Tabela 1 STREFA KLIMATYCZNA:

Strefa klimatyczna	Temperatura obliczeniowa
Strefa I	-16 °C
Strefa II	-18 °C
Strefa III	-20 °C
Strefa IV	-22 °C
Strefa V	-24 °C



EKRAN 1. Mapa stref klimatycznych i szerokości geograficznych

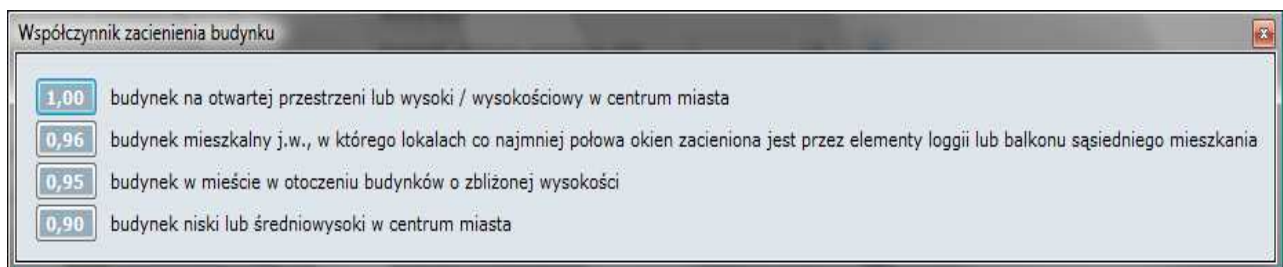
W Polsce występuje pięć stref klimatycznych, którym odpowiadają zewnętrzne temperatury obliczeniowe (patrz: tabela 1 i ekran 1), np. Wrocław leży w II strefie klimatycznej – temperatura obliczeniowa wynosi -18 °C.

Dla analizowanego budynku przyjęto strefę II i stacja meteorologiczna – Wrocław, szerokość geograficzna 51°.

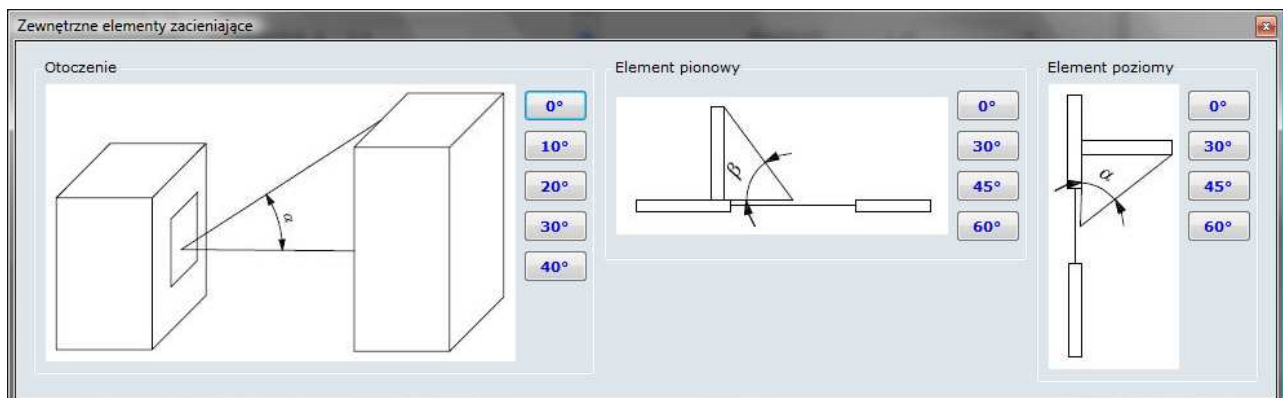
Zacienienie.

Na wskaźnik energii końcowej EK oraz wskaźnik energii pierwotnej EP oprócz temperatur zewnętrznych ma wpływ także zacienienie. Budynek na otwartej przestrzeni będzie przyjmował więcej ciepła od promieniowania słonecznego, budynek otoczony wokół budynkami lub położony w środku lasu – znacznie mniej. Korekta realizowana jest za pomocą współczynnika zacienienia – Z. W rozporządzeniu [1] są podane proste przypadki zacienienia dla całego budynku, niestety uniemożliwiają one prawidłowe uwzględnianie oddziaływania słońca na budynek, lokal czy pomieszczenie (ekran 2). Oczywiście można wykorzystać podpowiedzi zawarte w [1], jednak należy liczyć się, że wyniki będą bardzo niedokładne, a dla budynków chłodzonych – zdaniem ekspertów – zastosowanie takiego uproszczenia jest niedopuszczalne.

W celu precyzyjnego określenia wpływu promieniowania słonecznego na budynki, pomieszczenia lub lokale – należy korzystać z dokładnej metody określonej w normie



EKRAN 2. Współczynniki zacienienia wg rozporządzenia [1]



EKRAN 3. Kąty do określania czynników korekcyjnych zacienienia wg PN-EN13370:2008

PN-EN13370:2008 (np. w programie Certo dostępne są obie metody określenia wpływu zacienienia na jakość energetyczną budynku). Współczynnik zacienienia związany z zewnętrznymi elementami zacieniającymi $F_{sh,ob}$ liczony jest na podstawie normy PN-EN 13790:2008, jako iloczyn trzech czynników zacienienia, z uwzględnieniem odpowiednich kątów, orientacji okna oraz szerokości geograficznej:

$$F_{sh, ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

gdzie:

F_{hor} – czynnik zacienienia od otoczenia, zależny od kąta wzniesienia [0-40] ° (patrz: ekran 3),

F_{ov} – czynnik zacienienia od elementów pionowych, zależny od kąta dla elementu pionowego [0-60] °,

F_{fin} – czynnik zacienienia od elementów poziomych zależny od kąta dla elementu poziomego [0-60] °.

Czynniki korekcyjne od zacienienia wprowadza się na poziomie lokalu odpowiednio dla każdego okna, w zależności od usytuowania.

Szerokość geograficzna. Określenie szerokości geograficznej jest konieczne do precyzyjnego określenia wpływu zacienienia na energochłonność analizowanego budynku wg PN-EN 13370:2008. Ma szczególne znaczenie dla budynków lokali i pomieszczeń klimatyzowanych. Polska zlokalizowana jest pomiędzy 49 a 54 stopniem szerokości geograficznej. Należy wybrać szerokość położoną najbliżej miejsca lokalizacji budynku [49, 50, 51, 52, 53, 54] °, a wartości podane w normie interpolować.

Stacja meteorologiczna. Do wykonania obliczeń konieczne jest wybranie stacji meteorologicznej dla której opracowane zostały średnie miesięczne temperatury zewnętrzne oraz inne dane pogodowe konieczne do sporządzenia świadectwa.

Dane te są dostępne na stronach internetowych Ministerstwa Infrastruktury. Jeżeli analizowany budynek zlokalizowany jest w miejscowości, dla której zostały opracowane bazy termiczne należy przyjąć dane odpowiadające najbliższej położonej miejscowości lub miejscowości o jak najbardziej zbliżonych parametrach termicznych.

Dla analizowanego budynku przyjęto budnek nieosłonięty, zaicnienie $Z = 1$.

Krotność wymiany powietrza n_{50}

Określenie krotności wymiany powietrza n_{50} związane jest z podaniem wpływu szczelności na energochłonność budynku. Do roku 2009 szczelność była jedynie wymogiem określonym w prawie budowlanym, bez podania wartości granicznych, które powinien spełniać budynek. Od stycznia 2009 roku w warunkach technicznych zostały podane wartości graniczne n_{50} .

Dla nowych budynków projektowanych po 2008 roku, wartości n_{50} należy przyjmować w zależności od sposobu realizacji wentylacji. Jeżeli nie wykonano badań, maksymalna wartość n_{50} powinna wynosić wg [2]:

dla wentylacji naturalnej $n_{50} \leq 3$ wym/h,

dla wentylacji mechanicznej $n_{50} \leq 1,5$ wym/h.

Jeżeli w projekcie narzucona jest większa szczelność budynku (mniejsza wartość n_{50}) niż określona w warunkach technicznych, do obliczeń należy przyjąć taką wartość n_{50} jak stanowią założenia projektu.

Dla budynków istniejących konieczne jest określenie poziomu szczelności. W tym celu można wykonać pomiar szczelności przy zadanym ciśnieniu 50 Pa. Zasady określenia wartości n_{50} zostały zawarte w normie PN-ISO 9972. Niestety w większości przypadków polskiego budownictwa nie jest znana krotność wymiany przy ciśnieniu 50 Pa. Można ją oszacować za pomocą podpowiedzi zawartej w rozporządzeniu [1] lub np. w normach PN-EN 13790 i PN-EN 13465 (ekran 4 i 5).

Krotność wymiany powietrza wywołana różnicą ciśnień 50 Pa [1/h]

4,0 budynek bez próby szczelności

Na podstawie szczelności

Budynek jednorodzinny poddany próbie szczelności

4,0 wysoka szczelność obudowy (uwaga: wartość maksymalna)
7,0 średnia szczelność obudowy
10,0 niska szczelność obudowy (uwaga: wartość minimalna)

Budynek wielorodzinny poddany próbie szczelności

2,0 wysoka szczelność obudowy (uwaga: wartość maksymalna)
3,5 średnia szczelność obudowy
5,0 niska szczelność obudowy (uwaga: wartość minimalna)

Na podstawie szczelności i roku budowy

Budynek jednorodzinny

Rok budowy	Konstr. szczelna	Konstr. przeciętna	Konstr. nieszczelna
- 1940	10,0	15,0	20,0
1941 - 1960	6,0	13,0	20,0
1961 - 1975	5,0	10,0	15,0
1976 - 1988	2,0	6,0	10,0
1989 -	1,0	3,5	6,0

Budynek wielorodzinny

Rok budowy	Konstr. szczelna	Konstr. przeciętna	Konstr. nieszczelna
- 1940	9,0	12,0	15,0
1941 - 1960	2,0	8,0	15,0
1961 - 1975	1,5	5,5	10,0
1976 -	1,0	3,5	6,0

EKRAN 4. Zestawienie szacunkowych wartości n_{50} w zależności od szczelności budynku oraz typu budynku i roku wznoszenia zgodnie z PN--EN 13465 lub

Estymator n_{50} [1/h]

Typ konstrukcji: **Beton / ściana osłonowa, budynek wysoki**

Przepuszczalność powietrzna podstawowa: 3,0

Złe uszczelnienie spoin: +5,0

Brak warstwy polietylenowej: 0,0

Podpiwniczenie / przestrzeń rewizyjna / sufit podwieszony: 0,0

Otwarty przewód spalinowy: +1,0

Złożony (nie prostokątny) rzut kondygnacji: +1,0

Okna i drzwi bez taśm uszczelniających: +1,0

Nieuszczelnione przejścia instalacyjne: +1,0

Przewodowy obieg powietrza: +2,0

Połowa domu bliźniaczego: 0,0

Pojedynczy dom w zabudowie szeregowej: 0,0

Izolacja muru szczelinowego: 0,0

Ściany otynkowane: -1,0

Uszczelnione ramy okien/drzwi: -1,0

Przepuszczalność powietrzna wynikowa: 5,0

OK Anuluj

EKRAN 5. Szacowanie wartości n_{50} w zależności od typu konstrukcji oraz przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych zgodnie z PN--EN 13465

W analizowanym budynku ze względu na zaprojektowany sposób wykonania połączenia stolarki okiennej ze ścianami (szczelny, co nie jest aktualnie zbyt często projektowane a tym bardziej i realizowane na budowach), rozwiązania uszczelnienia dachu foliami połączonymi szczelnie oraz ociepleniem BSO zaprojektowanym zgodnie z instrukcją ITB 332/02 przyjęto $n_{50} = 1 \text{ wym/h}$.

Geometria

Przed rozpoczęciem obliczeń należy wprowadzić geometrię podłogi na gruncie. Wartości te są wykorzystywane do obliczenia strat do gruntu w pomieszczeniach, w których nie ma ścian zewnętrznych. Należy podać powierzchnię rzutu parteru, a dokładnie: powierzchnię podłogi na gruncie oraz obwód całkowity ścian zamykających powierzchnię podłogi na gruncie. Można też podać całkowitą powierzchnię użytkową ogrzewaną, czyli o regulowanej temperaturze oraz całkowitą kubaturę budynku. Wartości te zostaną potraktowane jako priorytetowe do dalszych obliczeń.

Opisy budynku

oraz proponowane zmiany

Przy sporządzaniu charakterystyki energetycznej w projekcie budowlanym nie jest to konieczne, można jednak wprowadzić następujące opisy: osłona budynku, instalacja c.o. instalacja wentylacji, instalacja chłodzenia (jeżeli występuje), instalacja c.w.u., oraz (jeżeli wymaga tego typ budynku) również instalacja oświetlenia wbudowanego. Instalacja oświetleniowa występuje w budynkach niemieszkalnych. W nowoprojektowanych budynkach „proponowane zmiany” nie występują.

Uwaga: w przypadku sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej opisy budynku oraz proponowane zmiany są niezbędne!

Podział na lokale

Ze względów obliczeniowych każdy budynek można podzielić na lokale. Niektóre budynki np. domki jednorodzinne, szkoły, budynki użyteczności publicznej mogą składać się z jednego lokalu. Jeżeli w budynku są dwie funkcje np. mieszkalna i biurowa, to budynek można podzielić na dwa lokale. Jeżeli w budynku są lokale przeznaczone do wynajmu to można go podzielić na tyle lokali ilu jest najemców. Oczywiście przy sporządzaniu projektowanej charakterystyki nie jest to takie ważne. Jednak biorąc pod uwagę, że jeżeli w czasie realizacji nie nastąpią istotne zmiany, to dane z charakterystyki mogą stać się świadectwem – będziemy mieli gotowy podział na świadectwa dla poszczególnych lokali i dla całego budynku.

Dla lokalu określa się wszystkie szczegółowe dane, przy czym mogą być one jednakowe dla całego budynku lub inne dla każdego lokalu, np. dom wielorodzinny o indywidualnym systemie grzewczym. Dla lokalu trzeba ponownie wprowadzić dane ogólne, które mogą być różne (np. dla budynku wielorodzinnego). Należy dodać dane dotyczące właściciela, temperatury ogrzewania, temperatury chłodzenia oraz skorygować nr lokalu.

Do danych podstawowych należy wprowadzić kubaturę lokalu V_e pomniejszoną o podcienia, balkony, loggie, galerie – liczoną po obrysie zewnętrznym. Dla uproszczenia wartość V_e dla budynku jest sumą V_{ei} poszczególnych lokali: $V_e = \sum_i (V_{ei})$. Można też podać wysokość kondygnacji, która będzie automatycznie wprowadzana dla każdego pomieszczenia.

Podział na strefy termiczne

W rozporządzeniu [1] nie jest podane w jaki sposób należy dzielić budynek lub lokal na strefy. W najbliższym czasie obowiązywać będą zasady podziału na strefy określone w normie PN-EN 13790:2008, która jest dostępna na razie tylko w języku angielskim, dlatego zasady te przedstawiamy poniżej. W strefie nie może być dwóch pomieszczeń:

- a) o różnicy temperatur dla grzania powyżej 4 K,
- b) z których jedno jest chłodzone, a drugie nie,
- c) o różnicy temperatur dla chłodzenia większej od 4 K (o ile obydwa są chłodzone),
- d) ogrzewanych z różnych źródeł ciepła,
- e) chłodzonych z różnych źródeł chłodu,

- f) wentylowanych z różnych systemów wentylacyjnych (zasada 80%),
 g) o strumieniach powietrza wentylacyjnego różniących się ponad 4-krotnie (zasada 80%), chyba że drzwi między tymi pomieszczeniami są często otwarte.

Ze względu na tak wiele czynników decydujących o podziale na strefy – programy obliczeniowe powinny posiadać mechanizmy automatycznego podziału na strefy.

Zyski ciepła

Wprowadzone zyski ciepła na poziomie całego budynku mogą być takie same dla lokali, jednak najczęściej tak nie jest. Czasami występuje konieczność określania zysków ciepła na poziomie lokalu, a nawet na poziomie pomieszczenia. Dzieje się tak, gdy mamy do czynienia z budynkami o funkcji mieszanej. Dlatego wewnętrzne zyski ciepła należy określać dla lokalu, a w niektórych przypadkach na poziomie pomieszczenia. Program obliczeniowy powinien działać tak, by każdy nowowprowadzany lokal miał automatycznie przyjmowane wartości z danych budynku, które następnie będzie można skorygować (patrz: ekrany 5 i 6).

Dla budynków mieszkalnych warto wykorzystać metodę obliczeniową opisaną w normie PN-EN 02025, wg której można oszacować wewnętrzne zyski ciepła. Strumienie ciepłe można określić w zależności od liczby mieszkańców, od c.w.u. na mieszkańca i na mieszkanie, od gotowania, oświetlenia oraz od urządzeń elektrycznych.

Wewnętrzne zyski ciepła (bez zysków od instalacji grzewczych i ciepłej wody) [W/m²]

Dom jednorodzinny

3,0

3,4 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 40%, sypialnie - 40%, inne - 20%

3,0 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 35%, sypialnie - 35%, inne - 30%

5,5 pokój dzienny i kuchnia

3,0 sypialnia

Dom wielorodzinny

4,6

5,2 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 40%, sypialnie - 40%, inne - 20%

4,1 udział powierzchni: pokój dzienny i kuchnia - 35%, sypialnie - 35%, inne - 30%

8,8 pokój dzienny i kuchnia

4,3 sypialnia

Biuro

5,7

7,4 biuro - powierzchnia biurowa (60%)

3,1 biuro - powierzchnia pozostała (40%)

Inne

3,1 szkoła

5,0 urząd

Zyski od ludzi zależnie od klasy gęstości zasiedlenia

KLASA	POW. OGZREWANA [m ² /os.]	J.P.
15	I	1,0
10	II	2,5
5	III	5,5
3	IV	14,0
2	V	20,0

Zyski od urządzeń (wyposażenia)

STRUMIEŃ [W/m ²]	JEDNOCZESNOŚĆ UŻYTK.
3	15
1	5
4	8
3	15
3	10
3	10
1	5
2	4
2	4
1	4

EKRAN 5. Zyski ciepła wg rozporządzenia [1]

CERTO - lokal

Dane ogólne | Zyski | C.O. i chłodzenie | Wentylacja | C.W.U. | Urządzenia pomocnicze | Zmiany

Moc wewnętrznych zysków ciepła

wspólna dla całego budynku

indywidualna dla lokalu

obliczeniowa

Strumienie ciepłe (dobowe)

Od mieszkańców: 65 W/mieszkaniec

Od c.w.u.: 15 W/mieszkaniec

Od c.w.u.: 25 W/mieszkaniec

Od gotowania: 110 W/mieszkaniec

Od oświetlenia: 45 W/mieszkaniec

Od urządzeń elektrycznych: 95 W/mieszkaniec

Strumień ciepły - oświetlenie [W]

15 mieszkanie < 50 m²

30 mieszkanie < 50 m² z dziećmi

30 mieszkanie 50 - 100 m²

45 mieszkanie 50 - 100 m² z dziećmi

45 mieszkanie > 100 m²

60 mieszkanie > 100 m² z dziećmi

OK Anuluj

EKRAN 6. Zyski ciepła wg PN-EN 02025

Trzeba jednak pamiętać, że dla dużych lokali mieszkalnych powinna być możliwość korekty ww. wartości na poziomie pomieszczenia. Trudno przecież przyjąć np. zyski od gotowania dla pokoi poddasza, na którym nie ma kuchni. Dla lokali niemieszkalnych dochodzi jeszcze jedna możliwość kształtowania strumieni zysków ciepła, które określa się na poziomie pomieszczenia.

Dla analizowanego budynku przyjęto wartość strumienia zysków ciepła zgodnie z RMI $q = 3,5 \text{ W/m}^2$.

Następnie należy określić parametry instalacji: c.o. chłodzenia, wentylacji, ciepłej wody oraz oświetlenia na poziomie lokalu.

Ogrzewanie, wentylacja i chłodzenie Przy określaniu wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej $EP = Q_p/A_f$ należy obliczyć energię pierwotną:

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

gdzie:

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

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

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

TABELA 3 Współczynniki do obliczenia energii pierwotnej j

$Q_{p,H}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system grzewczy i wentylacyjny do ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$Q_{p,W}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system do podgrzania ciepłej wody	kWh/a

$Q_{K,H}$	roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system grzewczy i wentylacyjny do ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$Q_{K,W}$	roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system do podgrzania ciepłej wody	kWh/a
$E_{el,pom,H}$	roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$E_{el,pom,W}$	roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej końcowej do napędu urządzeń pomocniczych systemu ciepłej wody	kWh/a
W_i	współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii (lub energii) końcowej do ocenianego budynku (w_{el} , w_H , w_W), który określa dostawca energii lub nośnika energii; (w_{el} – dotyczy energii elektrycznej, w_H – dotyczy ciepła dla ogrzewania, w_W – dotyczy ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej)	-

Opis użytych we wzorach współczynników podano w tabeli 3. Współczynniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w_i na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku – podano w tabeli 4.

Sprawność na c.o. i wentylację. Sprawność systemu grzewczego składa się ze sprawności składowych:

$$\eta = \eta_{H,g} * \eta_{H,d} * \eta_{H,s} * \eta_{H,e}$$

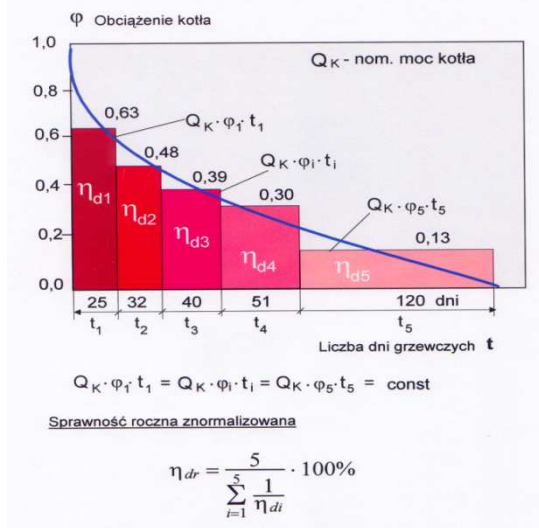
$\eta_{H,g}$ - sprawność wytwarzania,

$\eta_{H,d}$ - sprawność przesyłania (transportu) ciepła

$\eta_{H,s}$ - sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego

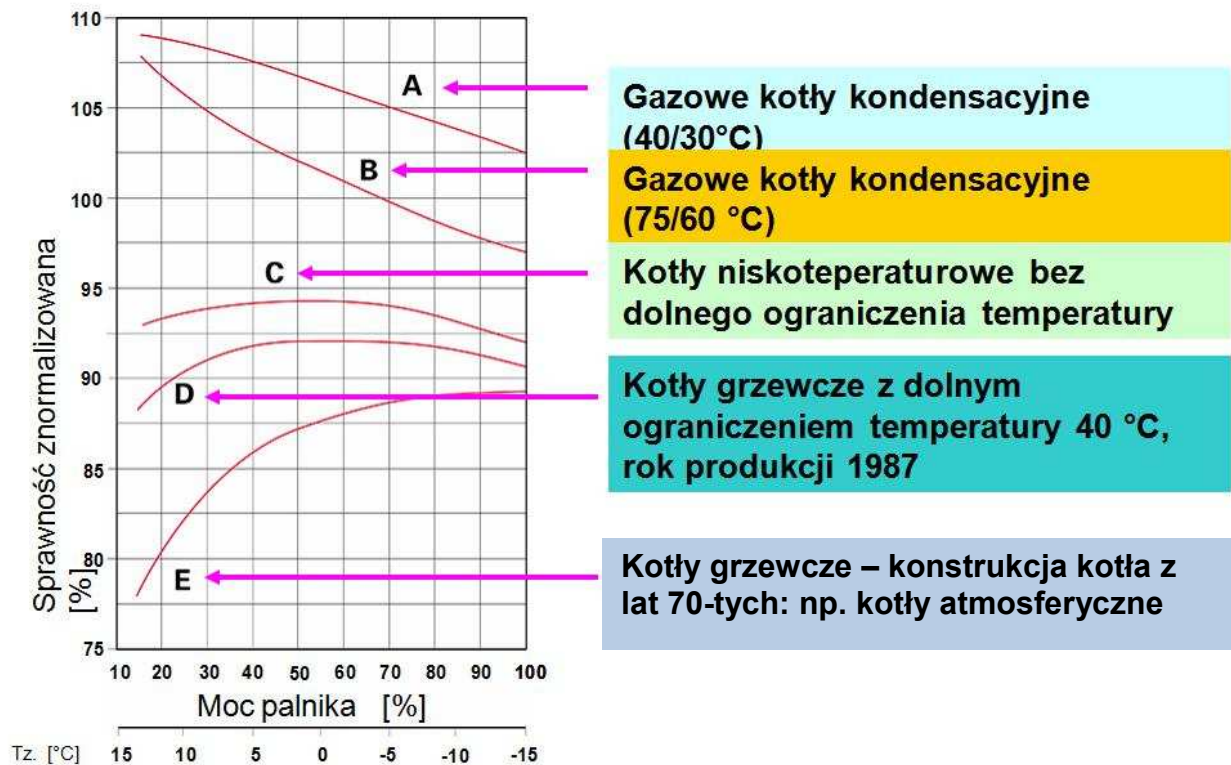
$\eta_{H,e}$ - sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana,

Sprawności te można przyjmować z tabel zawartych w rozporządzeniu [1] lub na podstawie danych producentów urządzeń grzewczych. Należy jednak pamiętać, że wartości podawane przez producentów w DTR-kach oznaczają sprawność znormalizowaną, podawaną przy optymalnym obciążeniu kotła. Sprawność ta jest jednak zmienna w okresie grzewczym i zależy od wielu czynników (patrz rys. 1 i 2).



RYS. 1. Obciążenie kotła w przykładowym sezonie grzewczym

Wykorzystanie energii przez kotły kondensacyjne i niskotemperaturowe



RYS. 2. Znormalizowana sprawność różnych kotłów w zależności od obciążenia

Sprawność znormalizowana jest zazwyczaj o około 10-15% wyższa od średniorocznej sprawności wytwarzania jaką należy wprowadzić do obliczeń. Jeżeli producent podaje sprawność wytwarzania 109%, to należy liczyć się z tym, że sprawność średnioroczna będzie niższa o co najmniej 10% i wyniesie 99%.

W celu określenia sprawności instalacji grzewczej można wartość taką obliczyć według metodologii określonej w rozporządzeniu ws. metodologii [1] lub przyjąć ją zgodnie z tabelami zamieszczonymi w tym samym rozporządzeniu (patrz ekrany 7-10 oraz proponowany do zestawiania potrzebnych danych formularz 2).

EKRAN 7. Średnioroczna sprawność wytwarzania $\eta_{H,G}$, zgodnie z rozporządzeniem [1]

Sprawność wytwarzania ciepła - c.o. [%]	
Kotły węglowe	Kotły niskotemperaturowe
82 wyprodukowane po 2000 r.	89 do 50 kW
70 wyprodukowane w latach 1980-2000	94 50 - 120 kW
58 wyprodukowane przed 1980 r.	96 120 - 1200 kW
Kotły na biomasę	Kotły gazowe kondensacyjne
63 (słoma) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	94 do 50 kW (70/55°C)
72 (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy do 100 kW	97 do 50 kW (55/45°C)
70 (słoma) wrzutowe z obsługą ręczną o mocy powyżej 100 kW	95 50 - 120 kW (70/55°C)
75 (słoma) automatyczne o mocy 100 - 600 kW	98 50 - 120 kW (55/45°C)
85 (drewno: polana, brykiety, pelety, zrębki) automatyczne o mocy 100 - 600 kW	94 120 - 1200 kW (70/55°C)
85 (słoma, drewno) automatyczne z mechanicznym podawaniem paliwa o mocy powyżej 500 kW	96 120 - 1200 kW (55/45°C)
Pozostałe	Węzeł ciepły kompaktowy
94 podgrzewacze elektryczne - przepływowe	98 z obudową - do 100 kW
100 podgrzewacze elektrotermiczne	99 z obudową - powyżej 100 kW
99 elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe i podłogowe kablowe	91 bez obudowy - do 100 kW
95 ogrzewanie podłogowe elektryczno-wodne	93 bez obudowy - 100 - 300 kW
65 piece kaflowe	95 bez obudowy - powyżej 300 kW
84 piece olejowe pomieszczeniowe	Pompy ciepła
75 piece gazowe pomieszczeniowe	380 woda/woda - budynek nowy
86 kotły na paliwo gazowe lub płynne z otwartą komorą spalania (palnikami atmosferycznymi) i dwustawną regulacją procesu spalania	350 woda/woda - budynek istniejący
	350 glikol/woda - budynek nowy
	330 glikol/woda - budynek istniejący
	270 powietrze/woda - budynek nowy
	250 powietrze/woda - budynek istniejący

EKRAN 8. Sprawność przesyłania (transportu) ciepła – $\eta_{H,d}$ [1]

Sprawność transportu ciepła - c.o. [%]

100	źródło ciepła w pomieszczeniu (ogrzewanie elektryczne, piec kaflowy)
100	ogrzewanie mieszkaniowe (kocioł gazowy lub miniwęzeł)
97	ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach ogrzewanym
94	ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, z zaizolowanymi przewodami, armaturą i urządzeniami, które są zainstalowane w pomieszczeniach NIEogrzewanym
89	ogrzewanie centralne wodne z lokalnego źródła ciepła usytuowanego w ogrzewanym budynku, bez izolacji cieplnej na przewodach, armaturze i urządzeniach, które są zainstalowane w pomieszczeniach NIEogrzewanym
95	ogrzewanie powietrzne

EKRAN 9. Sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego – $\eta_{H,s}$

Sprawność akumulacji ciepła - c.o. [%]

95	bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55°C wewnątrz osłony termicznej budynku
93	bufor w systemie grzewczym o parametrach 70/55°C na zewnątrz osłony termicznej budynku
97	bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45°C wewnątrz osłony termicznej budynku
95	bufor w systemie grzewczym o parametrach 55/45°C na zewnątrz osłony termicznej budynku
100	brak zasobnika buforowego

EKRAN 10. Sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana – $\eta_{H,e}$

Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła [%]

96	elektryczne grzejniki bezpośrednie: konwektorowe, płaszczyznowe i promiennikowe
95	podłogowe: kablowe, elektryczno-wodne
90	elektryczne grzejniki akumulacyjne: konwektorowe i podłogowe kablowe
94	elektryczne ogrzewanie akumulacyjne bezpośrednie
80	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna, bez regulacji miejscowej
89	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja miejscowa
98	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna adaptacyjna i miejscowa
97	ogrzewanie wodne z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna i miejscowa (zakres P - 1K)
93	centralne ogrzewanie z grzejnikami członowymi lub płytowymi - regulacja centralna i miejscowa (zakres P - 2K)
95	ogrzewanie podłogowe - regulacja centralna, bez miejscowej
97	ogrzewanie podłogowe lub ściennie - regulacja centralna i miejscowa
83	ogrzewanie miejscowe - brak regulacji automatycznej w pomieszczeniu

Wartości określające jakość instalacji c.o. zamieszczono w formularzu 2.

FORMULARZ 2. WYMAGANE DANE DO CHRAKTERYSTYKI I ŚWIADECTWA:

<i>rodzaj paliwa</i>	<i>Energia elektryczna</i>	<i>Brak drugiego źródła</i>
<i>współczynnik nieodnawialnej energii pierwotnej</i>	3	
<i>udział procentowy paliwa</i>	100%	
<i>typ kotła</i>	pompa ciepła	
$\eta_{H,g}$ - sprawność wytwarzania, lub COP	3,5	
$\eta_{H,d}$ - sprawność	98%	

przesyłania		
$\eta_{H,s}$ - sprawność akumulacji	97%	
$\eta_{H,e}$ - sprawność wykorzystania i regulacji	98%	

Dla nowych budynków w większości przypadków można przyjąć, że składowe sprawności instalacji c.o. wynoszą:

Dla nowych budynków w większości przypadków można przyjąć, że sprawności instalacji c.o. wynoszą :

$\eta_{H,d}$ - sprawność przesyłania (transportu) ciepła	97%-98%
$\eta_{H,s}$ - sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego	100%
$\eta_{H,e}$ - sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana	98%

Sprawność chłodzenia.

Jeżeli budynek jest chłodzony – w podobny sposób należy określić parametry chłodzenia. Chłodzenie może występować w wybranych pomieszczeniach, dlatego najlepiej jest opisywać parametry chłodzenia na poziomie pomieszczenia. Sprawność instalacji chłodzenia oblicza się ze wzoru:

$\eta_{C,tot} = ESEER \eta_{C,s} \eta_{C,d} \eta_{C,e}$, gdzie:

Poszczególne wartości należy określić na podstawie oddzielnych obliczeń lub wykorzystując podpowiedzi z rozporządzenia [1]

ESEER – średni europejski współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu

The screenshot shows the 'Współczynnik efektywności energetycznej wytworzenia chłodu ESEER' software interface. It is divided into two main sections: 'SYSTEM BEZPOŚREDNI' and 'SYSTEM POŚREDNI'. Under 'SYSTEM BEZPOŚREDNI', there are four categories of refrigeration systems, each with three options and their ESEER values:

- SPRĘŻARKOWA WYTWORNICA WODY LODOWEJ - Półhermetyczne sprężarki tłokowe, skraplacz chłodzony powietrzem:**
 - woda: 3,70
 - wodny roztwór glikolu: 3,50
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 5,25
- Sprężarki spiralne, skraplacz chłodzony powietrzem:**
 - woda: 3,70
 - wodny roztwór glikolu: 3,50
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 5,25
- Sprężarki śrubowe, skraplacz chłodzony powietrzem:**
 - woda: 3,70
 - wodny roztwór glikolu: 3,50
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 5,25
- Sprężarki przepływowe, skraplacz chłodzony wodą:**
 - woda: 4,30
 - wodny roztwór glikolu: 4,10
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 6,15

Under 'SYSTEM POŚREDNI', there are four categories of refrigeration systems, each with three options and their ESEER values:

- Półhermetyczne sprężarki tłokowe, skraplacz chłodzony wodą:**
 - woda: 3,90
 - wodny roztwór glikolu: 3,70
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 5,55
- Sprężarki spiralne, skraplacz chłodzony wodą:**
 - woda: 3,90
 - wodny roztwór glikolu: 3,70
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 5,55
- Sprężarki śrubowe, skraplacz chłodzony wodą:**
 - woda: 3,90
 - wodny roztwór glikolu: 3,70
 - wodny roztwór glikolu z funkcją free cooling: 5,55
- Brómolirowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana wodą o temperaturze 95°C:** 0,70
- Brómolirowa jednostopniowa wytwornica wody lodowej zasilana parą wodną o nadciśnieniu 2,0 bar:** 0,80

$\eta_{C,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w budynku

Sprawność urządzeń do akumulacji chłodu [%]

95	<input type="checkbox"/>	bufor w systemie chłodniczym o parametrach 6/12°C wewnątrz osłony termicznej budynku
93	<input type="checkbox"/>	bufor w systemie chłodniczym o parametrach 6/12°C wewnątrz osłony termicznej budynku
97	<input type="checkbox"/>	bufor w systemie chłodniczym o parametrach 15/18°C wewnątrz osłony termicznej budynku
95	<input type="checkbox"/>	bufor w systemie chłodniczym o parametrach 15/18°C wewnątrz osłony termicznej budynku
100		brak zasobnika buforowego

$\eta_{C,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu w budynku

Sprawność transportu energii chłodniczej [%]

90	<input type="checkbox"/>	chłodzenie bezpośrednie - scentralizowane - jednoprzewodowa instalacja powietrzna
Chłodzenie bezpośrednie - zdecentralizowane		
100	<input type="checkbox"/>	klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym powietrzem
100	<input type="checkbox"/>	klimatyzator monoblokowy ze skraplaczem chłodzonym wodą
100	<input type="checkbox"/>	klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem
100	<input type="checkbox"/>	klimatyzator rozdzielony (split) ze skraplaczem chłodzonym wodą
98	<input type="checkbox"/>	klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym powietrzem
98	<input type="checkbox"/>	klimatyzator rozdzielony (duo-split) ze skraplaczem chłodzonym wodą
96	<input type="checkbox"/>	system VRV
Chłodzenie pośrednie - instalacja wody lodowej 5/12°C		
92	<input type="checkbox"/>	układ prosty (bez podziału na obiegi)
96	<input type="checkbox"/>	układ z podziałem na obieg pierwotny i wtórny
98	<input type="checkbox"/>	układ zasilający belki chłodzące (15/18°C)

$\eta_{C,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w budynku

Sprawność regulacji i wykorzystania chłodu [%]

Instalacja wody lodowej z termostatycznymi zaworami przelotowymi przy odbiornikach	
92	regulacja skokowa
94	regulacja ciągła
Instalacja wody lodowej z zaworami trójdrogowymi przy odbiornikach	
95	regulacja skokowa
97	regulacja ciągła

średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w budynku.

Poszczególne wartości należy określić na podstawie oddzielnych obliczeń lub wykorzystując podpowiedzi z rozporządzenia [1] (patrz: ekrany 11-14 i formularz 3).

FORMULARZ 3. CHŁODZENIE WYMAGANE DANE DO CHRAKTERYSTYKI

LOKAL					
Pomieszczenie	1)	2)	3)	4)	5)
Temperatura chłodzenia					
nośnik energii					
system					
ESEER - średni europejski współczynnik					

efektywności energetycznej wytworzenia chłodu					
$\eta_{C,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu w budynku					
$\eta_{C,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu w budynku					
$\eta_{C,e}$ – średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu w budynku					

Ciepła woda użytkowa

Obliczenie ilości energii na potrzeby ciepłej wody wymaga określenia następujących danych:

- zużycie wody na użytkownika,
- czas użytkowania,
- liczba użytkowników,
- sprawność instalacji c.w.u.

Obliczeniowe zużycie ciepłej wody należy przyjąć z rozporządzenia [1] lub wg rozporządzenia [2] odpowiednio dla charakteru budynku. Można też skorzystać z innych dokumentów prawnych, jednak proponowane w nich wartości projektowe są zazwyczaj znacznie większe od wartości proponowanych w [1], co będzie miało niekorzystny wpływ na końcową ocenę budynku. Zalecane jest przyjmować wartości mniejsze (ekran 15).

EKRAN 15. Zużycie ciepłej wody użytkowej

Zużycie ciepłej wody użytkowej [dm³/(j.o.*doba)]

Budynek mieszkalny

- 35 budynek jednorodzinny (j.o. = osoba)
- 48 budynek wielorodzinny - bez wodomierzy mieszkaniowych (j.o. = osoba)
- 38,4 budynek wielorodzinny - z wodomierzami mieszkaniowymi (j.o. = osoba)

Budynek zamieszkania zbiorowego

- 112 hotel z gastronomią (j.o. = miejsce noclegowe)
- 75 hotel bez gastronomii (j.o. = miejsce noclegowe)
- 50 schronisko, pensjonat (j.o. = miejsce noclegowe)
- 70 budynek koszarowy, areszt śledczy, budynek zakwaterowania na terenie zakładu karnego (j.o. = łóżko)

Inny budynek

- 325 szpital (j.o. = łóżko)
- 8 szkoła (j.o. = uczeń)
- 7 budynek biurowy, produkcyjny lub magazynowy (j.o. = pracownik) - UWAGA - wg WT 2008: 5
- 25 budynek handlowy (j.o. = pracownik) - UWAGA - wg WT 2008: 15
- 30 budynek gastronomii lub usług (j.o. = pracownik) - UWAGA - wg WT 2008: 50
- 5 dworzec kolejowy, lotnisko, muzeum, hala wystawiennicza (j.o. = pasażer / zwiedzający)

Czas użytkowania należy określić podobnie – na podstawie rozporządzenia [1] lub na podstawie sposobu eksploatacji budynku, co powinno wynikać z założeń projektowych (ekran 16).

EKRAN 16. Czas użytkowania budynku

Wartość	Opis
329	budynek mieszkalny
219	biuro, urząd
201	szkoła (bez natrysków)
219	hotel - część noclegowa
237	hotel z gastronomią
329	szpital
292	restauracja
292	dworzec kolejowy, autobusowy lub lotniczy
292	budynek handlowo-usługowy

Liczba użytkowników. Liczbę użytkowników zgodnie z [1] należy wprowadzić w zależności od rodzaju budynku lub lokalu mieszkalnego. Dla budynków nowych – zgodnie z projektem budynku, a dla budynków istniejących – na podstawie stanu rzeczywistego (ekran 17).

EKRAN 17. Liczba mieszkańców lokalu mieszkalnego

1,0	mieszkanie 1-pokojowe
2,5	mieszkanie 2-pokojowe
3,5	mieszkanie 3-pokojowe
4,0	mieszkanie 4-pokojowe
4,5	mieszkanie 5-pokojowe
5,0	mieszkanie 6-pokojowe
6,0	mieszkanie 7 pokojowe

pokaż wartości dla budynku jednorodzinnego

Aby uniknąć niekorzystnej końcowej oceny budynku mieszkalnego należy wprowadzać dane po mieszkaniach. Wynika to z błędnego określenia w [2] wartości granicznej DEP dla budownictwa mieszkaniowego, którą oblicza się ze wzoru

$DEP = EP_W = 7800 / (300 + 0,1 \cdot A_f)$. Jeżeli przyjmiemy, że A_f jest sumą wszystkich mieszkań – wartość DEP będzie mniejsza, zatem wartość graniczna EP_{H+W+C} będzie mniejsza, co wpłynie na końcową ocenę budynku. Przy wprowadzaniu danych po lokalach wartość graniczna na ciepłą wodę DEP jest większa ponieważ A_f jest mniejsze, co jest korzystne dla końcowej oceny budynku.

Korzystne jest też wprowadzanie jak najmniejszej liczby użytkowników, ale zgodnej z projektem lub zgodnej z liczbą użytkowników, np. można wprowadzić tylko liczbę osób zameldowanych, traktując pozostałych jako użytkowników tymczasowych. W przypadku wykonywania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku rozporządzenie [1] wymaga wprowadzenia liczby użytkowników, co oznacza, że te same mieszkania użytkowane przez inną ilość mieszkańców będą miały znacząco różne oceny. Powinno się wprowadzać zawsze wartości projektowe lub referencyjne.

Sprawność instalacji c.w.u. wymaga określenia sprawności składowych: wytwarzania, akumulacji oraz transportu (patrz: ekrany 18-20).

EKRAN 18. Sprawność wytwarzania ciepła dla c.w.u.

Sprawność wytwarzania ciepła - c.w.u. [%]

Przepływowe podgrzewacze 92 — gazowe z zapłonem elektrycznym 45 — gazowe z zapłonem płomieniem dużurnym	Kotły stałotemperaturowe 56 — (tylko ciepła woda) 71 — dwufunkcyjne (ogrzewanie i ciepła woda)
Kotły niskotemperaturowe 87 — do 50 kW 90 — powyżej 50 kW	Kotły gazowe kondensacyjne 88 — do 50 kW 91 — powyżej 50 kW
Elektryczne podgrzewacze 98 — akumulacyjne (z zasobnikiem bez strat) 100 — przepływowe	Węzły ciepłe kompaktowe 89 — z obudową 83 — bez obudowy 96 — z obudową (ogrzewanie i ciepła woda) 92 — bez obudowy (ogrzewanie i ciepła woda)
Pompy ciepła 375 — woda/woda 320 — glikol/woda 270 — powietrze/woda	

EKRAN 19. Sprawność akumulacji ciepła dla c.w.u.

Sprawność akumulacji ciepła - c.w.u. [%]

45	zasobnik w systemie wg standardu z lat 1970-tych
62	zasobnik w systemie wg standardu z lat 1977-1995
67	zasobnik w systemie wg standardu z lat 1995-2000
85	zasobnik w systemie wg standardu budynku niskoenergetycznego

EKRAN 20. Sprawność transportu ciepła dla c.w.u.

Sprawność transportu ciepła - c.w.u. [%]

Miejscowe przygotowanie c.w., instalacje c.w. bez obiegów cyrkulacyjnych 100 — miejscowe przygotowanie ciepłej wody bezpośrednio przy punktach poboru wody ciepłej 80 — miejscowe przygotowanie ciepłej wody dla grupy punktów poboru wody ciepłej w jednym pomieszczeniu sanitarnym, bez obiegu cyrkulacyjnego	
Mieszkańciewe węzły ciepłe 85 — kompaktowy węzeł ciepły dla pojedynczego lokalu mieszkalnego, bez obiegu cyrkulacyjnego	
Centralne przygotowanie c.w., instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne nie izolowane, przewody rozprowadzające izolowane 60 — instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody 50 — instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody 40 — instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	Centralne przygotowanie c.w., instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane 70 — instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody 60 — instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody 50 — instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody
Centralne przygotowanie c.w., instalacje z obiegami cyrkulacyjnymi z ogr. czasu pracy, piony instalacyjne i przewody rozprowadzające izolowane 80 — instalacje małe, do 30 punktów poboru ciepłej wody 70 — instalacje średnie, 30-100 punktów poboru ciepłej wody 60 — instalacje duże, powyżej 100 punktów poboru ciepłej wody	Centralne przygotowanie c.w., instalacja c.w. bez obiegów cyrkulacyjnych 60 — instalacje ciepłej wody w budynkach jednorodzinnych

Sprawność wytwarzania c.w.u. można przyjmować z rozporządzenia [1] lub na podstawie danych producentów urządzeń.

Sprawność akumulacji zależy od właściwego doboru zbiornika ciepłej wody, zużycia ciepłej wody i izolacji termicznej zbiornika. Sprawność akumulacji można obliczyć lub przyjąć wg rozporządzenia [1] (ekran 21). Jeżeli zasobnik znajduje się w pomieszczeniu ogrzewanym – straty ciepła na zasobniku należy uwzględnić w zyskach ciepła.

Sprawność transportu zależy od izolacji termicznej instalacji c.w.u., wielkości instalacji i miejsca przygotowania ciepłej wody.

Należy też określić temperaturę wody w punkcie poboru. Temperatura, dla której nie koryguje się obliczeniowej ilości ciepła użytkowego na c.w.u. wynosi 55 °C. Dla temperatury 50 °C – współczynnik $k_t = 1,12$, dla temperatury 45 °C – $k_t = 1,28$.

Dane dla obliczeń c.w.u. podaje formularz 4.

FORMULARZ 4. WYMAGANE DANE DO CHRAKTERYSTYKI:

<i>rodzaj paliwa</i>	<i>Pompa ciepła</i>	<i>Kolektor słoneczny</i>
<i>współczynnik nieodnawialnej energii pierwotnej</i>	<i>3</i>	<i>1</i>
<i>udział procentowy paliwa</i>	<i>55%</i>	<i>45%</i>
<i>typ kotła</i>	<i>pompa ciepła</i>	<i>kolektor próżniowy</i>
<i>sprawność źródła ciepła lub</i>		
<i>$\eta_{w,g}$ - sprawność wytwarzania, lub COP</i>	<i>3,8</i>	<i>80</i>
<i>$\eta_{w,d}$ - sprawność przesyłania</i>	<i>obliczeniowa</i>	<i>obliczeniowa</i>
<i>$\eta_{w,s}$ - sprawność akumulacji</i>	<i>obliczeniowa</i>	<i>obliczeniowa</i>

Urządzenia pomocnicze

Obliczenie projektowanej charakterystyki a także świadectwa energetycznego, wymaga określenia ilości energii końcowej i energii pierwotnej zużywanych przez urządzenia pomocnicze. Do urządzeń pomocniczych zaliczamy: pompy na c.o. i ciepłą wodę, siłowniki, urządzenia sterujące, zawory, wentylatory, itp.

EKRAN 21. Energia pomocnicza

Zapotrzebowanie mocy elektrycznej do napędu urządzenia pomocniczego [W/m²]

Pompy obiegowe ogrzewania

0,45 w budynku o Au do 250 m² z grzejnikami członowymi lub płytowymi, granica ogrzewania 12°C

0,25 w budynku o Au ponad 250 m² z grzejnikami członowymi lub płytowymi, granica ogrzewania 10°C

0,85 w budynku o Au ponad 250 m² z grzejnikami podłogowymi, granica ogrzewania 15°C

Pompy cyrkulacyjne ciepłej wody

0,25 w budynku o Au do 250 m², praca ciągła

0,08 w budynku o Au ponad 250 m², praca przerywana do 4 h/dobę

0,08 w budynku o Au ponad 250 m², praca przerywana do 8 h/dobę

Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody

0,45 w budynku o Au do 250 m²

0,15 w budynku o Au ponad 250 m²

Pompa ładująca bufor w układzie ogrzewania

0,35 w budynku o Au do 250 m²

0,08 w budynku o Au ponad 250 m²

Napęd pomocniczy i regulacja kotła do podgrzewu c.w.

1,25 w budynku o Au do 250 m²

0,35 w budynku o Au ponad 250 m²

Napęd pomocniczy i regulacja kotła do ogrzewania

0,45 w budynku o Au do 250 m²

0,13 w budynku o Au ponad 250 m²

Napęd pomocniczy pompy ciepła w układzie przygotowania c.w.

1,30 woda/woda w układzie przygotowania c.w.

0,80 glikol/woda w układzie przygotowania c.w.

Napęd pomocniczy pompy ciepła w układzie ogrzewania

1,30 woda/woda w układzie ogrzewania

0,80 glikol/woda w układzie ogrzewania

Wentylator(y)

0,40 w centrali naw.-wyw., wym. pow. do 0,6 1/h

1,10 w centrali naw.-wyw., wym. pow. powyżej 0,6 1/h

0,30 w centrali wyw., wym. pow. do 0,6 1/h

0,80 w centrali wyw., wym. pow. powyżej 0,6 1/h

2,05 miejscowego układu wentylacyjnego

Pompy i regulacja instalacji solarnej

0,30 w budynku o Au do 500 m²

0,20 w budynku o Au ponad 500 m²

0,08 regulacja węzła ciepłego - ogrzewanie i ciepła woda

Określenie ilości energii zużywanej przez urządzenia pomocnicze można wykonać w oparciu o rozporządzenie [1] lub w oparciu o dane projektowe. Wprowadzenie dobrze dobranych, energooszczędnych urządzeń pomocniczych, będzie korzystniejsze ze względu na wartość końcową EP obliczanego budynku od wartości zamieszczonych w podpowiedziach [1] (formularz 5).

FORMULARZ 5. PRZYGOTOWANIE DANYCH O URZĄDZENIACH POMOCNICZYCH

Urządzenie	Opis działania cel	moc urządzenia na c.o.	moc urządzenia na c.w.u.	moc urządzenia na wentylację	moc urządzenia chłodzenie	czas działania urządzenia
pompa	pompa ładująca c.o.	0,1 W/m ²				864
pompa	pompa obiegowa	0,2 W/m ²				okres grzewczy
sterowanie i napęd pomocniczy	c.o.	1 W/m ²				400
pompa	pompa solarna		0,3 W/m ²			664
pompa	pompa ładująca		0,15 W/m ²			250

	<i>zasobnik c.w.u.</i>				
<i>pompa</i>	<i>pompa cyrkulacyjna c.w.u.</i>		<i>0,25 W/m2</i>		<i>5840</i>
<i>sterowanie i napęd pomocniczy</i>	<i>c.w.u.</i>		<i>0,15 W/m2</i>		<i>270</i>

Oświetlenie

Dla budynków użyteczności publicznej, produkcyjnych i magazynowych wymagane jest określenie obliczeniowego zużycia energii pierwotnej na wbudowane oświetlenie. Potrzebne dane to:

- moc w W/m^2 oświetlenia,
- czas użytkowania,
- współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia,
- współczynnik określający nieobecność użytkowników,
- współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego.

Moc oświetlenia. Autor rozporządzenia [1] i [2] wprowadził zapisy, w których z jednej strony uznaje, że moc projektowanego oświetlenia jest wartością referencyjną (WT § 329, ust. 3.3), ale z drugiej – że należy ją przyjmować z tabeli, która odpowiada klasom budynków B według § 180a WT (porównaj też: WT § 329, ust. 3.3). Jeśli wartość projektowana staje się wartością referencyjną, oznacza to, że nie ma znaczenia jaką wartość przyjmuje się do analizy! Jest to niezgodne z logiką a także z rozporządzeniem [1], w którym za wartość referencyjną także uznaje się wartości odpowiadające klasie kryteriów B (zał. nr 7, p. 3.2, tabela 8). Biorąc pod uwagę tę rozbieżność, korzystne jest wprowadzanie do charakterystyki wartości projektowanych, które mogą być różne od wartości referencyjnych (patrz: ekran 22).

EKRAN 22. Moc jednostkowa oświetlenia według WT

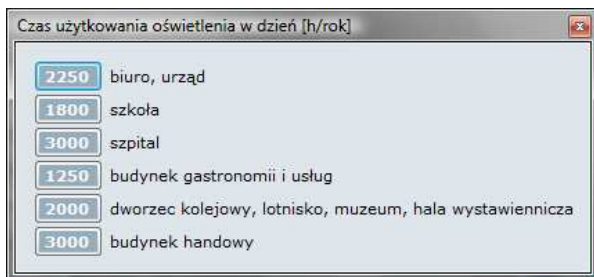
Moc jednostkowa oświetlenia [W/m²]

Kategoria	Klasa kryteriów A	Klasa kryteriów B	Klasa kryteriów C
BIURO	15	20	25
RESTAURACJA	10	25	35
SZKOŁA	15	20	25
SPORTOWO-REKREACYJNY	10	20	30
SZPITAL	15	25	35
HANDLOWO-USŁUGOWY	15	25	35

Klasy kryteriów
A - spełnianie kryteriów oświetlenia w stopniu podstawowym
B - spełnianie kryteriów oświetlenia w stopniu rozszerzonym
C - spełnianie kryteriów oświetlenia w stopniu pełnym z uwzględnieniem komunikacji wizualnej

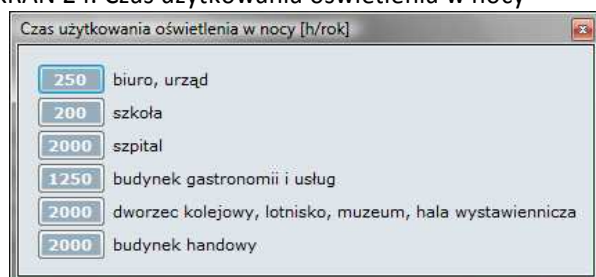
UWAGA: wartości referencyjne odpowiadają wartościom dla klasy kryteriów B

EKRAN 23. Czas użytkowania oświetlenia w dzień

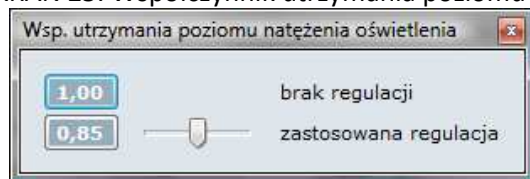


Czas użytkowania można przyjąć z podpowiedzi zawartych w rozporządzeniu [1] lub na podstawie charakteru projektowanej pracy budynku. Warto dokładnie określić czas użytkowania oświetlenia. Jeżeli jest krótszy od wartości referencyjnych – ocena budynku będzie korzystna (ekran 23 i 24).

EKRAN 24. Czas użytkowania oświetlenia w nocy



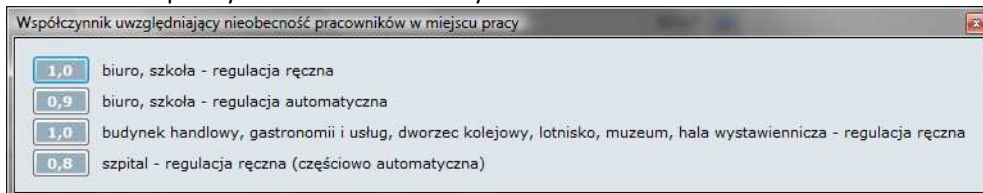
EKRAN 25. Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia



Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia zależy od zastosowania automatyki regulującej poziom natężenia oświetlenia, przyjmuje się go na podstawie [1] (ekran 25).

Jeżeli w obiekcie występuje automatyczna regulacja to można skorygować obliczeniową ilość energii zużywaną na oświetlenie. Zgodnie z [1] wartość współczynnika określającego nieobecność użytkowników zależy od zastosowania automatycznej regulacji oraz od typu budynku. Zazwyczaj są to czujniki ruchu zainstalowane na oświetleniu (rys. 3). Podobnie można skorygować ilość energii na oświetlenie uwzględniające współczynnik wykorzystania światła dziennego. Jest to możliwe, jeżeli w budynku zastosowano automatykę pozwalającą uwzględniać wpływ takiej regulacji. Ze względu na lokalne zastosowanie takich urządzeń korekta powinna odbywać się na poziomie lokalu, a nawet i pomieszczenia. Można też indywidualnie ustalać wpływ automatyki na obniżenie zużycia energii na oświetlenie (ekrany 26 i 27).

EKRAN 26. Współczynnik nieobecności użytkowników

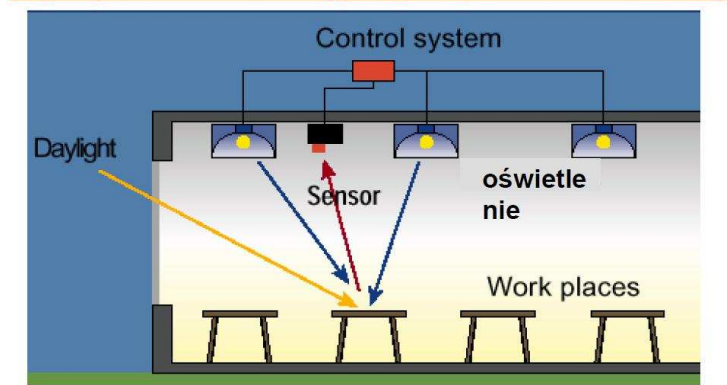


EKRAN 27. Współczynnik wykorzystanie światła dziennego

Współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego	
1,0	biuro, dworzec kolejowy, lotnisko, muzeum, hala wystawiennicza - regulacja ręczna
0,9	biuro, dworzec kolejowy, lotnisko, muzeum, hala wystawiennicza - regulacja z uwzględnieniem światła dziennego
1,0	budynek handlowy, budynek gastronomii i usług - regulacja ręczna
1,0	szkoła, szpital - regulacja ręczna
0,8	szkoła, szpital - regulacja z uwzględnieniem światła dziennego

RYS. 3. Regulacja strumienia świetlnego z wykorzystaniem światła dziennego

Regulacja strumienia świetlnego z wykorzystaniem światła dziennego



FORMULARZA 6. PRZYGOTOWANIE DANYCH O OŚWIETLENIU

Lokal	pomieszczenie	typ oświetlenia	moc oprawy	sztuk	czas użytkownika		wyposażenie w automatykę		
					dzień	noc	czujnik natężenia	czujnik ruchu	czujnik światła dziennego

Przygotowanie danych można zrealizować na poziomie lokalu lub pomieszczenia. Zaprojektowane lub zinwentaryzowane oświetlenie na poziomie pomieszczenia pozwala jednocześnie określić zapotrzebowanie na energię na oświetlenie oraz obliczyć zyski ciepła od oświetlenia. Ma to szczególne znaczenie dla pomieszczeń, w których stosowane oświetlenie przekracza znacznie moc referencyjną np. w lokalach handlowych. W takich pomieszczeniach występuje najczęściej również chłodzenie. Dokładne określenie zysków ciepła od oświetlenia jest działaniem bardzo ważnym dla określenia energii końcowej oraz energii pierwotnej. Poprawne określenie zysków od oświetlenia może spowodować, że budynek będzie potrzebował znacznie mniej energii na ogrzewanie. W skrajnych przypadkach może się okazać, że sezonu grzewczego nie będzie. Jeżeli budynek jest chłodzony, to ilość chłodu może być zdecydowanie inna ze względu na zyski od oświetlenia. Precyzyjne określenie działania oświetlenia ma duże znaczenie dla określenia końcowej wartości EP i EK ([formularz 6](#)).

Pomieszczenia i przegrody wewnętrzne

Pojemność cieplna odgrywa dużą rolę, zwłaszcza w budynkach o niezadowalającej izolacji cieplnej przegród. Ze względu na konieczność obliczania pojemności cieplnej, dla budynku lub lokalu powinno się wprowadzić wszystkie przegrody wewnętrzne. Najlepiej dane te wprowadza się po pomieszczeniach. W ten sposób można uniknąć błędów i łatwo jest sprawdzić poprawność wprowadzonych danych, zwłaszcza jeżeli trzeba po jakimś

czasie wrócić do opracowanej charakterystyki lub świadectwa. Taka procedura jest obowiązkowa jeżeli w budynku lub lokalu występują różne strefy oraz jeżeli występują pomieszczenia z chłodzeniem.

Wprowadzając dane o pomieszczeniach należy przygotować następujące informacje:

- nazwa pomieszczenia,
- przeznaczenie (użytkowe, usługowe lub ruchu),
- temperatura obliczeniowa ogrzewana i chłodzona w pomieszczeniu,
- powierzchnia,
- wysokość kondygnacji lub kubatura,
- sposób realizacji wentylacji,
- wymagana wymiana powietrza w pomieszczeniu,

dane dotyczące przegród budowlanych tj. powierzchnia oraz budowa przegrody (warstwy z których zbudowana jest przegroda, występowanie mostków cieplnych).

Przeznaczenie i wymiary. Do poprawnego wykonania projektowej charakterystyki energetycznej konieczne jest prawidłowe określenie powierzchni użytkowej budynku o regulowanej temperaturze oraz kubatury V_e , która określa kubaturę ogrzewanej części budynku, pomniejszonej o podcienia, balkony, loggie, galerie itp., liczonej po obrysie zewnętrznym. Kubatura V_e ma wpływ na określenie wartości granicznej $EP_{gr} = EP$ wg WT2008 [2]. Nieprawidłowe określenie wartości A_f oraz V_e może spowodować uzyskanie niższej wartości $EP_{gr} = EP_{H+W+C+L}$ i przyczynić się do trudności w spełnieniu wymagań warunków technicznych [2] (rys. 4).

Powierzchnia użytkowa o regulowanej temperaturze to powierzchnia zgodna z przeznaczeniem budynku, dla której określona jest temperatura wewnętrzna zgodna z przeznaczeniem budynku, lokalu lub pomieszczenia, np. 16°C. Wyjaśnijmy, że w budynku handlowym powierzchnia handlowa stanowi powierzchnię użytkową. Natomiast powierzchnia usługowa to powierzchnia pełniąca funkcję służebną dla powierzchni użytkowej budynku, np. kotłownia, serwerownia, wentylatornia itp. Z kolei powierzchnia ruchu to powierzchnia, której funkcja związana jest z ruchem, przemieszczaniem się, np. zewnętrzna klatka schodowa w budynku mieszkalnym, korytarze w szkole.

Dla pomieszczeń mieszkalnych na strychu nie ma jednoznacznej definicji jak określać ich powierzchnię użytkową, zatem każda forma będzie poprawna, tj. do wysokości 1,9 m lub 2,2 m. Podobnie z kubaturą takiego pomieszczenia.

Temperatura w pomieszczeniu. Temperaturę należy określić zgodnie z normą lub zgodnie z wymogami technologicznymi albo innymi, odpowiadającymi analizowanemu pomieszczeniu. Aktualnie obowiązują temperatury określone w normie PN-EN 12831 (ekran 28).

ekran 28. Temperatur w pomieszczeniach wg PN-EN 12831

Przygotowując dane do wykonania projektowej charakterystyki energetycznej dla budynku chłodzonego należy dokładnie przeanalizować możliwość wprowadzenia przerw dla chłodzenia oraz dla ogrzewania. Brak przerw w przygotowaniu chłodu może spowodować, że spełnienie wymagań na EP będzie niemożliwe. Dlatego należy określić przerwy tygodniowe, weekendowe oraz inne. Należy podać wówczas długość przerwy, temperaturę w czasie trwania przerwy, powtarzalność przerwy (codziennie, dni robocze, weekend lub inne). Przerwy mogą być różne dla poszczególnych miesięcy – patrz: formularz 8.

FORMULARZ 8. PRZYGOTOWANIE DANYCH DO PRZERW W OKRESIE GRZEWCZYM I KLIMATYZACYJNYM

miesiąc	przerwa w grzaniu/ chłodzeniu	Długość przerwy [h]	temp. w przerwie [°C]	okresowość		
				codziennie	dni robocze	weekend

Na poziomie lokalu można modyfikować zyski ciepła analizując zyski: od ludzi, oświetlenia, od urządzeń elektrycznych, od technologii, od cieczy (np. basenów pływackich), itp.

Powierzchnie przegród zewnętrznych

Wartość strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne H_{tr} oblicza się na podstawie równania:

$$H_{tr} = S_i [b_{tr,i} \cdot (A_i \cdot U_i + S_j L_j \cdot Y_j)]$$

gdzie:

A_i – pole powierzchni i-tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze obliczana według wymiarów w osiach przegród prostopadłych do i-tej przegrody (wymiarzy okien i drzwi przyjmuje się jako wymiary otworów w ścianie [m^2]),

U_i – współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i stroną zewnętrzną [$W/(m^2 \cdot K)$],

Y_j – współczynnik przenikania ciepła w miejscu występowania j-tego liniowego mostka termicznego [$W/(m \cdot K)$],

L_j – długość j-tego liniowego mostka termicznego [m],

$b_{tr,i}$ – współczynnik zmniejszenia temperatury odnoszący się do przegród pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i nieogrzewaną (dla przegród pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i atmosferą zewnętrzną $b_{tr} = 1$).

Tabela 4. Przykładowe wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła dla różnych rozwiązań detali mostków cieplnych

charakterystyka rozwiązania detalu izolacji	ψ [W/mK]
Ościeże okienne; okno w licu zewnętrznym muru, izolacja muru nie zachodzi na ościeżnicę	0,19
Ościeże okienne; okno w licu zewnętrznym muru, izolacja muru zachodzi 3 cm na ościeżnicę	0,05
Ościeże okienne; okno w licu wewnętrznym muru, ościeże bez izolacji	0,39
Nadproże okienne ; okno w licu zewnętrznym muru, izolacja muru nie zachodzi na ościeżnicę	0,29
Nadproże okienne ; okno w licu zewnętrznym muru, izolacja muru zachodzi 3 cm na ościeżnicę	0,06
Nadproże okienne; okno w licu wewnętrznym muru, nadproże bez izolacji od spodu	0,60

Nadproże okienne; okno w licu wewnętrznym muru, izolacja nadproża od spodu	0,20
Podokiennik; okno w licu zewnętrznym muru, kamienny podokiennik wewnętrzny oddzielony od kamiennego podokiennika zewnętrznego 1 cm przekładką ze styropianu	0,39
Podokiennik; okno w licu wewnętrznym muru, wierzch muru nieprzykryty izolacją	0,57
Podokiennik; okno w licu wewnętrznym muru, wierzch muru przykryty izolacją grubości 3 cm	0,22
Podokiennik; okno w licu zewnętrznym muru, kamienny podokiennik wewnętrzny, izolacja zachodzi 3 cm na ościeżnicę	0,07
Płyta balkonowa wspornikowa w przekroju poza drzwiami balkonowymi	0,65
Płyta balkonowa o własnej konstrukcji w przekroju poza drzwiami balkonowymi; beton płyty oddzielony od betonu stropu przekładką izolacji o grubości jak na murze	0,07
Płyta balkonowa wspornikowa w przekroju przez drzwi balkonowe	0,91

Obliczenia powierzchni przegród można wymiarować po wymiarach zewnętrznych. Na rys. 7 przedstawiono sposób wymiarowania przegród do obliczenia współczynnika strat ciepła.

Nr pomieszczenia	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia, m ²	Wysokość, m	Kubatura, m ³
0/1	Wiatrolap	7,48	2,73	20,42
Typ przegrody	Symbol	Orinetacja	Szerokość, m	Wysokość, m
Ściana zewnętrzna	P4*	W	3,84	3,05
Ściana wewnętrzna	P8	-	3,59	2,73
Ściana wewnętrzna	P1*	-	0,67	2,73
Ściana wewnętrzna	P8*	-	4,42	2,73

Typ stolarki	Symbol	Orinetacja	Szerokość, m	Wysokość, m
Okno w P4*	Ok	W	1,07	1,8
Drzwi w P4*	DW	W	1,37	2,35
Drzwi w P8*	DW	-	1	2

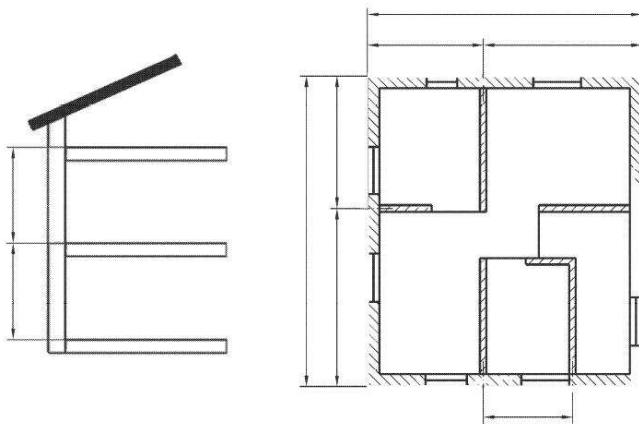
Typ przegrody	Symbol	Wymiar A, m	Wymiar B, m	Powierzchnia, m ²
Podłoga na gruncie	S2	4,42	2,3	10,166

Typ przegrody	Symbol	Orinetacja	Wymiar A, m	Wymiar B, m
Strop międzykondygnacyjny	S4	-	4,42	1,83

Zestawienie wszystkich powierzchni wprowadzanych po pomieszczeniach dla analizowanego budynku w programie exell oraz w opisie projektu budowlanego i zamieszczono na stronie internetowej www.cieplej.pl obok artykułu.

Określenie współczynnika przenikania ciepła wymaga wprowadzenia wszystkich warstw przegrody oraz skorygowania wartości o mostki punktowe, nieszczelności, stropodachy odwrócone oraz mostki liniowe.

Mostki punktowe. W przegrodzie mogą występować różnego rodzaju łączniki mechaniczne łączące warstwę zewnętrzną z warstwą wewnętrzną – nośną. Bardzo często są to łączniki stalowe, których wpływ na izolacyjność termiczną przegrody jest znaczący. Korektę należy wykonać przez podanie następujących danych: współczynnik przewodzenia ciepła λ (dla stali $\lambda = 58 \text{ W/m}\cdot\text{K}$), liczba łączników na 1 m^2 powierzchni przegrody (najczęściej 4 szt./ m^2) oraz powierzchnia łącznika stalowego.



Rysunek 7 – Przykłady wymiarów zewnętrznych w uproszczonej metodzie obliczeniowej

Mostki liniowe. Określenie wpływu mostków cieplnych na współczynnik strat ciepła H_{tr} wymaga określenia liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ oraz długości mostka liniowego L . W normie PN-EN ISO 14683:2008 zamieszczono katalog ponad 60 mostków cieplnych. Każdy przypadek powinno się przeanalizować indywidualnie. Pomocny może tu być katalog mostków cieplnych (Instrukcja ITB 389/2003), który zawiera 176 mostków cieplnych.

Warstwa niejednorodna. Obliczenie współczynnika przenikania ciepła wymaga wykonania obliczeń zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008. Poniżej przedstawiona jest procedura wykonywania obliczeń dla takiego przypadku.

Rozważmy następującą przegrodę: połac dachowa z izolacją z wełny mineralnej o gr. 15 cm i poszyciem wewnętrznym z płyt gipsowo-kartonowych gr. 25 mm, spadek połaci 100% (45°), krokwie sosnowe (6 x 18 cm) w rozstawie osiowym 0,9 m (rys. 6).

Wprowadzanie warstw przegrody do programu obliczeniowego zaczynamy od warstwy materiałowej z płyt gipsowo-kartonowych (grupa materiałów: Wyroby gipsowe) o grubości 0,025 m. Drugą warstwę wprowadzamy jako „Warstwę niejednorodną”. Określamy jej grubość na 0,15 m, zaznaczamy, że jest to warstwa izolacyjna, następnie dodajemy warstwy 2 wycinków.

Kalkulator U - warstwa niejednorodna

Grubość warstwy: 0,15 m

Warstwa izolacyjna:

Warstwy kolejnych wycinków

Lp.	Nazwa	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	f
1.	Sosna i świerk - w poprzek włókien	0,16	0,938	0,067
2.	Wiel. min. - filce, maty i płyty z wełny mineralnej 100-160	0,042	3,571	0,933

OK Anuluj

EKRAN 30

CERTO H - Kalkulator U

Warstwy Mostki

Lp.	Nazwa	λ [W/(m*K)]	R [m ² *K/W]	d [m]
1.	Płyty gipsowo-kartonowe	0,23	0,109	0,025
2.	Warstwa niejednorodna	0,050	3,006	0,15
3.	Dobrze wentylowana warstwa powietrza	-	0,000	0,03

WEWN.

ZEWN.

Opis przegrody

Połączenie dachowe z izolacją z wełny mineralnej o gr. 15 cm i poszyciem wewnętrznym z płyt gipsowo-kartonowych gr. 25 mm; spadek połaci 100% (45°); krokwie sosnowe (6 x 18 cm) w rozstawie osiowym 0,9 m

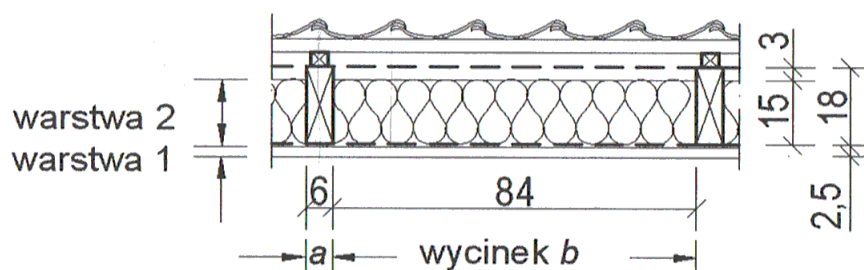
Warunki pracy: średniowilgotne wilgotne

Opory przyjmowania ciepła: Rsi: 0,1 m²*K/W Rse: 0,04 m²*K/W

Wyniki obliczeń: **U = 0,298 W/(m²*K)**
R = 3,357 m²*K/W

OBLICZ OK Anuluj

Dla każdej warstwy wycinka zamiast grubości tej warstwy, która jest określana dla całej warstwy niejednorodnej, podajemy jej względne pole powierzchni f . W naszym przykładzie będzie to $0,06/0,90 = 0,067$ dla krokwi oraz $0,84/0,90 = 0,933$ dla wełny mineralnej.



RYS 6. SCHEMAT KONSTRUKCJI WIĘZBY DACHOWEJ

W ostatnim kroku dodajemy dobrze wentylowaną warstwę powietrza o grubości 0,03 m. Należy zwrócić uwagę na fakt, że w przypadku izolacji międzykrokwiowej, nie pokrywającej pełnej wysokości krokwi (materiał termoizolacyjny + szczelina powietrzna), obliczenia prowadzi się jak dla powierzchni płaskiej, zakładając myślowe usunięcie części wystających (stąd grubość warstwy niejednorodnej równa się 15 cm zamiast 18 cm). Ponadto,

puszka powietrzna pomiędzy termoizolacją a folią wstępnego krycia pełni rolę wentylacyjną (szczelina dobrze wentylowana), stąd nie uwzględnia się oporu cieplnego pustki i kolejnych warstw w kierunku środowiska zewnętrznego. Zatem (dla uproszczenia) nie wprowadzamy następujących warstw leżących za tą pustką powietrzną: wiatroizolacja (folia wstępnego krycia), kontrłaty, łaty, dachówka zakładkowa.

Podsumowanie

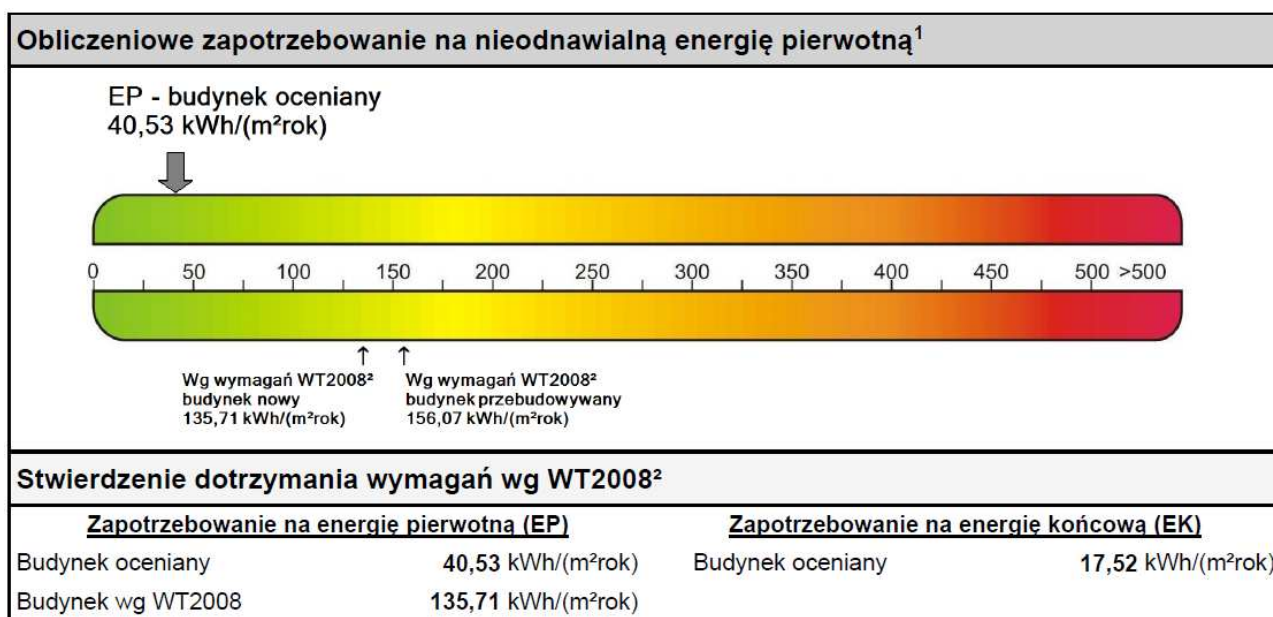
Należy mieć świadomość, że przy sporządzaniu charakterystyk i świadectw energetycznych może się okazać, iż pierwotnie przyjęte założenia wymagają kolejnej weryfikacji. Najczęściej należy ponownie przeanalizować:

- poprawność przyjętych wartości strumienia ciepła dla zysków,
- poprawność przyjętej wartości określającej szczelność budynku,
- przyjęte składowe sprawności na c.o., c.w.u. i chłód,
- przerwy w grzaniu i chłodzeniu.

Warto także sprawdzić czy przyjęty do obliczeń strumień odpowiada wartościom normowym oraz czy zastosowana wartość wymiany powietrza nie jest maksymalną chwilową wartością (do analiz należy stosować średnią dobową wartość strumienia w odniesieniu do godziny czyli m^3/h lub liczba wymian/h). Istotne jest również zweryfikowanie czy powierzchnia użytkowa o regulowanej temperaturze została przyjęta poprawnie (nie należy przy tym sugerować się wartościami przyjętymi w projekcie, gdyż mogą być założone błędnie).

Oceniany budynek podsumowanie

Wykonano obliczenia i określono wartość EP i EK. Jakość energetyczna opisana przez wskaźnik EP dla analizowanego budynku wyniosła $EP=40,53 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$ przy $EP_{WT2008}=135,71 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wartość energii końcowej EK wynosi $17,52 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$.



Podział na energię zamieszczono poniżej

Podział zapotrzebowania na energię				
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze*	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	28,58	7,47	-	36,05
Udział [%]	79,27	20,73	-	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię końcową				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze*	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	8,76	8,75	3,06	20,58
Udział [%]	42,58	42,54	14,88	100,00
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię pierwotną				
	Ogrzewanie i wentylacja	Ciepła woda	Urządzenia pomocnicze*	Suma
Wartość [kWh/(m ² rok)]	26,29	5,06	9,19	40,53
Udział [%]	64,87	12,47	22,66	100,00
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną: 40,53 kWh/(m²rok)				

Przepisy prawne

Przy sporządzaniu artykuły wykorzystano program CERTO

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. 2008.201.1240).

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2008.201.1238 ze zm.).

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2008.201.1239 ze zm.).

Przywołane normy

- PN-EN 12831 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- PN-EN ISO 13370:2008 Ciepłota właściwości użytkowe budynków – Przenoszenie ciepła przez grunt –
- PN-EN ISO 13790:2008 Energetyczne właściwości użytkowe budynków – Obliczanie zużycia energii do ogrzewania i chłodzenia.
- PN-ISO 9972:1999 Izolacja cieplna. Określanie szczelności budynku. Pomiar ciśnieniowy przy użyciu wentylatora.
- PN-EN 13465:2006 Wentylacja budynków – Metody obliczeniowe do wyznaczania wartości strumienia objętości powietrza w mieszkaniach.
- PN-B-02025: 2001 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego.
- PN-83/B-03430/Az3:2000 Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej – Wymagania.
- PN-EN ISO 14683:2008 Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
- PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania.