

Charakterystyka energetyczna budynku – krok po kroku

Jerzy Żurawski

Obliczenia charakterystyki energetycznej odbywać się będą zazwyczaj przy wykorzystaniu programów komputerowych. Jednak ze względu na dużą ilość danych konieczne jest ich wcześniejsze przygotowanie. Jakie dane należy przygotować i do czego będą one służyć?

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.

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 precyzyjnie lokalizujące.

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).

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 niebosłonu, suma całkowitego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma bezpośredniego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, suma rozproszonego natężenia promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą (kierunek N, pochylenie 0°). Należy sprawdzić w jakiej strefie klimatycznej i stacji meteorologicznej będzie lub jest zlokalizowany budynek.

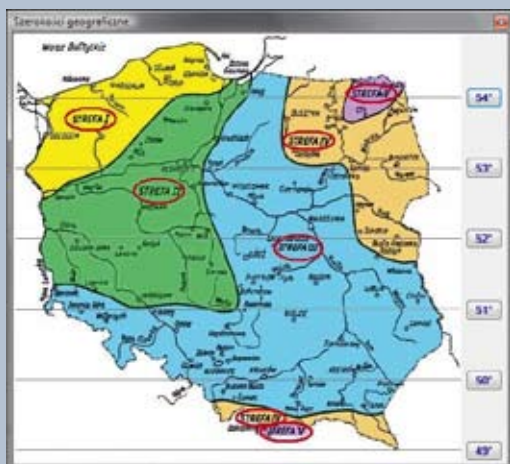
W Polsce występuje pięć stref klimatycznych, którym odpowiadają zewnętrzne temperatury obliczeniowe (patrz: tabela 1 i ekran 1), np. Wrocław leży w II strefie klimatycznej – temperatura obliczeniowa wynosi -18°C

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

FORMULARZ 1 DANE PODSTAWOWE DO CHARAKTERYSTYKI

Adres budynku	miasto, kod	
	ulica, nr	
Nazwa inwestycji		
Typ konstrukcji		
Liczba kondygnacji		
Zdjęcie lub wizualizacja budynku		
Rok zakończenia budowy	Rok budowy/rok modernizacji instalacji c.o.	
Przeznaczenie	Rok budowy/rok modernizacji instalacji c.w.u.	

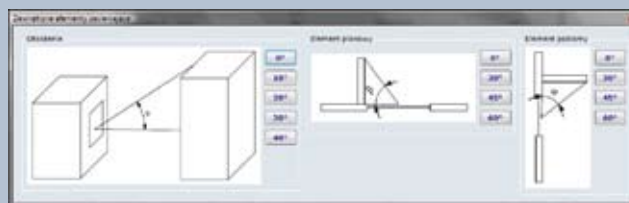
Formularze 1-8 są propozycją szablonów do zestawiania danych potrzebnych do sporządzenia projektowanej charakterystyki energetycznej lub świadectwa energetycznego. Jasnoniebieskie pola – wypełnia osoba sporządzająca dokumenty (np. za pomocą programu komputerowego)



EKRAN 1. Mapa stref klimatycznych i szerokości geograficznych



EKRAN 2. Współczynniki zacielenia wg rozporządzenia [1]



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

TABELA 1 STREFY KLIMATYCZNE I TEMPERATURA OBLICZENIOWE

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

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

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

gdzie:

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

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

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

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

Szerokość geograficzna. Określenie szerokości geograficznej jest konieczne do precyzyjnego określenia wpływu zacielenia 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 najbliższą 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.

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 stanowił założenia projektu.

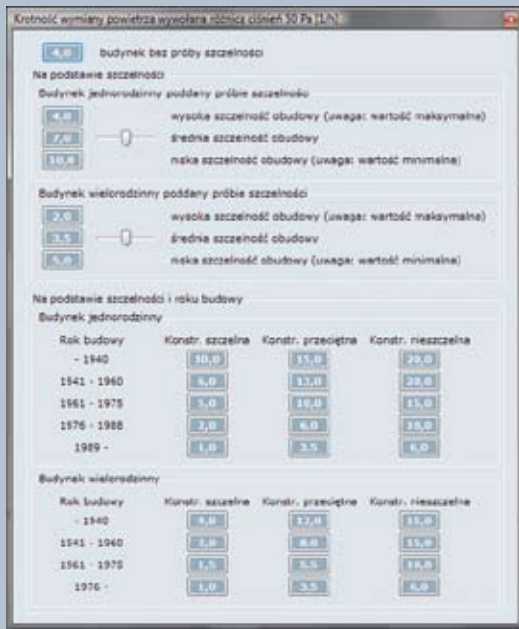
Dla budynków istniejących konieczne jest określenie poziomu szczelności. W tym celu można wykonać pomiar szczelności przy zadanym ciśnieniu 50 Pa. Zasady określenia wartości n_{50} zostały zawarte w normie PN-ISO 9972. Niestety w większości przypadków polskiego budownictwa nie jest znana krotność wymiany 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).

Geometria

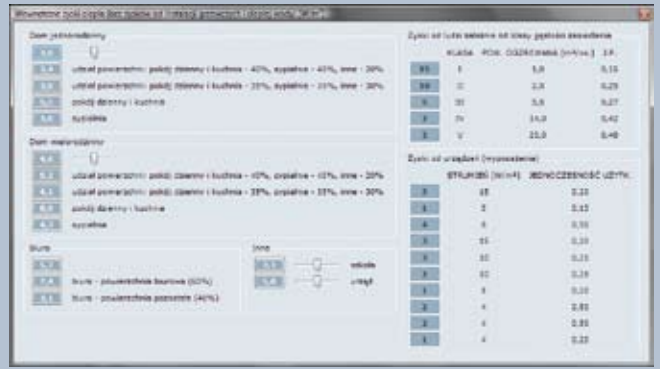
Przed rozpoczęciem obliczeń należy wprowadzić geometrię podłogi na gruncie. Wartości te są wykorzystywane do obliczenia strat do gruntu w pomieszczeniach, w których nie ma ścian zewnętrznych. Należy podać powierzchnię rzutu parteru, a dokładnie: powierzchnię podłogi na gruncie oraz obwód całkowity ścian 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 niemiesz- »



EKRAN 4. Zestawienie szacunkowych wartości n_{50} w zależności od szczelności budynku oraz typu budynku i roku wzniesienia



EKRAN 5. Zyski ciepła wg rozporządzenia [1]



EKRAN 6. Zyski ciepła wg PN-B 02025

» kalnych. 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 podcieńnięcia, balkony, loggie, galerie – liczoną po obrysie zewnętrznym. Dla uproszczenia wartość V_e dla budynku jest sumą V_{ei} poszczególnych lokali: $V_e = \sum (V_{ei})$. 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 obowiązować 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.

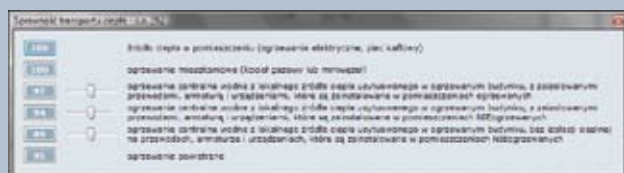
Ze względu na tak wiele czynników decydujących o podziale na strefy – programy obliczeniowe powinny posiadać mechanizmy automatycznego podziału na strefy.

TABELA 3 WSPÓŁCZYNNIKI DO OBLICZENIA ENERGII PIERWOTNEJ

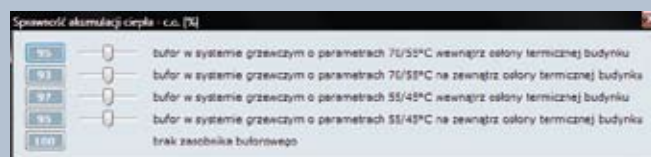
$Q_{P,H}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system grzewczy i wentylacyjny do ogrzewania i wentylacji	kWh/a
$Q_{P,W}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system do podgrzania ciepłej wody	kWh/a
$Q_{P,C}$	roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej przez system do chłodzenia	kWh/a
$Q_{K,H}$	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
$Q_{K,C}$	roczne zapotrzebowanie energii końcowej przez system do chłodzenia	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)	–



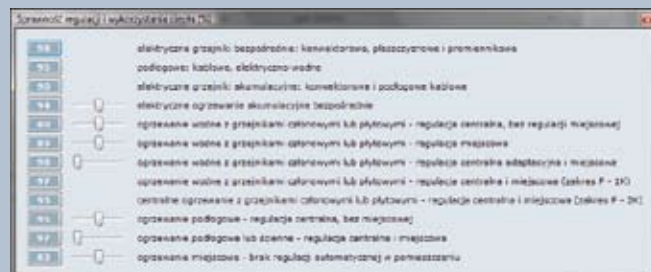
EKRAN 7. Średnioroczna sprawność wytwarzania, zgodnie z rozporządzeniem [1]



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



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



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

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 nowoprowadzany lokal miał automatycznie przyjmowane wartości z danych budynku, które następnie będzie można skorygować (patrz: ekrany 5 i 6).

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

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.

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:

$$Q_{P,H} = W_H \cdot Q_{K,H} + W_{el} \cdot E_{el,pom,H} \text{ [kWh/a]},$$

$$Q_{P,W} = W_W \cdot Q_{K,W} + W_{el} \cdot E_{el,pom,W} \text{ [kWh/a]},$$

$$Q_{P,C} = W_C \cdot Q_{K,C} + W_{el} \cdot E_{el,pom,C} \text{ [kWh/a]}.$$

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:

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

gdzie:

$\eta_{H,g}$ – 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).

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%. »

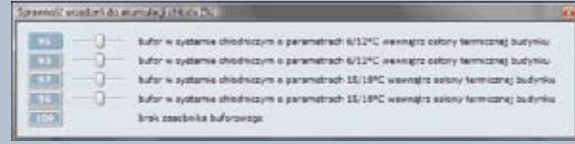
TABELA 4 WSPÓŁCZYNNIKI NAKŁADU NIEODNAWIALNEJ ENERGII PIERWOTNEJ ZGODNIE Z ROZPORZĄDZENIEM [1], ZAŁ. 5

Źródło ciepła	w_i w (W_H, W_W, W_{el}, W_C)
kociot na węgiel, kamienny, brunatny, koks, itp.	1,1
kociot na gaz, olej opałowy, gaz płynny	1,1
kociot na biomase: drewno, słomę, pelet	0,2
energia elektryczna	3,0
CHP* – kogeneracja z węgla, gazu, oleju	0,8
CHP* – kogeneracja z biomasy	0,15
ciepłownia węglowa	1,3
ciepłownia gazowa, olejowa	1,2
kolektory słoneczne	0,0
kolektory PV (fotowoltaiczne)	0,7

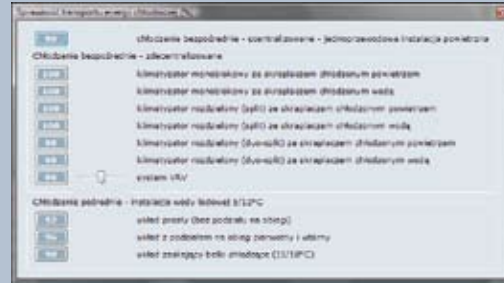
*CHP – produkcja energii cieplnej i elektrycznej realizowana z jednego urządzenia



EKRAN 11. Współczynnik ESEER



EKRAN 12. Średnia sezonowa sprawność akumulacji chłodu – $\eta_{C,s}$



EKRAN 13. Średnia sezonowa sprawność transportu nośnika chłodu – $\eta_{C,d}$



EKRAN 14. Średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania chłodu – $\eta_{C,e}$

FORMULARZ 2 OGRZEWANIE – DANE WYMAGANE DO CHARAKTERYSTYKI

Rodzaj paliwa*	1	2
Współczynnik nieodnawialnej energii pierwotnej		
Udział procentowy paliwa		
Typ kotła		
Sprawność źródła ciepła		
Sprawność wytwarzania – $\eta_{H,g}$		
Sprawność przesyłania – $\eta_{H,d}$		
Sprawność akumulacji – $\eta_{H,s}$		
Sprawność wykorzystania i regulacji – $\eta_{H,e}$		
Rok budowy**		
Stan techniczny źródła ciepła		
Informacje o serwisowaniu kotła		

* można wprowadzić dowolną liczbę źródeł ciepła

** kolor szary dotyczy budynków istniejących dla których sporządzane jest świadectwo energetyczne

FORMULARZ 3 CHŁODZENIE – DANE WYMAGANE DO CHARAKTERYSTYKI

Pomieszczenie	1	2
Temperatura chłodzenia		
System		
ESEER		
Sprawność akumulacji		
Sprawność transportu		
Sprawność regulacji i wykorzystania		

» 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).

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

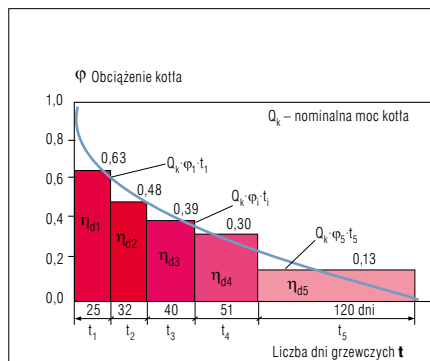
- sprawność przesyłania (transportu) ciepła $\eta_{H,d} = 97\%-98\%$,
- sprawność akumulacji ciepła (magazynowania) grzewczego $\eta_{H,s} = 100\%$,
- sprawność wykorzystania i regulacji ciepła przyjmowana $\eta_{H,e} = 98\%$.

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:

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

gdzie:

- 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.

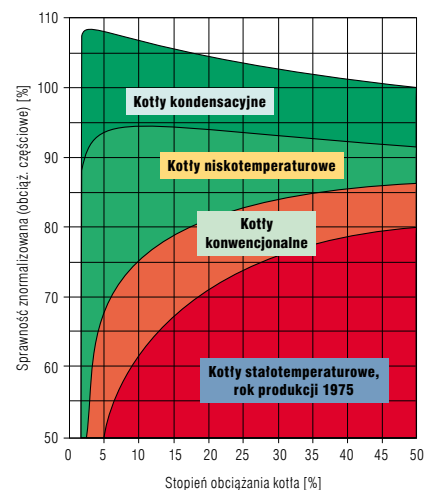


$$Q_k \cdot \varphi_1 \cdot t_1 = Q_k \cdot \varphi_2 \cdot t_2 = Q_k \cdot \varphi_5 \cdot t_5 = \text{const}$$

Sprawność roczna znormalizowana

$$\eta_{dr} = \frac{5}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{\eta_{di}}} \cdot 100\%$$

RYS. 1. Obciążenie kotła w przykładowym sezonie grzewczym

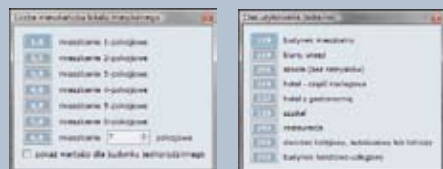


RYS. 2. Znormalizowana sprawność różnych kotłów w zależności od obciążenia

Na podstawie materiałów firmy Viessmann



EKRAN 15. Zużycie ciepłej wody użytkowej



EKRAN 16. Czas użytkowania budynku

EKRAN 17. Liczba mieszkańców lokalu mieszkalnego



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



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



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

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

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).

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

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).

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

$\Delta EP = EP_W = 7800 / (300 + 0,1 \cdot A_f)$. Jeżeli przyjmujemy, że A_f jest sumą wszystkich mieszkań – wartość ΔEP 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 ΔEP 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).

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 – $k_t = 1,28$.

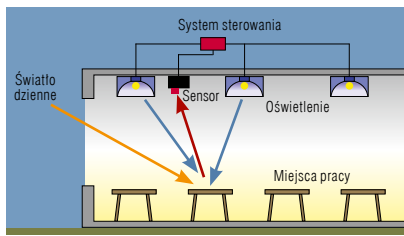
Dane dla obliczeń c.w.u. podaje formularz 4.

Urządzenia pomocnicze

Obliczenie projektowanej charakterystyki a także świadectwa energetycznego, wymaga określenia ilości energii końcowej i energii pierwotnej »

FORMULARZ 4 CIEPŁA WODA UŻYTKOWA – DANE WYMAGANE DO CHARAKTERYSTYKI

Rodzaj paliwa	1	2
Współczynnik nieodnawialnej energii pierwotnej		
Udział procentowy paliwa		
Typ kotła		
Sprawność źródła ciepła		
Sprawność wytwarzania – $\eta_{W,g}$		
Sprawność przesyłania – $\eta_{W,d}$		
Sprawność akumulacji – $\eta_{W,s}$		
* Rok budowy kotłowni na c.w.u.		
Stan techniczny źródła ciepła		
Informacje o serwisowaniu kotła		
Stan izolacji c.w.u.		
Opis sposobu produkcji i wykorzystania c.w.u.		
* można wprowadzić dowolną liczbę źródeł ciepła		
** kolor szary dotyczy budynków istniejących dla których sporządzane jest świadectwo energetyczne		



RYS. 3. Regulacja strumienia świetlnego z wykorzystaniem światła dziennego

nej używanych przez urządzenia pomocnicze. Do urządzeń pomocniczych zaliczamy: pompy na c.o. i ciepłą wodę, silowniki, urządzenia sterujące, zawory, wentylatory, itp.

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).

Oświetlenie

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

- moc w W/m² 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).

Na podstawie materiałów firmy Philips

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).

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 uwzględniając **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).

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 po-

mieszczeniach 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,

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 na chłodzenie	Czas działania urządzenia
1						
2						

FORMULARZ 6 PRZYGOTOWANIE DANYCH O OŚWIETLENIU

Lokal	Pomieszczenie	Typ oświetlenia	Moc oprawy	Sztuk	Czas użytkowania		Wyposażenie w automatykę		
					dzień	noc	czujnik natężenia	czujnik ruchu	czujnik światła dziennego
1									
2									



EKRAN 21. Sprawność akumulacji ciepła dla c.w.u wg [1]



EKRAN 22. Moc jednostkowa oświetlenia według WT



EKRAN 23. Czas użytkowania oświetlenia w dzień



EKRAN 24. Czas użytkowania oświetlenia w nocy



EKRAN 25. Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia



EKRAN 26. Współczynnik nieobecności użytkowników



EKRAN 27. Współczynnik wykorzystanie światła dziennego

- 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).

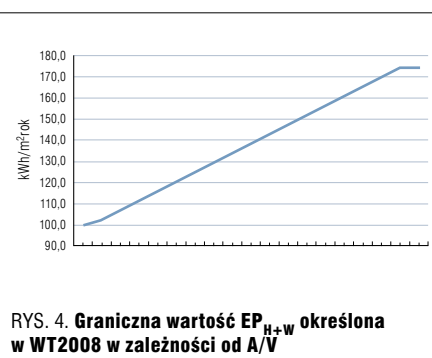
Temperaturę chłodzenia należy przyjąć zgodnie z projektem lub zgodnie z określonymi wymogami. Najczęściej przyjmuje się 23-24°C.

Wentylacja

Wentylacja w budynku, lokalu lub pomieszczeniu może być realizowana jako naturalna lub mechaniczna: nawiewna, wywiewna, nawiewno-wywiewna, nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła oraz z przerwami w działaniu.

Określenie wymaganej wymiany powietrza w pomieszczeniach oparte jest na normie PN-83/B-03430/Az3:2000, w której rozróżnia się pomieszczenia w budownictwie mieszkaniowym oraz pozostałe.

W budownictwie mieszkaniowym wentylacja naturalna realizowana jest z pomieszczeń czystych do brudnych, przy czym do wymaganej wymiany należy przyjąć wartość większą z dwóch: $\max(V_{czyste}; V_{brudne})$. Wymagana minimalna wymiana powietrza w pomieszczeniach czystych wynosi 1 wym/h. Wymagana wymiana w pomieszczeniach brudnych: kuchnia gazowa 70 m³/h, kuchnia elektryczna 50 m³/h, łazienka 50 m³/h, WC 30 m³/h. W rozporządzeniu [1] dla „kawalerek” do obliczeń należy przyjmować wartość łącznej wymiany 80 m³/h.



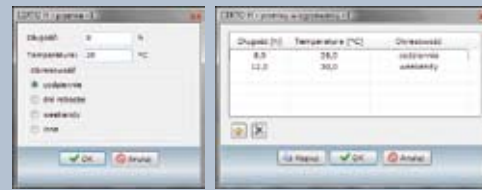
RYS. 4. Graniczna wartość EP_{H+W} określona w WT2008 w zależności od A/V

Dla pomieszczeń użyteczności publicznej wymagana minimalna wymiana powietrza wynika z liczby przebywających w nich użytkowników. Dla 1 osoby dorosłej wymagana jest wymiana 20 m³/h, a w pomieszczeniach gdzie wolno palić 30 m³/h. Dla dziecka 15 m³/h. W pomieszczeniu klimatyzowanym oraz wentylowanym o nietwieralnych oknach dla każdej osoby 30 m³/h, a w przypadku palenia 50 m³/h. W budynkach innego typu wymagana wymiana powietrza (oraz zmienność wymiany powietrza w poszczególnych pomieszczeniach) powinna wynikać z innych przepisów i powinna być uzgodniona z odpowiednim rzeczoznawcą. Wartości te powinny być określone w projekcie i przeniesione do obliczanej charakterystyki energetycznej budynku oraz do świadectwa charakterystyki energetycznej budynku (formularz 7).

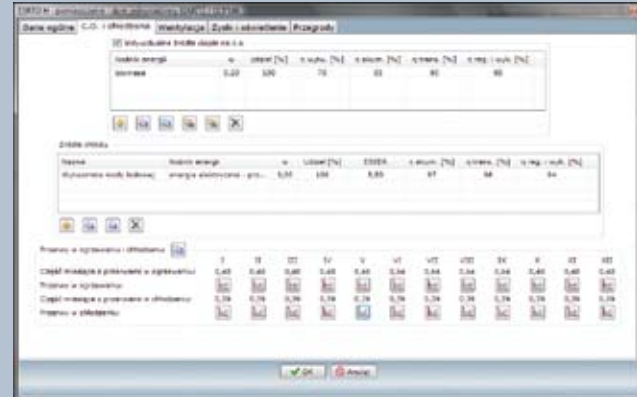
Przygotowując dane do wykonania projektowej charakterystyki energetycznej dla budynku chłodzonego należy dokładnie przeanalizować możliwość wprowadzenia przerw dla chłodzenia oraz dla ogrzewania. Brak przerw w przygotowaniu chłodu może spowodować, że spełnienie wymagań na EP będzie niemożliwe. Dlatego należy określić przerwy tygodniowe, weekendowe



EKRAN 28. Temperatury wewnętrzne w pomieszczeniach wg PN-EN 12831



EKRAN 29 i 30. Definiowanie przerw w pracy chłodzenia i ogrzewania



EKRAN 31. Definiowanie przerw w pracy chłodzenia i ogrzewania

» we 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: ekrany 29, 30, 31 i formularz 8.

Na poziomie lokalu można modyfikować yski ciepła analizując zyski: od ludzi, oświetlenia, od urządzeń elektrycznych, od technologii, od cieczy (np. basenów pływakich), itp. (ekran 32).

Powierzchnie przegród zewnętrznych

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

$$H_{tr} = \sum_i [b_{tri} \cdot (A_i \cdot U_i + \sum_j L_j \cdot \Psi_j)]$$

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 [m²]),

U_i – współczynnik przenikania ciepła i-tej przegrody pomiędzy przestrzenią ogrzewaną i stroną zewnętrzną [W/(m²·K)],

Ψ_j – współczynnik przenikania ciepła w miejscu występowania j-tego liniowego mostka termicznego [W/(m·K)],

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

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

Obliczenia powierzchni przegród można wymiarować po wymiarach zewnętrznych. Na rys. 5

przedstawiono sposób wymiarowania przegród do obliczenia współczynnika strat ciepła.

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 $\lambda = 58$ W/m·K), liczba łączników na 1 m² powierzchni przegrody (najczęściej 4 szt./m²) oraz powierzchnia łącznika stalowego.

Mostki liniowe. Określenie wpływu mostków cieplnych na współczynnik strat ciepła H_{tr} wymaga określenia liniowego współczynnika przenika-

nia 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: połaci 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).

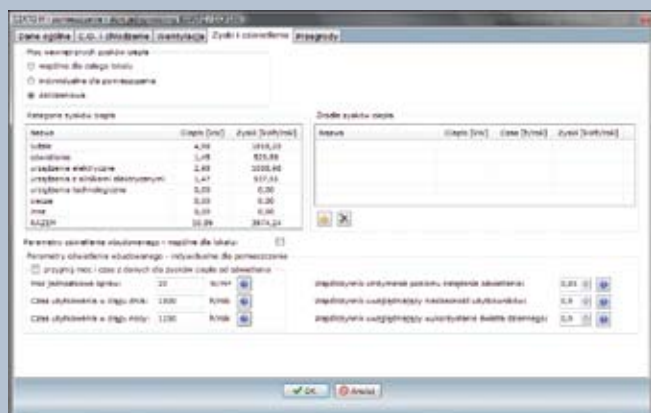
Wprowadzanie warstw przegrody do programu obliczeniowego zaczynamy od warstwy materiałowej z płyt gipsowo-kartonowych

FORMULARZ 7 PRZYGOTOWANIE DANYCH O WENTYLACJI

Lokal	Pomieszczenie	Typ wentylacji	Wymagana wymiana		Skuteczność reku-peratora [%]	Skuteczność wymiennika gruntowego [%]	Czas wyłączenia wentylacji mech. [h]	Strumień wentylacji przy wyłączonych wentylatorach [m ³ /h]
			nawiew [m ³ /h]	wywiew [m ³ /h]				
1								
2								

FORMULARZ 8 DANE DO PRZERW W OKRESIE GRZEWCZYM I KLIMATYZACYJNYM

Miesiąc	Przerwa w grzaniu/ chłodzeniu	Długość przerwy [h]	Temp. w przerwie [°C]	Okresowość		
				codziennie	dni robocze	weekend
1						
2						



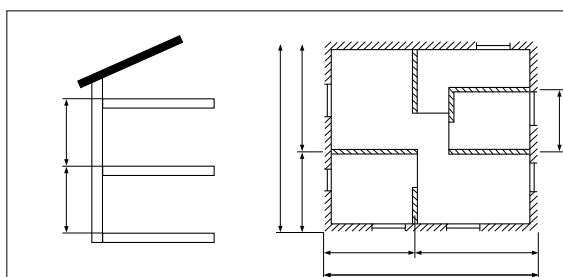
EKRAN 32. Zyski ciepła na poziomie lokalu



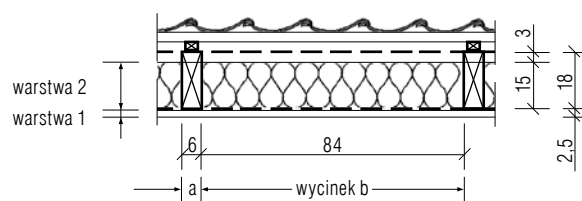
EKRAN 33. Definiowanie warstwy niejednorodnej



EKRAN 34. Obliczony współczynnik U dla przegrody niejednorodnej



RYŚ. 5. Przykłady wymiarów zewnętrznych w uproszczonej metodzie obliczeniowej



RYŚ. 6. Schemat przegrody niejednorodnej

(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 (patrz: ekran 33).

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.

W ostatnim kroku dodajemy dobrze wentylowaną warstwę powietrza o grubości 0,03 m. Należy zwrócić uwagę na fakt, że w przypadku izolacji międzykrokwowej, 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, pustka 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.

W efekcie wykonania obliczeń dla wprowadzonych danych, otrzymujemy wyniki jak na ekranie 34.

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 do-

bową 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).

Przepisy prawne

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 sporządzenia 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.).

Jerzy Żurawski
jurek@cieplej.pl

Dołnośląska Agencja
Energii i Środowiska