

Robert Geryto

Poradnik

NOWOCZESNY STANDARD ENERGETYCZNY BUDYNKÓW



PO©*en*
Spółka z o.o.

Wydanie 1.
Warszawa 2015



Wszystko, co doskonałe, dojrzeje powoli.

Arthur Schopenhauer

Robert Geryło

NOWOCZESNY STANDARD ENERGETYCZNY BUDYNKÓW

- warunki uzyskania nowoczesnego standardu energetycznego budynków
- wskaźnik EP
- ocena opłacalności
- wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych (OZE)

Stan prawny na dzień 1 lipca 2015

PO|[©]en
Spółka z o.o.

**Wydanie 1.
Warszawa 2015**

© **Copyright by**
Oficyna Wydawnicza POLCEN Sp. z o.o. i Robert Geryło
Warszawa 2015

Autor
dr inż. Robert Geryło

Recenzent naukowy
prof. dr hab. inż. Leszek Laskowski

Redaktor naczelny
Ryszard Sobolewski
prezes@polcen.com.pl

Redaktor prowadzący
Jacek Sobolewski

Redaktor językowy
Zofia Smuga
redakcja@polcen.com.pl

Sekretarz redakcji
Aneta Radziszewska
wydawnictwo@polcen.com.pl

Projektant okładki
ARTKOM Tomasz Drażek

Skład i łamanie
ARTKOM Tomasz Drażek

Wydanie 1.

Wszelkie prawa zastrzeżone

Stan prawny na dzień 1 lipca 2015 roku

ISBN 978-83-64795-12-1

Wydawca
POLCEN Sp. z o.o.
ul. Polna 40, lok. 206
00-635 Warszawa
tel. 22 622 29 62, fax 22 122 15 32
www.polcen.com.pl
(księgarnia internetowa)

SPIS TREŚCI

Od wydawcy	7
Od autora	9
1. Co określa wskaźnik zapotrzebowania budynku na energię?	13
1.1. Wymagania	15
1.2. Uwarunkowania projektowania dotyczące wskaźnika <i>EP</i>	25
1.3. Ogólne warunki uzyskania nowoczesnego standardu energetycznego budynków	29
1.4. Standard budynków dofinansowywanych przez NFOŚiGW	32
2. Podstawy normatywne i prawne	41
3. Ocena opłacalności zastosowania energoefektywnych rozwiązań technicznych	55
3.1. Zasady oceny opłacalności	55
3.2. Przykłady obliczeń	63
3.2.1. Zestaw rozwiązań technicznych umożliwiający uzyskanie mniejszego wskaźnika rocznego zapotrzebowania budynku na energię do ogrzewania pomieszczeń	63
3.2.2. Rozwiązanie techniczne umożliwiające uzyskanie większej całkowitej sprawności systemu	65
3.2.3. Rozwiązanie techniczne przegrody zewnętrznej o mniejszym współczynniku przenikania ciepła	66
4. Jak zapewnić nowoczesny standard energetyczny budynku?	67
4.1. Projekt architektoniczno-budowlany	67
4.2. Słoneczne zyski ciepła i ochrona przed przegrzewaniem	77
4.3. Pojemność ciepła	86
4.4. Jak spełnić wymagania izolacyjności cieplnej w odniesieniu do części obudowy	96
4.4.1. Materiały i wyroby do izolacji cieplnej	97
4.4.2. Ściany zewnętrzne	106
4.4.3. Dachy i stropodachy	113
4.4.4. Podłogi i ściany kontaktujące się z gruntem	126

4.4.5. Okna, drzwi i inne przegrody przezroczyste.	130
4.4.6. Wbudowanie okien i drzwi.	148
4.4.7. Połączenia konstrukcyjne w obudowie.	153
5. Wentylacja w budynku energooszczędnym	168
6. Rodzaje odnawialnych źródeł energii w budynkach	179
7. Podsumowanie – podstawowe konfiguracje rozwiązań technicznych w budynkach	184
8. Słowniczek	186
Bibliografia	190
Wykaz norm	193
Wykaz aktów prawnych	203
Załączniki	205
Załącznik A	205
Załącznik B	217
Aneksy	221
Aneks nr 1: Ustawa – prawo budowlane (wyciąg) [ZAP 1]	221
Aneks nr 2: Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (wyciąg) [ZAP 2]	224
Aneks nr 3: Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (wyciąg) [ZAP 8]	240
Indeks	243
Oficyna Wydawnicza POLCEN poleca	247

Od wydawcy

Efektywność energetyczna to podstawa!

Oficyna Wydawnicza POLCEN oddaje do Państwa rąk nową książkę pt. **Nowoczesny standard energetyczny budynków** autorstwa dr. inż. Roberta Geryło - specjalisty w zakresie fizyki cieplnej budynków i doświadczonego praktyka w dziedzinie kształtowania krajowej polityki energetycznej w budownictwie, pracownika naukowego w Instytucie Techniki Budowlanej. Recenzentem naukowym niniejszego opracowania jest wybitny znawca tej tematyki - prof. dr hab. inż. Leszek Laskowski. Książka stanowi rozwinięcie dodatku specjalistycznego pt. *Efektywność energetyczna w budownictwie* zamieszczonego w książce Władysława i Rafała Korzeniewskich pt. *Nowe warunki techniczne dla budynków i ich usytuowania*. Dodatek ten został poszerzony o cenne komentarze prawnicze Rafała Wąchockiego i wydany jako odrębna publikacja pt. *Efektywność energetyczna budynków w serii przepisów „Z PRAWEM CO DNIA”* - numer 7. Znajdują się tam obowiązujące przepisy prawne będące niezbędnym uzupełnieniem niniejszej książki.

Publikacje te są skierowane do inwestorów, projektantów - architektów, inżynierów, techników budowlanych, pracowników administracji architektoniczno-budowlanej, instalatorów, energetyków, inspektorów nadzoru, studentów oraz wszystkich osób zainteresowanych tematyką efektywności energetycznej. Poradnik zalecany jest również kierownikom budowy, robót budowlanych, a zwłaszcza audytorom energetycznym.

Według Autora nowoczesny standard energetyczny budynków ma na celu:

- określenie optymalnego poziomu opłacalności zastosowania innowacyjności energetycznej;
- uzyskanie wysokiej izolacyjności cieplnej i szczelności obudowy;

Od wydawcy

- maksymalne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii;
- zapewnienie komfortu cieplnego zamieszkania dzięki spełnieniu wymagań higieniczno-sanitarnych zgodnie z obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi.

Wyżej wymienione cele omówione w książce są zgodne *Uchwałą nr 91 Rady Ministrów z dnia 22 czerwca 2015 r. w sprawie przyjęcia „Krajowego planu mającego na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii”* (M.P. 2015 poz. 614). Plan ten ma zapobiegać degradacji środowiska i chronić zasoby naturalne naszego kraju. Krajowy plan działania jest jednym z podstawowych nakazów i wyzwań współczesnej Europy (UE) wiążących się z odpowiedzialnym kształtowaniem polityki klimatyczno-energetycznej. Zadaniem tego planu jest m.in. promowanie **budynków o niskim zużyciu energii*** w zakresie projektowania, budowy i przebudowy budynków w sposób zapewniający ich energooszczędność oraz zwiększający maksymalne pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych do nowych i istniejących budynków.

W poradniku znajdują się odpowiedzi na następujące pytania:

- jakie są warunki uzyskania nowoczesnego standardu energetycznego budynków?
- jak ocenić opłacalność inwestycji w przypadku zastosowania energoefektywnych rozwiązań technicznych?
- jakie wymagania musi spełniać budynek efektywny energetycznie?
- co określa wskaźnik zapotrzebowania budynku na energię?
- jak zapewnić nowoczesny standard energetyczny budynku?
- jak zapewnić wysoką izolacyjność cieplną przegród?
- jakie stosuje się materiały i wyroby do izolacji cieplnej?
- jakie wyroby i rozwiązania techniczne stosuje się w połączeniach konstrukcyjnych w budynku?
- jakie są nowoczesne przegrody przezroczyste i rozwiązania letniej ochrony przeciwsłonecznej?
- jak zapewnić energooszczędną i dobrą wentylację budynku?
- jak zmienia się efektywność energetyczna budynku w przypadku zastosowania energii ze źródeł odnawialnych?
- jakie są podstawy prawne i normatywne sporządzania certyfikatów energetycznych budownictwa niskoenergetycznego?

Więcej informacji znajdą Państwo na naszej stronie internetowej www.polcen.com.pl oraz w serii przepisów „Z PRAWEM CO DNIA”.


Ryszard Sobolewski

* Przez **budynek o niskim zużyciu energii** należy rozumieć budynek spełniający wymogi związane z oszczędnością ciepłą zawarte w obowiązujących przepisach techniczno-budowlanych.

Od autora

Współczesne wymagania dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej, stawiane dziś nowym i przebudowywanym budynkom, są znacznie ostrzejsze niż w przeszłości. Ponadto od 2021 r. wszystkie nowe budynki będą musiały być dostosowane do kryteriów niemal zerowego zużycia energii, przyjętych w poszczególnych krajach UE. Obecnie większość istniejących zasobów budowlanych ma charakter substandardowy pod względem energetycznym. Z tego powodu przeprowadza się w nich modernizacje polegające na dociepleniu przegród, wymianie okien oraz instalacji grzewczych. Pozwala to na uzyskanie różnych efektów ekonomicznych, których wielkość zależy głównie od kolejności i zakresu przeprowadzanych działań. W budynkach, gdzie nie przeprowadzono żadnej modernizacji, często dochodzi do znacznego pogorszenia warunków ich użytkowania. Dzieje się tak z powodu konieczności ograniczenia wykorzystania energii, która to konieczność jest podyktowana względami ekonomicznymi.

Do 2030 r. światowe zapotrzebowanie na energię pierwotną prawdopodobnie wzrośnie o ponad 50% [25]. Zwiększanie podaży energii będzie wymagało ogromnych inwestycji w infrastrukturę dostaw. Ponieważ nie ma wystarczających gwarancji, że inwestycje te zostaną w pełni zrealizowane, zwiększy się także ryzyko zakłóceń dostaw paliw i energii m.in. wskutek wzrostu cen ponad dotychczasowy poziom trendu zmian (rysunki 1 i 2).



Indywidualni inwestorzy uświadomili sobie, że zapotrzebowanie budynku na energię ma decydujące znaczenie dla przyszłej wartości nieruchomości oraz dla utrzymania odpowiednich warunków jej użytkowania. Od co najmniej dekady inwestorzy decydują się więc na budowanie obiektów o zdecydowanie lepszej charakterystyce niż ta aktualnie wymagana w przepisach oraz na stosowanie najlepszych dostępnych technologii i wyrobów budowlanych, o czym świadczy np. rozwój tzw. budownictwa pasywnego energetycznie.

Ocena opłacalności zastosowania różnych rozwiązań technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem nieodnawialnych źródeł energii, staje się często podstawą określenia założeń projektowych. Dzieje się tak z uwagi na przyszłe oszczędności w co najmniej trzydziestoletnim okresie. Nowoczesny standard energetyczny budynków obejmuje:

- określenie optymalnego poziomu opłacalności zastosowania dostępnych technologii i rozwiązań technicznych, z uwzględnieniem kilkudziesięcioletniej perspektywy;
- uzyskanie wysokiej izolacyjności cieplnej i szczelności obudowy w celu: zmniejszenia strat energii; ułatwienia uzyskania komfortu cieplnego w pomieszczeniach; ograniczenia mocy źródeł energii potrzebnej w budynku; zwiększenia swobody kształtowania budynku, np. do realizacji zamierzeń architektonicznych; dostosowania do lokalnych warunków zabudowy;
- wykorzystanie energii odnawialnej, głównie słonecznej, do ogrzewania pomieszczeń i przygotowania ciepłej wody użytkowej przy optymalnym wykorzystaniu naturalnego oświetlenia pomieszczeń i zapewnieniu ochrony przed przegrzewaniem budynku w okresie letnim;
- zapewnienie oszczędnej energetycznie wentylacji pomieszczeń umożliwiającej spełnienie wymagań higieniczno-sanitarnych.

Nowoczesny standard energetyczny budynków odpowiada wymaganiom ustanowionym w obecnych przepisach technicznych. Wymagania te dotyczą dopuszczalnego zapotrzebowania budynków na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, chłodzenia i oświetlenia pomieszczeń oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Nowoczesny standard energetyczny budynków opiera się na koncepcji *Trias Energetica*, która składa się z trzech kolejno realizowanych działań:

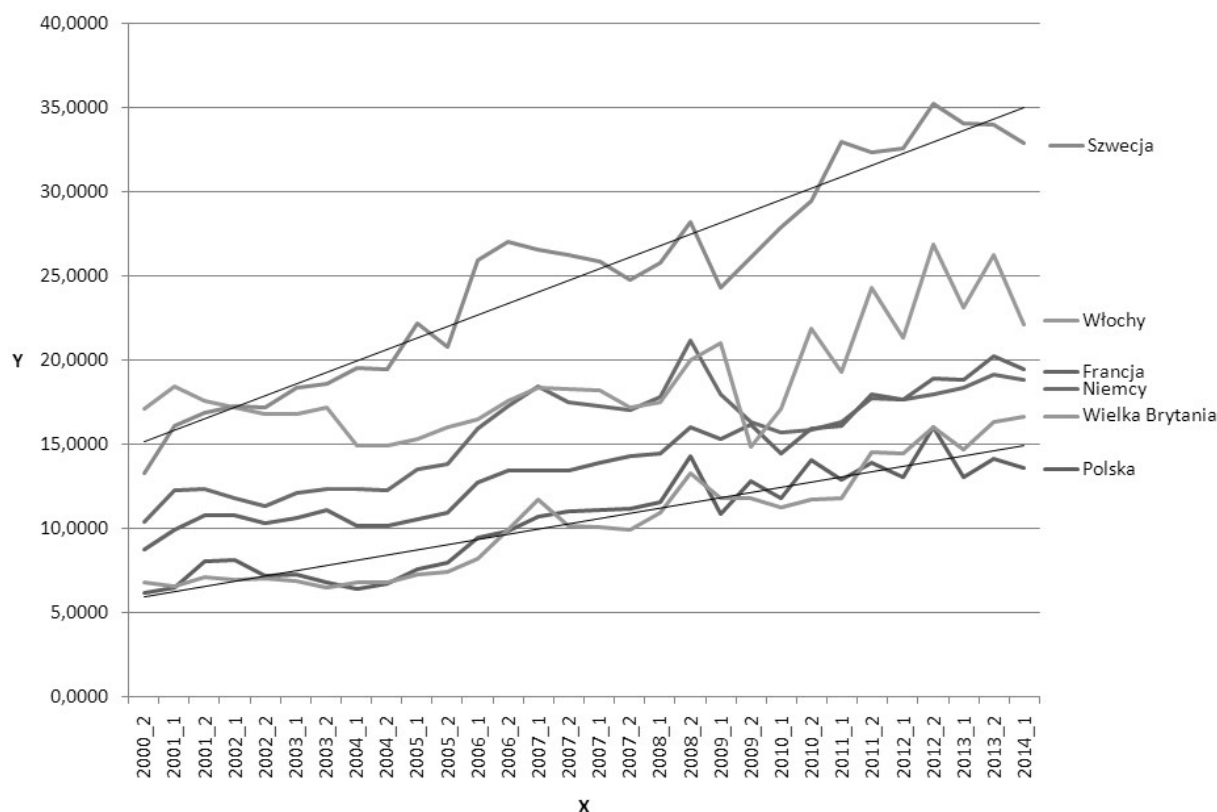
1. Ograniczenie zapotrzebowania na energię (zmniejszenie strat i maksymalne wykorzystanie zysków ciepła).

2. Efektywne wykorzystanie lokalnych odnawialnych źródeł energii.

3. Efektywne wykorzystanie nieodnawialnych źródeł energii, ale tylko jako uzupełnienie odnawialnych źródeł lub w razie ich niedostępności.

Celem niniejszej książki jest szczegółowe przedstawienie pierwszego działania. Jest ono podstawowym warunkiem uzyskania nowoczesnego standardu energetycznego budynków i w budownictwie efektywnym energetycznie każdorazowo poprzedza działania 2 i 3.

Rysunek 1. Zmiany cen gazu dla indywidualnych odbiorców w wybranych krajach UE od 2000 do 2014 r.

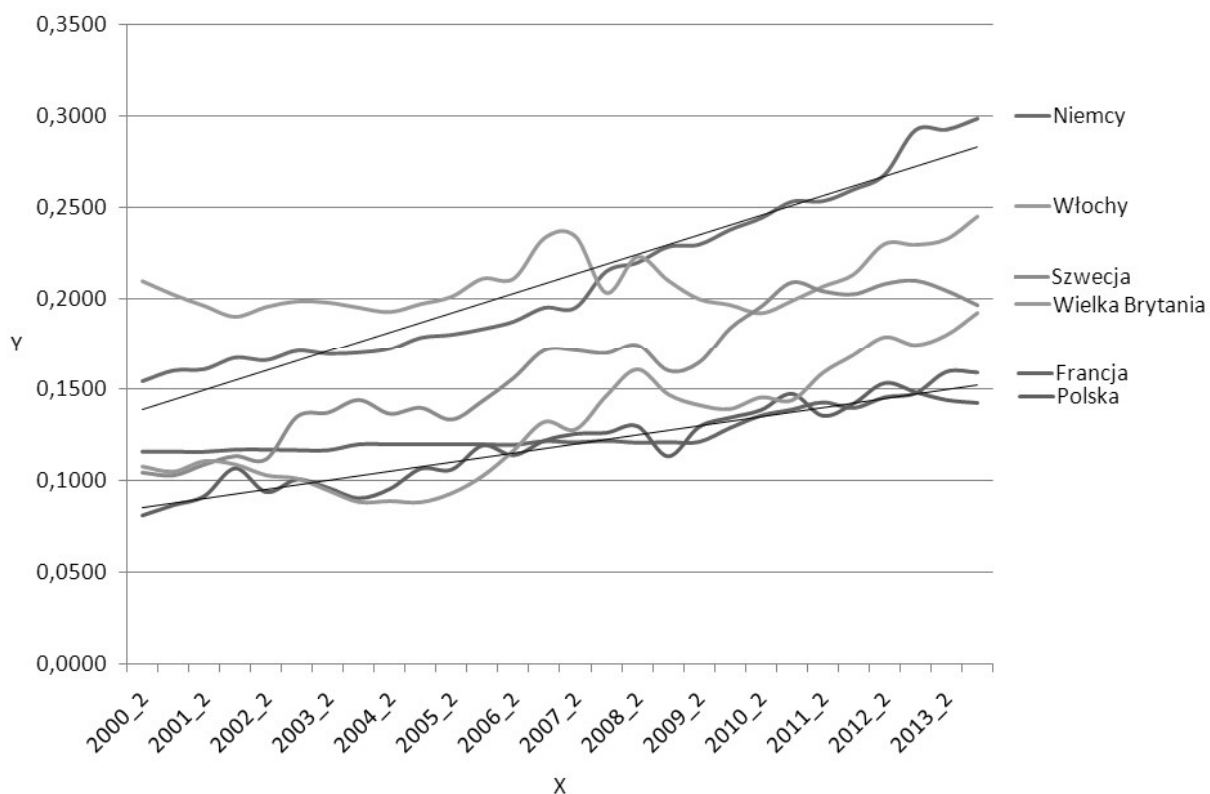


Uwaga: na osi X – kolejne półrocza; na osi Y – cena brutto w euro za GJ uzyskany z gazu naturalnego (dla odbiorców indywidualnych w wybranych krajach UE).

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [26].

Od autora

Rysunek 2. Zmiany cen energii elektrycznej dla indywidualnych odbiorców w wybranych krajach UE od 2000 do 2014 r.



Uwaga: na osi X – kolejne półrocza; na osi Y – cena brutto w euro za kWh.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [26].

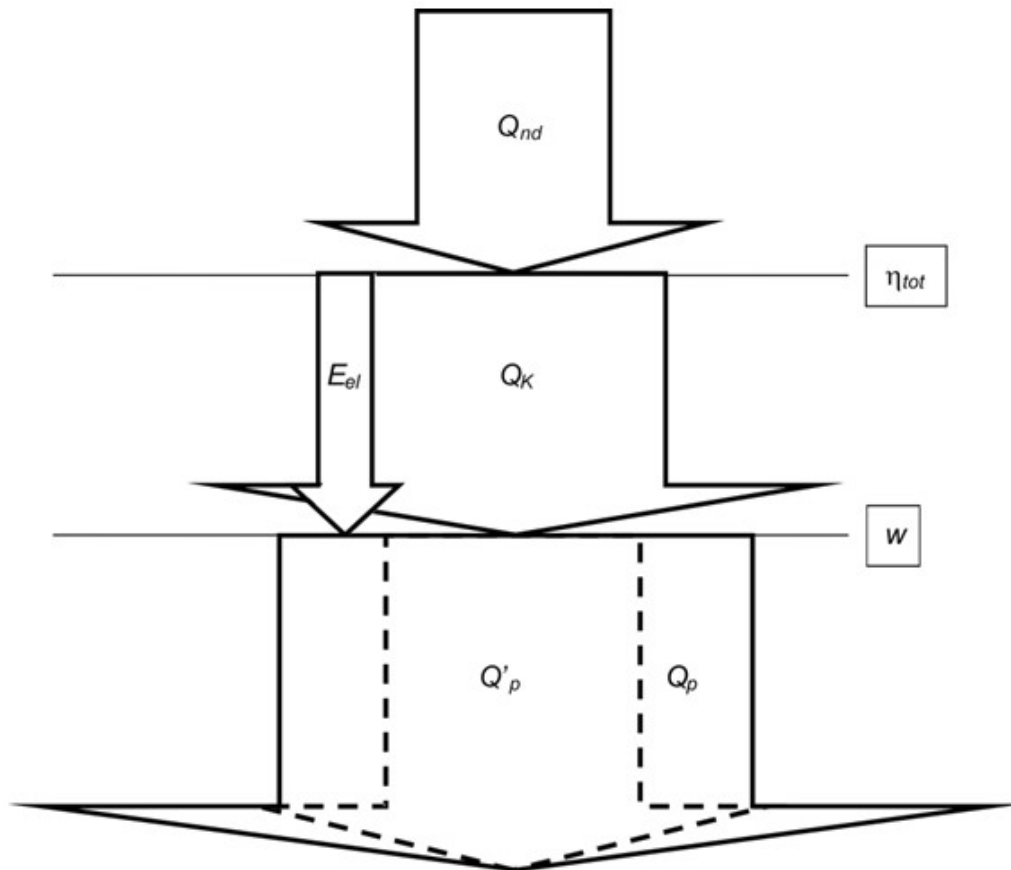
1. Co określa wskaźnik zapotrzebowania budynku na energię?

Zgodnie z aktualnymi przewidywaniami łączne zapotrzebowanie na energię pierwotną z odnawialnych i nieodnawialnych źródeł do 2030 r. wzrośnie na świecie o około 50% [25]. Zwiększanie podaży spowodowane rosnącym zapotrzebowaniem na energię będzie wymagało dużych inwestycji w infrastrukturę energetyczną. Ponieważ nie ma obecnie gwarancji, że inwestycje te zostaną w pełni zrealizowane, można zakładać, że bezpieczeństwo energetyczne poszczególnych krajów i całych regionów się zmniejszy.

W Unii Europejskiej udział sektora budynków w konsumpcji energii wynosi ok. 40%, z czego na budynki mieszkalne przypada ok. 70%. W Polsce większość energii wykorzystywanej w budynkach, głównie do ogrzewania pomieszczeń, pochodzi ze źródeł nieodnawialnych (węgiel, gaz, olej). Taka struktura źródeł powoduje, że emisja CO₂ związana z ogrzewaniem budynków mieszkalnych stanowi kilkanaście procent limitu emisji przyznanego Polsce przez Unię Europejską.

Zapewnienie niskiej energochłonności normalnej eksploatacji budynków może więc znacznie przyczynić się do osiągnięcia korzyści ekonomicznych, społecznych i środowiskowych. Przede wszystkim pozwoli zapewnić właściwe

Rysunek 3. Schemat kolejności wykonywania obliczeń zapotrzebowania na energię

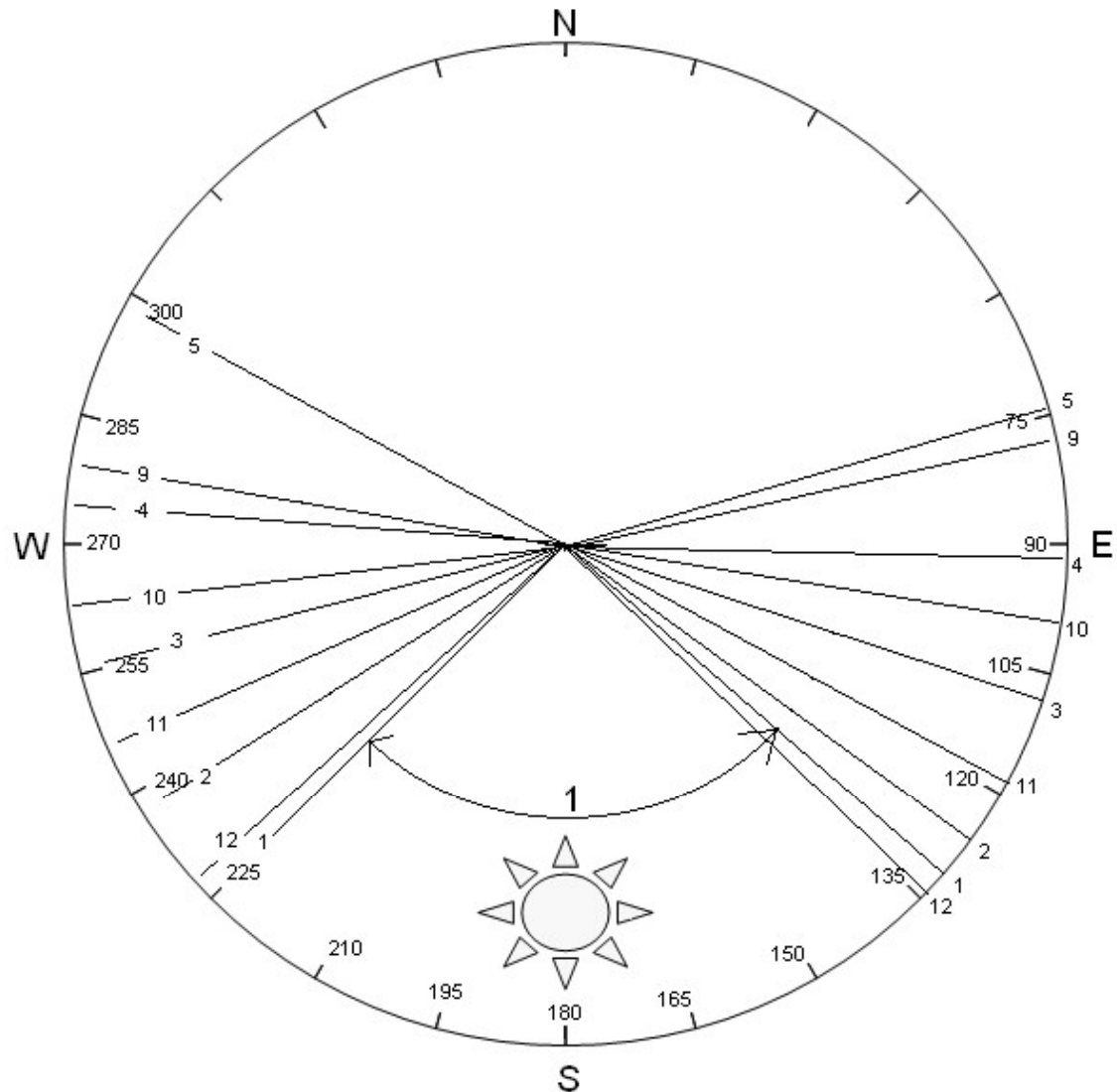


Uwagi: 1) określenie Q_{nd} – rocznego zapotrzebowania na energię użytkową; 2) ustalenie η_{tot} – całkowitej sprawności systemu technicznego; 3) określenie Q_K – rocznego zapotrzebowania na energię, która musi być dostarczona do systemów technicznych; 4) określenie E_{el} – rocznego zapotrzebowania na pomocniczą energię elektryczną niezbędną do pracy systemów technicznych; 5) ustalenie w – współczynników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej w odniesieniu do zastosowanych źródeł energii; 6) określenie Q_p – rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną, gdy nie zastosowano odnawialnego źródła energii (tzn. $W > 1$). Jeżeli zastosowano odnawialne źródło energii (tzn. gdy $W < 1$), uzyskuje się zmniejszenie rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną – Q'_p .

Dodatkowe informacje można uzyskać w [3].

L.p.	Standard budynku wielorodzinnego	NF15	NF40
a)	płyty balkonowe	≤ 0,01	≤ 0,30
b)	pozostałe mostki cieplne	≤ 0,01	≤ 0,10
2.3.	Szczelność powietrzna budynku n_{50} [1/h]	≤ 0,60	≤ 1,00
3. Układy wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła [%]			
3.1.	Graniczna sprawność temperaturowa odzysku ciepła [%]	≥ 80	≥ 70
3.2.	Minimalna klasa sprawności zastosowanych napędów elektrycznych w układzie wentylacji:		
a)	minimalna klasa sprawności zastosowanych napędów elektrycznych niezintegrowanych z innymi urządzeniami (pompami, wentylatorami) w instalacjach i układach wentylacji spełnia wymagania dotyczące ekoprojektu	IE2	
b)	minimalna klasa energetyczna wentylatorów spełnia wymagania dotyczące ekoprojektu	Zgodnie z rozporządzeniem [30]	
3.3.	Maksymalna wartość współczynnika poboru mocy elektrycznej [W/(m ³ /h)]	≤ 0,40	≤ 0,50
3.4.	Maksymalna wartość współczynnika nakładu energii elektrycznej [Wh/m ³]	≤ 0,40	≤ 0,50
3.5.	Minimalna grubość izolacji przewodów dla materiału o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$:		
	dla temperatury otoczenia przewodu wentylacyjnego > 10°C:		
a)	przewód czerpny i wyrzutowy [cm]	≥ 10,0	
b)	przewód nawiewny i wywiewny [cm]	≥ 3,0	
	dla temperatury otoczenia przewodu wentylacyjnego < 10°C:		
c)	przewód czerpny i wyrzutowy [cm]	≥ 3,0	
d)	przewód nawiewny i wywiewny [cm]	≥ 10,0	
3.6.	Automatyka sterująca, umożliwiająca pracę w zakresie 60/100/150% wydajności, wyłączenia/włączenia centrali oraz przejścia w tryb letni, sterowanie czasowe	TAK	
4. Układy i instalacje ogrzewania			
4.1.	Minimalna wartość łączna sprawności przesyłu, akumulacji, regulacji i wykorzystania instalacji grzewczej [%]	≥ 90	≥ 88

Rysunek 13. Minimalny i maksymalny kąt pozycji słońca na nieboskłonie w pierwszym dniu kolejnych miesięcy sezonu ogrzewania.



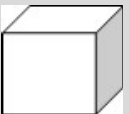


Uwaga: przykładowy zakres między tymi kątami zaznaczono dla 1 stycznia.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Ibrahim Reda, Afshin Andreas, *Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications*, National Renewable Energy Laboratory 2008.

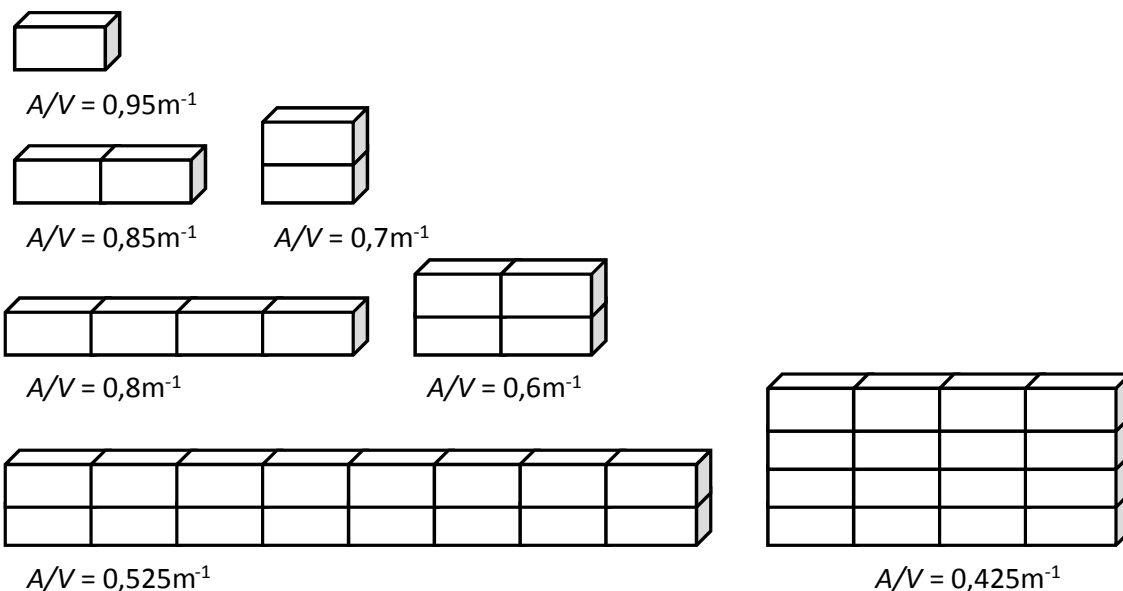
Jak zapewnić nowoczesny standard energetyczny budynku?

Tabela 10. Porównanie wartości A/V brył o tej samej objętości

	Bryła	Wartość A/V
	Kula	$A/V = 0,48$
	Walec	$A/V = 0,55$
	Sześcian	$A/V = 0,60$

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 17. Przykładowe wartości A/V brył utworzonych przez różne zestawienia modułów prostopadłościennych



Źródło: opracowanie własne.