

Wielkość okien a bilans cieplny pomieszczenia

Dr inż. Magdalena Grudzińska, Politechnika Lubelska

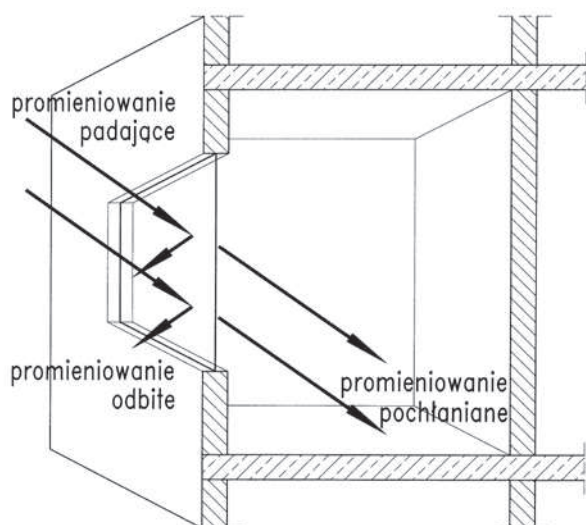
Wprowadzenie

Okna to elementy, które w budynku mogą być źródłem strat i zysków ciepła. Wielkość jednych i drugich uzależniona jest od powierzchni okien, ich izolacyjności termicznej i zdolności przepuszczania promieniowania słonecznego.

Poprzedni artykuł [1] dotyczył wpływu konstrukcji okien na bilans cieplny przykładowego pomieszczenia mieszkalnego. Wnioski wyciągnięte na podstawie obliczeń wskazały na dominujące znaczenie izolacyjności cieplnej elementów przeszklonych dla zużycia energii w sezonie grzewczym. Transmisyjność promieniowania słonecznego okazała się czynnikiem drugorzędym. Poniższa praca uzupełnia analizy o sprawdzenie zależności między powierzchnią okien a energetycznymi właściwościami pomieszczenia.

1. Transmisja promieniowania słonecznego przez elementy przezroczyste

Efekty cieplne w pomieszczeniach wywołane przez promieniowanie słoneczne mają swoje źródło w tzw. efekcie szklarniowym. Związany jest on ze zdolnością przegród przezroczystych do przepuszczania sło-



Rys. 1.1. Promieniowanie słoneczne docierające do pomieszczenia przez przegrody przezroczyste

Tabela 1.1. Przykładowa izolacyjność cieplna i transmisyjność zestawów szyb, wg [3]

Rodzaj oszklenia	Współczynnik przenikania ciepła [W/m ² K]	Transmisyjność promieniowania słonecznego [%]
Szyba pojedyncza	5,9	85 ÷ 88
Szyba podwójna, rozstaw 12 ÷ 15 mm	2,9	65
Szyba podwójna zespolona z argonem	1,6	65
Szyba podwójna zespolona z argonem i jedną powierzchnią niskoemisyjną	1,3	62
Szyba potrójna zespolona z dwiema powierzchniami niskoemisyjnymi	0,7	35

necznego promieniowania krótkofalowego i odbijania promieniowania długofalowego (cieplnego) do wnętrza budynku. Zjawiska te powodują nagrzewanie przegród ograniczających (ścian i stropów) oraz stopniowy wzrost temperatury w pomieszczeniu.

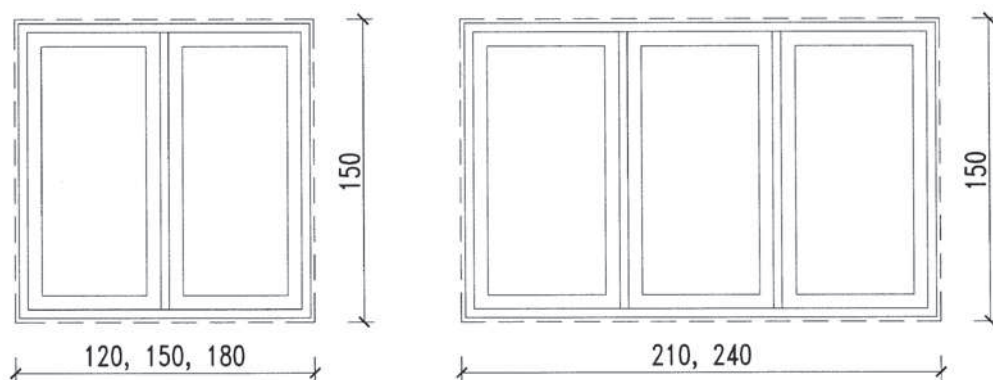
Najprostszy system pozyskiwania energii słonecznej, tzw. system zysków bezpośrednich, wykorzystuje okna jako kolektory promieniowania słonecznego, a otaczające pomieszczenie przegrody jako zasobniki ciepła [2]. Regulacja zysków słonecznych w trakcie eksploatacji budynku może odbywać się dzięki wykorzystaniu ruchomych osłon, takich jak żaluzje, rolety lub okiennice.

Efektywność systemu zysków bezpośrednich uzależniona jest od zdolności transmisji promieniowania i izolacyjności cieplnej elementów oszklonych, związanych bezpośrednio z ilością szyb oraz zastosowaniem powłok modyfikujących ich właściwości optyczne.

Istotnym czynnikiem wpływającym na bilans energetyczny systemu jest także powierzchnia przeszkleń, decydująca zarówno o stratach, jak i zyskach cieplnych.

2. Założenia przyjęte w obliczeniach

Obliczenia przeprowadzono w oparciu o normę PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia” [7], prezentującą metody szacowania rocznego zużycia energii z uwzględnieniem strat ciepła przez przenikanie i wentylację oraz zysków



Rys. 2.1.
Schemat konstrukcji okien w zależności od szerokości (wymiary w świetle ościeżnicy)

wewnętrznych i pochodzących od nasłonecznienia dla poszczególnych pomieszczeń lub całego budynku.

Analizy przeprowadzono na przykładzie pokoju mieszkalnego o powierzchni podłogi 3,5 x 2,5 m. Dokładna charakterystyka pomieszczenia i jego przegród przedstawiona jest w [1].

W ścianie zewnętrznej przewidziano okno o wysokości w świetle otworu 150 cm i następujących szerokościach: 120, 150, 180, 210, 240 cm. Wymiary oszklenia (poza oknem o szerokości 120 cm) spełniają zalecenia związane z naturalnym oświetleniem pomieszczeń, zawarte w [4]. Schemat konstrukcji okien przedstawiono na rysunku 2.1.

Kierując się wnioskami z poprzedniego artykułu, ramę okienną przyjęto jako drewnianą z wypełnieniem z pianki poliuretanowej. W obliczeniach zmieniano konstrukcję oszklenia, zakładając jego parametry zgodnie z [5]. Oznaczenia zastosowanych szyb są następujące:

- „a” – szyba zespolona dwukomorowa wypełniona argonem 4-12-4-12-4, szyby niepowlekanie,
- „b” – szyba zespolona jednokomorowa wypełniona argonem 4-16-4, powłoka niskoemisyjna na jednej szybie,
- „c” – szyba zespolona dwukomorowa wypełniona argonem 4-12-4-12-4, powłoki niskoemisyjne na dwóch szybach.

Rodzaje okien i ich właściwości zestawiono w tabeli 2.1. Zmiany współczynników przenikania ciepła okien (mimo stałych elementów składowych) wynikają z różnych udziałów procentowych powierzchni ram i przeszklenia w odniesieniu do wielkości całego okna. Okna

typu „a” i „b” spełniają wymagania stawiane budynkom nowo projektowanym ($U_{dop} = 1,7 \div 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$), natomiast okna typu „c” charakterystyką cieplną zbliżone są do okien stosowanych w budynkach energooszczędnych i pasywnych.

Założono, że przegroda zewnętrzna z oknem może być skierowana na północ, zachód lub południe. Lokalizację wschodnią pominięto ze względu na niewielkie różnice wyników w przypadku orientacji wschodniej i zachodniej odnotowane w poprzednich obliczeniach.

3. Wyniki analiz

Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania pomieszczenia $Q_{H,nd}$ obliczane wg metody miesięcznej opisanej w [7] przedstawia się następująco:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} Q_{H,gn} \quad (3.1.)$$

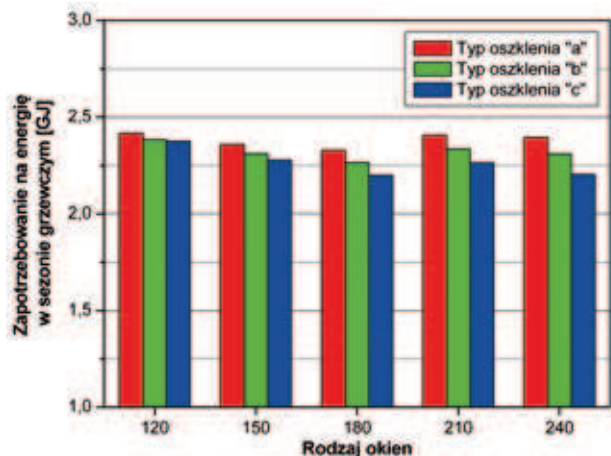
gdzie:

- $Q_{H,ht}$ – całkowite przenoszenie ciepła, uwzględniające straty ciepła przez obudowę budynku lub pomieszczeń i straty ciepła na ogrzanie powietrza wentylacyjnego
- $Q_{H,gn}$ – całkowite zyski ciepła, uwzględniające zyski bytowe i pochodzące od promieniowania słonecznego
- $\eta_{H,gn}$ – bezwymiarowy czynnik wykorzystania zysków ciepła.

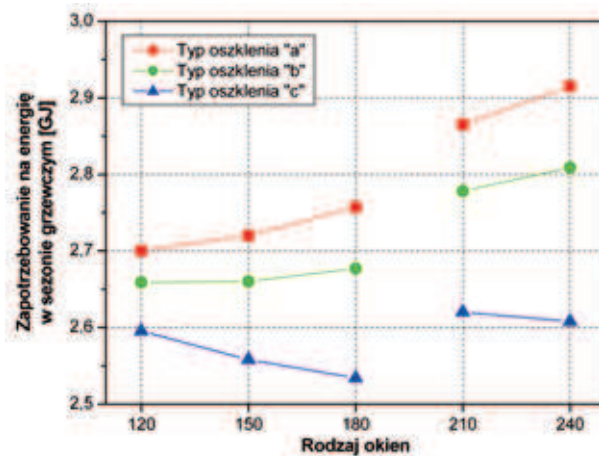
W pracy obliczono zapotrzebowanie na ciepło w czasie sezonu grzewczego w przykładowym pomieszczeniu, przy zmieniających się rodzajach i wielkości okien

Tabela 2.1. Współczynniki przenikania ciepła i transmisyjność analizowanych okien

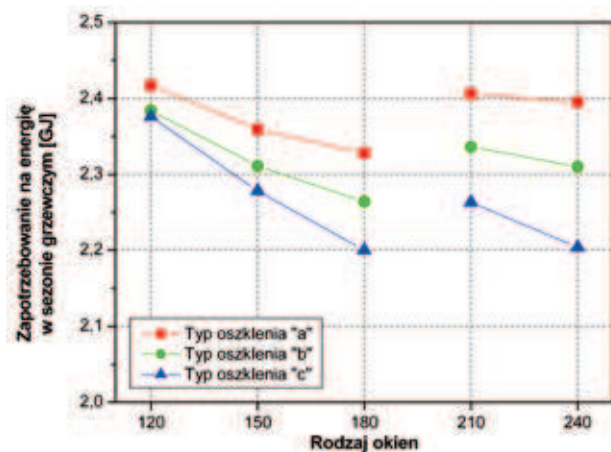
Okna dwuskrzydłowe			Okna trójskrzydłowe		
Symbol	U_w [W/m ² K]	Transmisyjność promieniowania słonecznego	Symbol	U_w [W/m ² K]	Transmisyjność promieniowania słonecznego
120a	1,53	0,70	210a	1,57	0,70
120b	1,42	0,67	210b	1,44	0,67
120c	1,09	0,50	210c	1,09	0,50
150a	1,56	0,70	240a	1,58	0,70
150b	1,44	0,67	240b	1,46	0,67
150c	1,08	0,50	240c	1,08	0,50
180a	1,59	0,70			
180b	1,46	0,67			
180c	1,07	0,50			



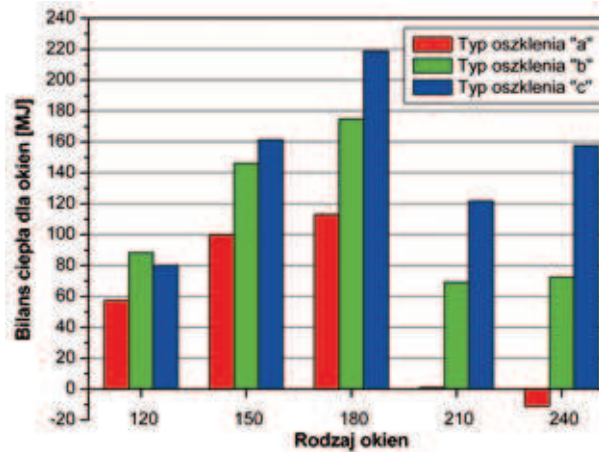
Rys. 3.1. Zapotrzebowanie na energię w pomieszczeniu w zależności od rodzaju okien, orientacja oszklenia południowa



Rys. 3.2. Zapotrzebowanie na energię w pomieszczeniu w zależności od rodzaju okien, orientacja oszklenia północna



Rys. 3.3. Zapotrzebowanie na energię w pomieszczeniu w zależności od rodzaju okien, orientacja oszklenia północna



Rys. 3.4. Bilans cieplny okien, orientacja oszklenia południowa

oraz ich orientacji względem stron świata. W obrębie każdej z grup okien o jednakowej wielkości, najmniejsze zapotrzebowanie na energię osiągane jest dla stolarki o największej izolacyjności cieplnej i najmniejszej transmisywności promieniowania słonecznego. Różnice między zapotrzebowaniem w skrajnych przypadkach (typ oszklenia „a” i „c”) wynoszą od 2 do 8% dla orientacji południowej oraz od 4 do 10% dla orientacji północnej okien. Potwierdza to wnioski przedstawione w [1], dotyczące dominującego znaczenia izolacyjności cieplnej dla minimalizacji strat ciepła z pomieszczenia.

Wzrost powierzchni okien wywołuje różny efekt w zależności od ich konstrukcji i lokalizacji oszklenia, co przedstawiają wykresy na rysunkach 3.2. i 3.3.

W przypadku okien umieszczonych na elewacji północnej i zachodniej, zaobserwowano zwiększenie zapotrzebowania na ciepło wraz ze wzrostem powierzchni okien w przypadku oszklenia typu „a” i „b”. Oszklenia typu „c” pozwoliły w niewielkim stopniu zmniejszyć straty ciepła nawet dla tych najmniej korzystnych orientacji (średnio

o około 1%), ale możliwe do osiągnięcia oszczędności uzależnione są od konstrukcji okien związanej z proporcjami powierzchni ramy i oszklenia.

W przypadku oszklenia skierowanego na południe zwiększenie powierzchni okien wiązało się ze zmniejszeniem strat ciepła niezależnie od rodzaju okien, przy czym największe oszczędności energii wiążą się z zastosowaniem okien typu „c”. Efekty energetyczne są różne dla okien dwu- i trójskrzydłowych, w związku z czym nadmierne zwiększenie ich rozmiaru może okazać się niekorzystne z uwagi na zmianę proporcji powierzchni ram i oszklenia okien o większej ilości skrzydeł.

Porównano także bilans zysków i strat ciepła dla okien w pomieszczeniach o różnej lokalizacji względem stron świata. Zyski pochodzące od promieniowania słonecznego uwzględniono wraz ze współczynnikiem ich wykorzystania $\eta_{H,gn}$, uzależnionym od bezwładności cieplnej obudowy pomieszczenia.

W przypadku orientacji północnej i zachodniej, straty ciepła przez okna przewyższyły zyski energetyczne niezależnie od rodzaju okien.

W przypadku orientacji południowej, zyski słoneczne zasadniczo przewyższyły straty, a różnica ta rosła wraz ze wzrostem powierzchni okien typu „b” i „c”. Okna typu „a” (charakteryzujące się najniższą izolacyjnością cieplną) przy nadmiernym zwiększeniu ich powierzchni mogą stać się źródłem strat ciepła w ogólnym bilansie energetycznym pomieszczenia, mimo najlepszej przepuszczalności promieniowania słonecznego. Wybrane wyniki prezentuje rysunek 3.4.

4. Wnioski

Przeprowadzone analizy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków ogólnych:

- powierzchnia okien skierowanych na północ, wschód i zachód w przypadku elementów o współczynnikach przenikania ciepła typowych dla budynków nowoprojektowanych ($U = 1,5 \div 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$) powinna być jak najmniejsza, przy zachowaniu warunków oświetlenia pomieszczeń światłem naturalnym;
- powierzchnia okien skierowanych na północ, wschód i zachód w przypadku elementów o wyższej izolacyjności cieplnej charakterystycznej dla budynków energooszczędnych i pasywnych ($U = 1,0 \div 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) powinna być dobierana na podstawie bilansu

ciepłego pomieszczeń, gdyż mogą się one przyczyniać do zmniejszenia zapotrzebowania na energię;


- dla orientacji południowej zwiększenie powierzchni okien jest w przeważającej mierze korzystne ze względu na rosnące zyski ciepła, jednak dobór ich wielkości również powinien być poprzedzony analizą obliczeniową, ze względu na istotny wpływ konstrukcji okien na ostateczny bilans cieplny pomieszczeń.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Grudzińska M., „Konstrukcja okien a bilans cieplny pomieszczenia”
- [2] Laskowski L., „Ogrzewnictwo” cz. II – „Projektowanie systemów biernego ogrzewania słonecznego w energooszczędnych budynkach”. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1992
- [3] Pluta Z., „Słoneczne instalacje energetyczne”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008

WYKORZYSTANE MATERIAŁY

- [4] Rozporządzenie ministra infrastruktury z 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. 2008, Nr 201, poz. 1238
- [5] EN ISO 10077-1 „Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – obliczanie współczynnika przenikania ciepła. Część 1: Postanowienia ogólne”
- [6] EN ISO 13789 „Ciepłne właściwości użytkowe budynków. Współczynnik przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania”
- [7] PN-EN ISO 13790 „Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia”



Konferencja dla branży budowlanej



**13 października
godz. 9.00**

**Hotel Golden Tulip,
Warszawa**

Konferencja: Strategiczne planowanie inwestycji budowlanych

Celem konferencji jest pomoc w **optymalizacji procesu inwestycyjnego** zarówno na poziomie kosztów, jak i czasu realizacji. Eksperti zaprezentują **optymalną ścieżkę postępowania administracyjnego** oraz **metodykę costplanningu** dla inwestycji budowlanych. Istotnym tematem będą także ryzyka związane z niejasnymi zapisami miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

DODATKOWO

Na konferencji będzie miała miejsce premiera nowego systemu informacji **Lex Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego** – narzędzie dla osób uczestniczących w procesie inwestycyjnym.

Lex Miejscowe Plany Zagospodarowania Przestrzennego to m.in.:

- **ponad 39 000** mpzp,
- wyszukiwanie planów po **atrybucie przestrzennym**,
- prezentacja zasięgów obowiązywania planów na mapie Google wraz z dostępem do **uchwały i załącznika graficznego**,
- **wizualizacja pokrycia planami** danego obszaru ze wskazaniem statusu planu,
- zaawansowane **funkcje edycyjne**,
- możliwość jednoczesnej pracy z grafiką planu i **mapą Google**.

**Udział w konferencji jest bezpłatny.
Liczba miejsc ograniczona.**

więcej informacji na: www.abc.com.pl/konferencja-budowlana