

STAN TECHNICZNY BUDYNKU I JEGO WPŁYW NA ZUŻYCIE CIEPŁA DO OGRZEWANIA POMIESZCZEŃ

Straty ciepła przez przegrody zewnętrzne stanowią nawet do 80 % ogólnych strat ciepła w ogrzewanym budynku. Przyjęte w czasie projektowania budynku założenia co do jego ukształtowania przestrzenno-funkcjonalnego determinują do pewnego stopnia zastosowanie określonego rodzaju rozwiązań w zakresie technologii i materiałów budowlanych. Tego typu czynniki, nazwane materiałowo-konstrukcyjnymi, mogą mieć wpływ na straty ciepła z budynku, a tym samym na potrzeby cieplne związane z ogrzewaniem. W trakcie realizacji budynku jak i jego eksploatacji czynniki te mogą ulegać deformacji w stosunku do założeń projektowych, co w efekcie prowadzi na przykład do pogorszenia własności termoizolacyjnych przegród zewnętrznych budynku.

Własności termoizolacyjne przegród zewnętrznych budynków w Polsce

Wielkością charakteryzującą własności termoizolacyjne przegród budowlanych jest współczynnik przenikania ciepła U (wcześniej oznaczanego jako k), $W/(m^2K)$. W Polsce i w innych krajach istnieją wymagania określające wartości U_{max} dla poszczególnych rodzajów przegród zewnętrznych budynku. Wymagania te zmieniają się w czasie ulegając stopniowemu zaostrzaniu, co ilustrują dane przedstawione w tab. 1. opracowanej na podstawie Polskich Norm obowiązujących w różnych okresach.

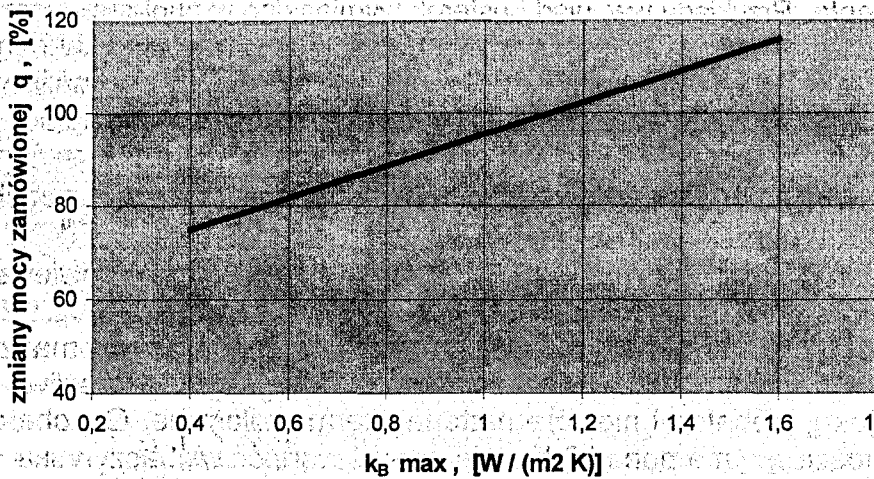
Tabela 1.

Wartości normowe współczynników U_{max} obowiązujące w Polsce w różnych okresach

Lata obowiązywania wymagań	Wymagania normowe	Śr. normowy wsp. U_{max} dla ścian zewnętrznych, $W/(m^2K)$	Śr. normowy wsp. U_{max} dla stropodachyw, $W/(m^2K)$
do 1954	brak wymagań	brak wymagań	brak wymagań
1955 - 58	PN-53/B-02405	1,163	0,87
1959 - 65	PN-57/B-02405	1,163	0,87
1966 - 75	PN-64/B-03404	1,163	0,87
1976 - 82	PN-74/B-03404	1,163	0,7
1983 - 91	PN-82/B-02020	0,75	0,45
1992 - 97	PN-91/B-02020	0,55	0,3
po 30.09.1997	zmiany w PN-91/B-02020	0,3 (budynki mieszkalne), 0,45 (bud. użyt. publicznej)	0,3

Przy tej okazji warto podkreślić, że wymagania określające U_{max} według PN-91/B-02020 były jednakowe dla budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej do momentu wprowadzonych zmian. W przypadku okien dokonano zaostrzenia w stosunku do poprzednich wymagań ($U_{max} = 2,6 W/(m^2K)$) tylko dla budynków użyteczności publicznej wprowadzając dla okien i drzwi balkonowych $U_{max} = 2,3 W/(m^2K)$.

Innym sposobem charakterystyki własności termoizolacyjnych przegród zewnętrznych, który łączy w formie średniej ważonej wartości współczynników k i powierzchni poszczególnych przegród jest współczynnik k_B . Wpływ wartości k_B na potrzeby cieplne budynku przedstawiono za Wojdygą K. [9] w postaci wykresu (rys. 1.) zmian mocy zamówionej q . Za stan wyjściowy do analiz autor publikacji przyjął budynek o $k_B = 1,0 W/(m^2K)$, stąd też wartość q dla tego przypadku przyjęto za 100 %.



Rys. 1.

Zależność zmian mocy zamówionej q od współczynnika przenikania ciepła $k_B \max$ [9]

Omawiany współczynnik k_B został wprowadzony w PN82/B-02020 i miał być pewnego rodzaju charakterystyką cieplno-energetyczną budynku. Z uwagi jednak na wykorzystywanie do tego celu wskaźnika E zaniechano jego stosowania. W naszym przypadku użycie tego wskaźnika do ilustracji wpływu termoizolacyjności przegród zewnętrznych na potrzeby ciepłe ogrzewania budynku spełnia jednak znakomicie swoją rolę.

Stan techniczny budynku

Budynek od momentu jego zrealizowania i oddania do eksploatacji podlega procesom starzenia. Procesy te powodują pogorszenie stanu technicznego obiektu, któremu towarzyszy występowanie szeregu wad i usterek. Wady te dotyczące przegród zewnętrznych mogą mieć mniej lub bardziej negatywny wpływ na ich termoizolacyjność, a tym samym na potrzeby ciepłe obiektu związane z jego ogrzewaniem. Oczywiście wspomniane wady i usterek mogą już występować także w nowym budynku.

W budynkach realizowanych w różnych okresach, w których obowiązywały kolejne wersje wymagań dotyczących U_{max} , przegrody zewnętrzne powinny odpowiadać tym wymaganiom. Często zdarza się jednak, że dopuszczalne wartości współczynnika przenikania ciepła są tam przekraczane wskutek odstępstw od projektu, zastosowania niewłaściwej jakości materiałów budowlanych lub złej jakości wykonanych robót. Wymienione przyczyny mogą występować z zmiennym nasileniem w różnych okresach i mogą być pośrednio związane z zastosowaniem konkretnej technologii realizacji budynku lub stopniem typowości rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych. Całkiem realnym jest więc przypuszczenie o wpływie technologii realizacji budynku na jego parametry cieplno-energetyczne. Na nie dotrzymanie wymagań ochrony cieplnej budynków, szczególnie w latach rozwoju uprzemysłowionych technologii budowlanych i prefabrykacji, zwracają uwagę Bogosławski W. [1], Lis P., Ujma A. [5], Mańkowski S., Matczuk Z. i Pogorzelski J. A. [6]. W latach 60-tych i 70-tych jakość stosowanych w budownictwie technologii uprzemysłowionych i materiałów termoizolacyjnych spowodowała, że pomierzone wartości współczynnika k dla ścian zewnętrznych wzniesionych budynków zawierały się w przedziale od 1,10 do 1,50 W/(m²K) [7]. Obowiązująca wówczas maksymalna wartość normowa wynosiła $k_{max} = 1,16$ W/(m²K). Zjawisko to znajduje również potwierdzenie w wynikach badań CEBET-u, w których rzeczywiste wartości współczynnika k były większe przeciętnie o 20-40% [6] od k_{max} . Ponadto w badaniach prowadzonych w Kielcach w budynkach mieszkalnych zrealizowanych w technologii W-70 stwierdzono występowanie szeregu usterek, które wpływają na pogorszenie własności cieplno-energetycznych przegród zewnętrznych i powstawanie zwią-

szonych strat ciepła. Przykłady ww. wad i usterek wymieniono w publikacji Linczowskiego Cz., Cisy J. i Gareckiego M. [4] zawierającej wyniki badań budynków mieszkalnych w Kielcach i zaprezentowano w tab. 2.. Wady i usterek tam przedstawione można zakwalifikować do dwóch grup jeśli chodzi o ich oddziaływanie na własności cieplochronne przegród zewnętrznych budynku:

wady i usterek sprzyjające wzrostowi wilgoci we wspomnianych przegrodach, (pozycje z tab. 2.: poz. 4 - poz. 9),

wady i usterek sprzyjające nadmiernej i niekontrolowanej infiltracji powietrza do wnętrza ogrzewanego budynku (pozycje z tab. 2.: poz. 1 - poz. 4, poz. 10 - poz. 12).

Zjawisko zawilgocenia wbudowanych materiałów budowlanych ma zdecydowanie negatywny wpływ na ich właściwości cieplochronne. Najbardziej wrażliwe są materiały porowate takie jak gazobeton i niektóre materiały termoizolacyjne. Gazobeton przy 15 % wilgotności objętościowej ma ponad 2-krotnie gorszą wartość współczynnika k w stosunku do stanu przed zawilgoceniem.

W przypadku materiałów włóknistych, po zawilgoceniu tracą one praktycznie swoje właściwości termoizolacyjne. Wnioski takie oparte na wynikach badań zamieszczono w publikacjach Wyrwała J. i Świrskiej J. [8] oraz IPPT PAN [2].

Druga grupa wad związanych z przegrodami zewnętrznymi powoduje nadmierną infiltrację powietrza do pomieszczeń. Jest to związane z koniecznością zużycia dodatkowych ilości ciepła dla podgrzania tego powietrza (nie należy jednak dążyć do całkowitej hermetyzacji budynku ponieważ spowoduje to poważne problemy z wentylacją pomieszczeń). Jak wykazuje praktyka opisane zjawisko odgrywa główną rolę w przypadku nieszczelnych i zniszczonych okien. Fatalny stan stolarki okiennej w różnego rodzaju budynkach w Polsce jest często stwierdzanym. Wpływ wad i usterek związanych ze szczelnością okien na ich parametry termoizolacyjne przedstawiono w tab. 3. i na rys. 2. Z przedstawionych materiałów wynika jak duże znaczenie w przypadku tego zjawiska ma prędkość wiatru, a tym samym omawiane wcześniej usytuowanie budynku w terenie.

Zjawisko infiltracji powietrza zachodzi również często przez popękane przegrody zewnętrzne lub wadliwie wykonane złącza elementów prefabrykowanych użytych do budowy obiektu (Bogosławski W. [1], Lis P. i Ujma A. [5], Pogorzelski J. A. [6]). Straty ciepła wywołane nieszczelnością złączy ścian prefabrykowanych określono w drodze badań na około 3 - 5 % (Bogosławski W. [1]). Jest to znacznie mniej niż w przypadku niekontrolowanej infiltracji powietrza przez okna.

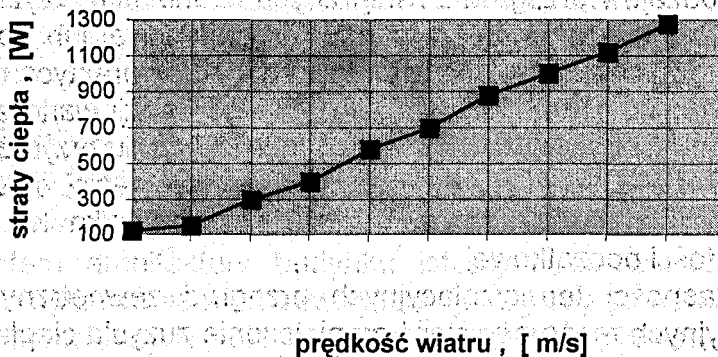
Tabela 2.

Występowanie wad wpływających na termoizolacyjność przegród zewnętrznych w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych zrealizowanych w technologii W-70 [87]

Lp.	Rodzaj wad i usterek	Występowanie wad i usterek, w % badanych mieszkań
1.	Spaczona stolarka okienna i drzwiowa	75,0
2.	Złe uszczelnione ościeżnice okien	87,5
3.	Brak uszczelek gumowych skrzydeł okiennych	57,0
4.	Przecieki wody przez stolarkę okienną	59,0
5.	Zawilgocenie ścian zewnętrznych	34,0
6.	Przecieki wody przez złącza płyt	27,5
7.	Przecieki wody z dachu	27,0
8.	Występowanie wody w otworach płyt stropów	21,0
9.	Przemarzanie ścian zewnętrznych	38,0
10.	Rysy i pęknięcia ścian zewnętrznych	78,0
11.	Rysy i pęknięcia na styku ścian zewn. i stropów	51,0
12.	Pęknięcia tynków wokół otworów okiennych i drzwiowych	72,0

Tabela 3.**Wpływ nieszczelności okna na jego własności ciepłochronne [7]**

Różnica ciśnień, Pa	Siła wiatru	Wsp. k dla okna W/m ² K
00,0	Pogoda bezwietrzna	2,40 - 2,60
15,0	Średnia wietrzność	3,70 - 4,60
30,0	Zwiększona wietrzność	4,75 - 6,36

**Rys. 2.**

Transmisja ciepła przez okno z zastosowanym wywietrznikiem szczelinowym w zależności od prędkości wiatru wg wyników badań Śliwińskiego M. i Krama D.

Każdy element budynku posiada swoją określoną trwałość. Najpóźniej po tym okresie, lub wcześniej, w przypadku wystąpienia wad i usterek, powinien on zostać poddany działaniom przywracającym lub poprawiającym jego pierwotne walory, w tym własności termoizolacyjne. Pozostający jeszcze okres eksploatacji elementów budynku można określić orientacyjnie znając rok budowy obiektu, daty wykonanych ważniejszych prac remontowych i zakładaną trwałość danego elementu. Trwałości przykładowych elementów budynku przedstawiono poniżej w tab. 4. Posiadając ww. informacje i dokonując wizji lokalnej można podjąć decyzję o zakresie robót remontowych w danym budynku. Stwarza to doskonałą okazję do połączenia prac remontowych z pracami termomodernizacyjnymi, co powoduje obniżenie kosztów tych ostatnich.

Tabela 4.**Trwałość elementów budynku wg Hajdasza H. [3]**

Element budynku	Okres trwałości, lata
- Pokrycie dachowe papa	5 - 8
- Pokrycie dachowe dachówką	20 - 50
- Pokrycie dachowe blachą ocynkowaną	30 - 40
- Okna i drzwi zewnętrzne	35 - 50
- Oszklenie	20 - 25
- Tynki zewnętrzne	30 - 50
- Przewody centralnego ogrzewania	20 - 40
- Kotły centralnego ogrzewania	20 - 30

Podsumowanie

Na podstawie powyższych informacji można sformułować wniosek o gorszych charakterystykach cieplno-energetycznych budynków wzniesionych w latach 60-tych i 70-tych w technologiach uprzemysłowionych w stosunku do obiektów zrealizowanych w tym okresie w technologii tradycyjnej. Trzeba dodać, że w tym czasie zaobserwowano również dużą liczbę realizacji podobnych budynków wznoszonych wg tzw. projektów typowych.

Brak jednak odpowiedzi na pytanie czy i jaki miało to wpływ na charakterystykę cieplno-energetyczną zrealizowanych obiektów.

Działania ograniczające straty ciepła przez przegrody zewnętrzne zmierzają do poprawy ich właściwości ciepłochronnych. Aby jednak tego dokonać konieczne jest ustalenie jak dalece termoizolacyjność tych przegród odbiega od obowiązujących w tym zakresie wymagań. Istnieje zatem konieczność określenia wartości współczynnika k dla poszczególnych rodzajów przegród zewnętrznych w budynku. Wyznaczenie tych wartości może się odbywać z wykorzystaniem metody obliczeniowej lub pośrednich pomiarów. Z uwagi na ograniczony dostęp do aparatury pomiarowej w praktyce najczęściej stosuje się, nie pozbawioną wad, metodę obliczeniową. Przy tej okazji warto zauważyć, że dla wyżej określonych celów wystarczy przy odpowiednim doświadczeniu przybliżone obliczanie wartości współczynnika k bez konieczności kłopotliwego uwzględniania mostków termicznych. Po ociepleniu dostatecznie grubą izolacją wartość współczynnika k nie zależy w sposób decydujący od wartości początkowej.

Poprawa własności termoizolacyjnych przegród zewnętrznych w drodze działań termomodernizacyjnych może przynieść zmniejszenie zużycia ciepła sięgające 30 - 40 %. Osobnym problemem jest poprawa termoizolacyjności okien. O ile naprawa okien i likwidacja nieszczelności jest w polskiej praktyce budowlanej stosowana, to wymiana okien na nowe jest, z uwagi na wysokie koszty, przedsięwzięciem rzadko podejmowanym. Propozycja realizacji takiego przedsięwzięcia w przypadku szkół i innych budynków użyteczności publicznej zasługuje jednak na rozważenie z uwagi na duży udział powierzchni przeszklonych w tych obiektach. Rozwiązania takie są stosowane w Niemczech dając oszczędności rzędu 23 %. Przy termomodernizacji budynku należy również pamiętać o konieczności dostosowania instalacji c.o. do zmniejszonych potrzeb, ponieważ w przeciwnym przypadku należy się liczyć ze zwiększeniem zużycia ciepła do ogrzewania pomieszczeń.

LITERATURA

- [1] Bogosławski W.: Procesy cieplne i wilgotnościowe w budynkach. Warszawa Arkady 1985
- [2] Bzowska D., Chyrczakowski S., Dzieniszewski W., Jędrzejuk H., Kossecka E., Laskowski L., Lis T., Mołdach J.: Podstawy modelowania procesów cieplno-wilgotnościowych w budynkach. Warszawa IPPT PAN 1994 nr 15
- [3] Hajdasz H.: Sposoby ustalania zużycia technicznego budynków i budowli. PROMIKS Sp. z o.o., Katowice 1992
- [4] Linczowski Cz., Cisko J., Garecki M.: Analiza jakości mieszkań realizowanych w systemie wielkopłytowym. Materiały Konferencyjne Ogólnopolskiej Konferencji: Ochrona cieplna budynków wykonanych w technologii wielkopłytovej. Częstochowa 17-18.10.1988, s. 1-17
- [5] Lis A. i P., Ujma A.: Analiza efektywności dociepleń ścian zewnętrznych budynków wielorodzinnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej Seria Budownictwo. Zeszyt nr 6 Częstochowa 1995, s. 31 - 39
- [6] Mańkowski S., Matczuk Z., Pogorzelski J. A.: Możliwości oceny i pomiaru składników bilansu cieplnego budynków. Materiały Konferencyjne Konferencji Naukowo - Technicznej: Oszczędność energii w obiektach budowlanych. Kretowiny 03 - 05.09.1987, s. 135 - 151
- [7] Płoński Wł.: Sposoby zmniejszania zużycia energii w istniejących budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Budownictwo i Gospodarka Miejska 1990 nr 1, s. 10-13

- [8] Świrski J., Wyrwał J.: O wpływie zawilgocenia przegród budowlanych na współczynnik przenikania ciepła. Mat. Konf. V Konferencji Naukowo- Technicznej: Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce. Łódź 26 - 29.06.1995, s. 356 - 364
- [9] Wojdyga K.: Metody ograniczania zużycia energii cieplnej w budynkach i ich wpływ na mikroklimat. Materiały z II Międzynarodowych Konfrontacji Budowlanych - Seminarium: Ciepły Ekodom. Warszawa 1994, s. 1 - 9

Piotr Lis , Anna Lis

PRZESZKLENIE ELEWACJI I USYTUOWANIE BUDYNKU A POTRZEBY CIEPLNE ZWIĄZANE Z OGRZEWANIEM POMIESZCZEŃ

Ważnym elementem architektury budynku istotnym dla wielkości jego potrzeb cieplnych związanych z ogrzewaniem są zewnętrzne przegrody przezroczyste. Tematykę wpływu powierzchni przeszklonych (okien) na parametry cieplno-energetyczne podejmowano w wielu publikacjach (m.in.: Hafer H. i Bommer E. [1], Laskowski L. [2,3]). Zazwyczaj koncentruje się ona wokół dwóch głównych kierunków. Pierwszy dotyczy wpływu powierzchni oraz orientacji okien (usytuowania budynku w terenie) i jest bezpośrednio związany z architektonicznym kształtowaniem budynku. Drugi jest powiązany z kwestiami materiałowymi dotyczącymi okien i nie jest tutaj omawiany.

Kształtowanie powierzchni przeszklonych w elewacjach budynku

Głównym zadaniem okien w budynkach jest zapewnienie pomieszczeniom, w których się znajdują odpowiedniej ilości światła dziennego. W normowaniu oświetlenia dziennego zazwyczaj stosuje się dwa rodzaje wskaźników. Pierwszy wyraża stosunek powierzchni okien P_{ok} do powierzchni podłogi P_p . Uproszczoną i orientacyjną wersją tego wskaźnika można uzyskać wprowadzając w miejsce powierzchni podłogi, powierzchnię użytkową P_u . W przypadku np. budynków szkół oświetlenie dzienne sal lekcyjnych i korytarzy jest najczęściej oświetleniem bocznym dla którego ww. wskaźnik powinien wynosić od 0,20 do 0,30. Inną formą określenia wymagań w tym zakresie jest współczynnik oświetlenia dziennego e , %. Jego minimalne wartości podano w Polskiej Normie PN-71/B-02380, a dla szkół jego wartość wynosi od 1,5 do 2,0 %.

Mając na uwadze ww. zalecenia dotyczące warunków oświetlenia dziennego należy jednak pamiętać by rozpatrywać je wspólnie z wymaganiami ochrony cieplnej budynków: uwzględniając przy tym szereg wzajemnych uwarunkowań. I tak np. zbyt mała powierzchnia okien P_{ok} sprzyja co prawda ograniczeniu zużycia ciepła do ogrzewania budynku, ale powoduje niedoświetlenie i konieczność stosowania dodatkowo sztucznego oświetlenia.

Z kolei zbyt duże okna, z uwagi na zazwyczaj kilkakrotnie gorsze od ścian zewnętrznych i stropodachów własności termoizolacyjne, są przyczyną nadmiernych strat ciepła i przegrzewania pomieszczeń w okresie wiosenno-letnim. Zależność pomiędzy wielkością okien a potrzebami cieplnymi budynku zaprezentowano w formie wykresu na rys. 1. dla budynków mieszkalnych (na podstawie teoretycznych danych z [5]). Należy zauważyć, że zależność tą wyznaczono dla obiektów o stosunkowo dobrych wskaźnikach cieplno-energetycznych. Omawiany wskaźnik dla budynków mieszkalnych spełniających wymagania ochrony cieplnej powinien wynosić $P_{ok}/P_u = 15\%$ [5].

Innego rodzaju wskaźnikiem, najczęściej stosowanym w analizach wielkości przeszklenia budynku, jest stosunek powierzchni okien P_{ok} do powierzchni elewacji P_{so} . Przy omawianiu zagadnień związanych z przeszkleniem elewacji należałoby pamiętać o przeznaczeniu budynku i związanych z tym warunkach oświetlenia dziennego w powiązaniu z potrzebami cieplnymi wynikającymi z konieczności ogrzewania