

Anna Lis, Piotr Lis

PROBLEMY NADMIERNEGO PRZESZKLENIA BUDYNKÓW OŚWIATOWYCH

Wprowadzenie

Dobór wielkości przegród przezroczystych odbywa się według kilku wymagań. Kładą one w głównej mierze nacisk na dostarczenie przez okna odpowiedniej ilości światła dziennego, niezbędnego do wykonywania zadań zgodnie z charakterem przeznaczenia budynku. Przez okna realizowany jest także kontrolowany napływ powietrza do pomieszczeń, niezbędny do prawidłowego działania wentylacji grawitacyjnej. Ważnym zadaniem okien jest zapewnienie odpowiedniej ilości promieniowania słonecznego we wnętrzach, które ma bezpośredni wpływ na dobry nastrój i samopoczucie oraz wydajność i jakość pracy osób przebywających w pomieszczeniach. Promieniowanie widzialne, będące częścią promieniowania słońca, jest najzdrowszym dla oczu rodzajem światła. Towarzyszące mu promienie ultrafioletowe mają niszczący wpływ na szkodliwe mikroorganizmy. Promienie podczerwone dostarczają do pomieszczeń energię cieplną. Poczucie łączności ze światem zewnętrznym przez okna pełni funkcję psychologiczną, dając wrażenie powiększenia przestrzeni wewnętrznej. Z przeszkleniem elewacji wiąże się również wykorzystanie zysków słonecznych w ogólnym bilansie cieplnym budynku, związane z obniżeniem zużycia ciepła do jego ogrzewania.

Wśród wymagań określonych w warunkach technicznych budowlanych [1], związanych z oszczędnością energii sformułowano ustalenia dotyczące maksymalnej powierzchni okien według następującej zależności (wzór 1 [1]):

$$A_{0\max} = 0,15 A_z + 0,03 A_w \quad (1)$$

w którym:

A_z - suma pól powierzchni rzutu poziomego wszystkich kondygnacji nadziemnych w pasie o szerokości 5 m wzdłuż ścian zewnętrznych, m²,

A_w - suma pól powierzchni pozostałej części rzutu poziomego wszystkich kondygnacji po odjęciu A_z

Zalecenia dotyczące ochrony cieplnej budynków należy jednak rozpatrywać wspólnie z wymaganiami dotyczącymi warunków oświetlenia pomieszczeń, które zawsze powinno traktować się priorytetowo. W pomieszczeniu przeznaczonym na pobyt ludzi stosunek powierzchni okien, liczonej w świetle ościeżnic, do powierzchni podłogi powinien wynosić co najmniej 1:8, natomiast w innym pomieszczeniu, w którym oświetlenie dzienne jest wymagane ze względów na przeznaczenie co najmniej 1:12. Nadmierne zwiększanie powierzchni okien jest jednak niekorzystne nie tylko ze względu na straty ciepła, ale i ewentualne utrzymywanie się wysokich temperatur w okresie letnim, co stwarza potencjalnie konieczność chłodzenia pomieszczeń. Dlatego też w warunkach technicznych budowlanych wprowadzono wymaganie dotyczące normowania przepuszczalności energii promieniowania słonecznego przez okna. We wszystkich rodzajach budynków współczynnik przepuszczalności energii całkowitej okna oraz przegród szklanych i przezroczystych liczony według wzoru 2 nie powinien większy od 0,5 z wyłączeniem okien oraz przegród szklanych i przezroczystych, których udział w powierzchni ściany jest większy niż 50 % powierzchni ściany (wzór 2 i 3 [1]):

$$g_c = f_c \cdot g_G \quad (2)$$

w którym:

g_G - współczynnik przepuszczalności energii całkowitej dla rodzaju oszklenia,
 f_c - współczynnik korekcyjny redukcji promieniowania ze względu na zastosowane urządzenia przeciwsłoneczne,

$$g_c \cdot f_G \leq 0,25 \quad (3)$$

w którym:

f_G - udział powierzchni okien oraz przegród szklanych i przezroczystych w powierzchni ściany.

Wymagania precyzują także czas zapewnienia nasłonecznienia dla poszczególnych pomieszczeń w ciągu dnia. Pomieszczenia przeznaczone do zbiorowego przebywania dzieci w żłobku, przedszkolu i szkole, z wyjątkiem pracowni chemicznej, fizycznej i plastycznej, powinny mieć zapewniony czas nasłonecznienia co najmniej 3 godziny w dniach równonocy w godzinach $8^{00} \div 16^{00}$, natomiast pokoje mieszkalne w godzinach $7^{00} \div 17^{00}$. W mieszkaniu wielopokojowym dopuszcza się ograniczenie tego wymagania co najmniej do jednego pokoju. W zabudowie śródmiejskiej dopuszcza się ograniczenie wymaganego czasu nasłonecznienia do 1,5 godziny, a w odniesieniu do mieszkania jednopokojowego nie określa się wymaganego czasu nasłonecznienia. Istotna jest także równomierność w oświetleniu pola widzenia.

Zmienność światła dziennego w zależności od warunków atmosferycznych oraz pory dnia i roku powoduje jednak konieczność ustalania wielkości przeszklania na podstawie warunków średnich, co zwiększa nadmiernie jego wielkość i jest sprzeczne z zasadami oszczędności energii.

1. Przeszklenie budynków oświatowych

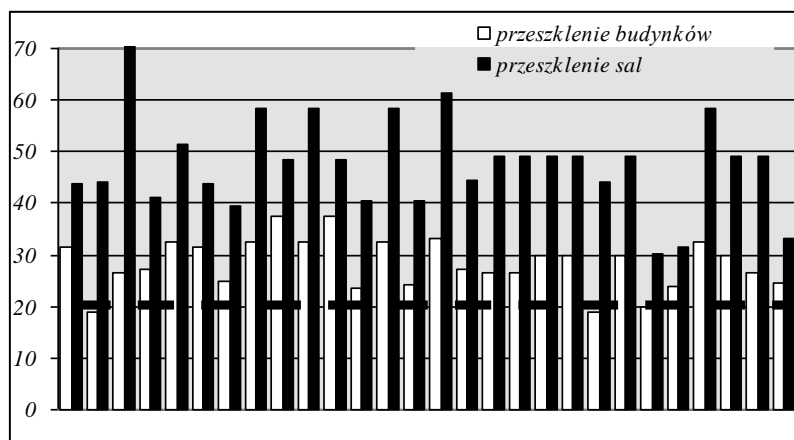
Analizie poddano budynki oświatowe zlokalizowane na terenie województwa śląskiego. W budynkach zamontowane są głównie okna drewniane z szybami zespolonymi, które częściowo wymieniało się na okna plastikowe starszego typu. Oszacowano wartość przeszklenia P_O/P_S elewacji budynków oraz przeszklenia sal przeznaczonych do długotrwałego przebywania dzieci. Szczegółową charakterystykę przeszklenia budynków, w których prowadzono badania przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Charakterystyka przeszklenia budynków, w których prowadzono badania

Miara opisu stat.	Cały budynek					Sale do przebywania dzieci				
	P_O/P_S	Płn.	Płd.	Wsch.	Zach.	P_O/P_S	Płn.	Płd.	Wsch.	Zach.
	%									
\bar{x}	28,3	25,5	37,1	18,9	25,0	47,7	53,7	51,6	33,9	41,6
x_{max}	37,5	45,6	60,2	36,7	47,2	70,3	69,9	70,3	58,6	61,4
s	5,0	10,3	8,4	7,6	11,2	9,1	11,2	10,3	14,2	13,5

Budynki oświatowe charakteryzują się znaczną wartością powierzchni przeszklo-nych, co szczegółowo prezentuje rys. 1 dla wszystkich analizowanych budynków.



Rys. 1. Przeszklenie elewacji budynków i sal w poszczególnych analizowanych obiektach

Dla analizowanych budynków oświatowych maksymalne przeszklenie elewacji sięgało 60% na elewacji południowej, a dla sal przeznaczonych do przebywania dzieci nawet 70%, również na elewacji południowej.

2. Wpływ przeszklenia na straty ciepła

Straty ciepła w budynkach wynikają m.in. z przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne i wewnętrzne zarówno nieprzezroczyste jak i przezroczyste. Ilość ciepła traconego przez przegrody zależy od pola ich powierzchni, właściwości termooizolacyjnych oraz różnicy temperatur występującej po obydwu stronach przegrody. Niższa izolacyjność cieplna przegród przezroczystych w stosunku do izolacyjności cieplnej przegród nieprzezroczystych powoduje, że są one pod względem energetycznym słabym punktem w okrywie budynków. Generują, bowiem znaczne straty ciepła, co jest istotne szczególnie w budynkach użyteczności publicznej, które charakteryzują się zwykle dużym przeszkleniem elewacji.

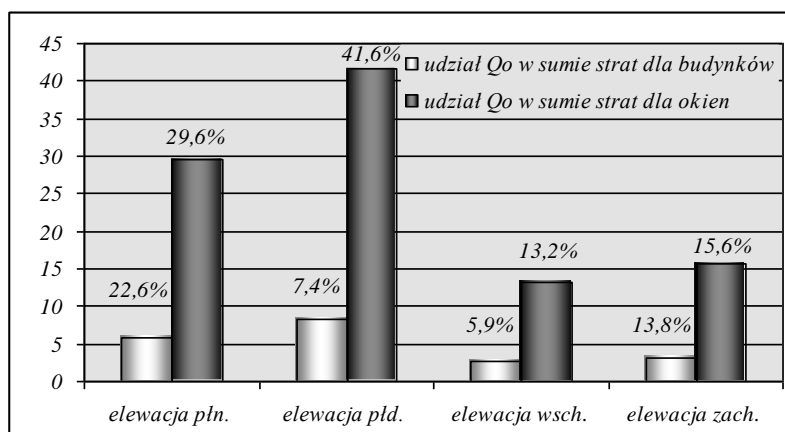
W rozpatrywanej grupie budynków oświatowych oszacowano straty ciepła na przenikanie przez okna. Wyniki przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2

Straty ciepła przez okna Q_o

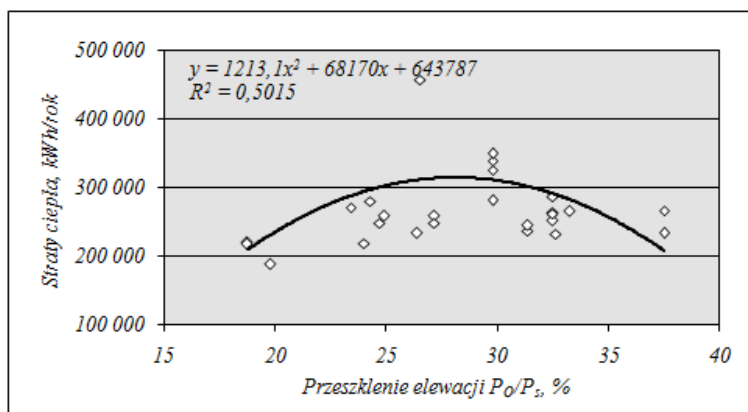
Miara opisu stat.	Elewacja pñ.	Elewacja pñd.	Elewacja wsch.	Elewacja zach.
	kWh/rok			
\bar{x}	17 043,9	23 935,8	7 578,1	8 993,2
s	11 546,1	11 656,4	6 254,9	5 313,8

Straty ciepła przez powierzchnie przeszklone stanowią pokaźny udział w całkowitych stratach ciepła analizowanej struktury budynków. Rys. 2 przedstawia udział strat ciepła przez okna w całkowitych stratach budynków i okien.



Rys. 2. Udział strat ciepła przez okna w całkowitych stratach dla budynków oraz okien

Prześlędzono wpływ wielkości przeszklenia elewacji na kształtowanie się strat ciepła w rozpatrywanej strukturze budynków. Współczynnik determinacji dla uzyskanej zależności przedstawiono na rys. 3



Rys. 3. Wpływ powierzchni przeszklenia na straty ciepła

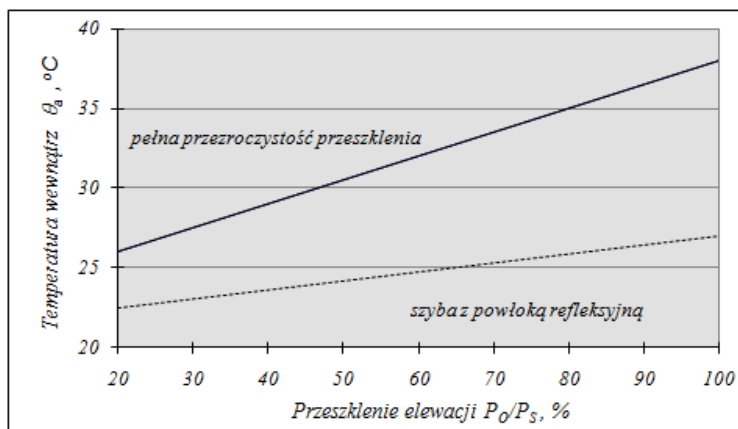
Ważnym problemem jest preferowanie w budynkach oświatowych dużych powierzchni pojedynczych skrzydeł okiennych. Typowe okna zblokowane są często na jednej powierzchni przeszklenia z dużą ilością skrzydeł. Pojedyncze skrzydła przy częstym otwieraniu nierzadko ulegają uszkodzeniu. W efekcie prowadzi to do ich wypaczenia i nieszczelności, a co za tym idzie do wzrostu strat ciepła.

Z przeszkleniem elewacji wiąże się oczywiście również wykorzystanie zysków ciepła pochodzącego od promieniowania słonecznego. Zyski te są większe w początkowych i końcowych miesiącach sezonu grzewczego oraz dla pomieszczeń z dużym przeszkleniem usytuowanym na elewacji południowej. Stosunek zysków do strat poprawia się średnio o 20% w budynkach jednorodzinnych oraz o 10% w wielorodzinnych [2, 3]. Różnica między dniem słonecznym a bezsłonecznym w styczniu jest widoczna w dużym chwilowym udziale energii słonecznej w ogólnym chwilowym bilansie ciepła. Może stanowić on nawet około 30% całkowitych potrzeb energetycznych danego pomieszczenia. W przekroju dobowym wartość ta spada jednak do 6,5% [2]. Pełne wykorzystanie zysków od promieniowania jest jednak możliwe przy wyposażeniu instalacji centralnego ogrzewania w automatykę regulacyjną - pogodową. Przy projektowaniu budynków energooszczędnych samo zwiększanie powierzchni przegród przeszklonych może spowodować w efekcie wzrost zużycia ciepła do ogrzewania budynku w globalnym bilansie ciepła, ze względu na wzmożone straty w okresie bezsłonecznym.

3. Wpływ przeszklenia na przegrzewanie i wychładzanie pomieszczeń

Nadmierne przeszklenie elewacji ma negatywny wpływ na warunki temperaturowe utrzymujące się w pomieszczeniach zwłaszcza w okresie letnim. Stają się one wówczas przyczyną znacznego wzrostu temperatury powietrza i wzmożonego przegrzewania pomieszczeń w budynkach. Jednak problem ten dotyczy również w pew-

nym zakresie okresu zimowego zwłaszcza w przypadku braku możliwości zastosowania regulacji dopływu ciepła do pomieszczeń. Wpływ przeszklenia elewacji (dla szyb w przypadku maksymalnej ich przezroczystości oraz przy zastosowaniu powłoki refleksyjnej) na temperaturę powietrza przedstawia rys. 4 [3].



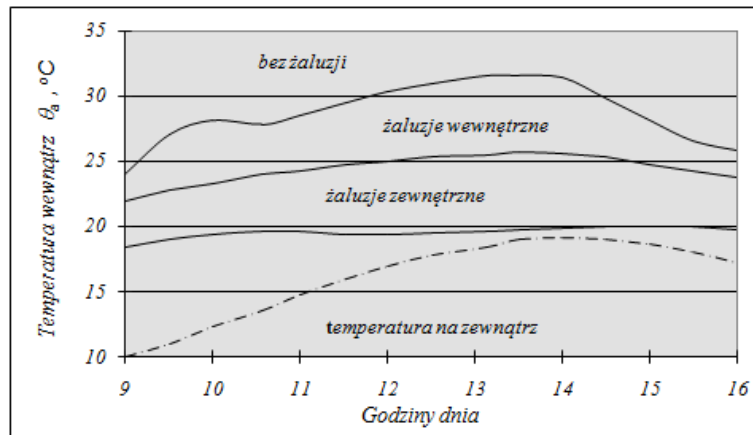
Rys. 4. Wpływ powierzchni przeszklenia na temperaturę powietrza w pomieszczeniu

Zastosowanie powłok refleksyjnych pozwala na znaczne obniżenie wartości temperatury powietrza we wnętrzach budynków. Powłoki ograniczające dopływ promieniowania słonecznego do pomieszczeń powodują jednak równocześnie ograniczenie zysków ciepła i wzrost potrzeb cieplnych.

O zróżnicowaniu wielkości temperatury powietrza w pomieszczeniu decyduje także odpowiedni kształt powierzchni przeszklonej. Okna niskie i długie powodują większe przegrzewanie pomieszczeń niż wysokie i wąskie o tej samej powierzchni. Wąskie okno zapewnia większą zmienność nasłonecznienia wnętrza w ciągu dnia przez wąski i szybko przesuwający się strumień promieni słonecznych. Powoduje to krótkotrwałe nasłonecznianie powierzchni we wnętrzu i mniejszy wzrost ich temperatury. Odpowiednio niskie umieszczenie okien w budynkach oświatowych umożliwia równocześnie dzieciom możliwość kontaktu z otaczającym środowiskiem.

Niekorzystne oddziaływanie nadmiernego nasłonecznienia pomieszczeń w budynkach można łagodzić poprzez stosowanie szyb z powłokami refleksyjnymi lub przez zabezpieczenie przeszklenia różnego rodzaju urządzeniami przeciwsłonecznymi. Wpływ zastosowania żaluzji na kształtowanie się wartości temperatury powietrza wewnątrz pomieszczeń w budynkach ukazuje rys. 5 [3].

W okresie zimowym, a także w przypadku utrzymywania się niskich temperatur na zewnątrz w okresie poza sezonem grzewczym duże przeszklenia mogą wpływać również na obniżenie wartości temperatury w pomieszczeniu. Niska izolacyjność cieplna stolarki okiennej w budynkach oświatowych oraz częste występowanie usterek i związana z tym faktem ich nieszczelność dodatkowo potęgują to zjawisko, zwłaszcza w czasie wietrznej pogody.



Rys. 5. Wpływ zastosowania żaluzji na temperaturę powietrza w pomieszczeniu

Badania prowadzone w budynkach szkół i przedszkoli [4] wykazały, że w przypadku szczelnych okien temperatura powietrza w środku pomieszczeń na wysokości 1,5 m od podłogi była $2\div 9^{\circ}\text{C}$ wyższa niż w przypadku nieszczelnych okien. Gradient temperatury kształtował się na poziomie $1,5\div 2,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ i $4\div 6,5^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Stwierdzono równocześnie zróżnicowanie temperatur i prędkości przepływu powietrza na głębokości pomieszczeń. W pobliżu nieszczelnych okien notowane temperatury powietrza były o $1\div 3^{\circ}\text{C}$ niższe niż w środku pomieszczeń, a prędkość przepływu powietrza wzrastała około 4÷6-krotnie. Zwiększony przepływ chłodnego powietrza i powstawanie przeciągów jest dotkliwie również w strefie przypodłogowej, w której zgodnie z gradientem temperatur, występującym przy ogrzewaniu centralnym wodnym z grzejnikami usytuowanym na ścianie zewnętrznej pod oknem utrzymuje się najniższa wartość temperatury powietrza w pomieszczeniach i gdzie często przebywają zwłaszcza najmłodsze dzieci.

4. Wpływ przeszklenia na utratę komfortu cieplnego

Głównym zadaniem okien, z punktu widzenia mikroklimatu wewnątrz komfortu cieplnego osób, jest zapewnienie odpowiedniej ilości światła dziennego, promieniowania słonecznego oraz powietrza. Okna są filtrem pomiędzy środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym. Zabezpieczają one wnętrza budynków przed uciążliwym oddziaływaniem czynników zewnętrznych umożliwiając jednocześnie kontakt wzrokowy z otaczającym środowiskiem. Poczucie łączności ze światem zewnętrznym przez okna pełni funkcję psychologiczną, dając wrażenie powiększenia przestrzeni wewnętrznej. Badania potwierdzają pozytywny wpływ promieniowania słonecznego na dobry nastrój i samopoczucie oraz wydajność i jakość pracy [4]. Insolacja, tak bardzo pożądana ze względów zdrowotnych jest jednak równocześnie zjawiskiem negatywnym ze względu na oślnienie wzroku, niszczenie niektórych materiałów oraz wzmaganie przegrzewania pomieszczeń, co obniża warunki

komfortu cieplnego. Istotnym problemem w oświetleniu wnętrz światłem dziennym jest także równomierność w oświetleniu pola widzenia, gdyż zbyt duża kontrastowość powoduje ograniczenie ostrości widzenia oraz sprawności oka.

Do scharakteryzowania odczuć cieplnych badanych grup respondentów w budynkach oświatowych użyto siedmiostopniowej skali komfortu cieplnego według ASHRAE, ponieważ dawała ona bardziej wiarygodne wyniki w przypadku badań prowadzonych wśród dzieci.

TABELA 3

Ocena komfortu cieplnego

Miara opisu statystycznego	Dorośli			Dzieci		
	M	I	Y	M	I	Y
	met	clo	–	met	clo	–
\bar{x}	1,4	0,72	3,7	2,2	0,72	4,6
s	0,2	0,16	1,0	0,6	0,15	1,0

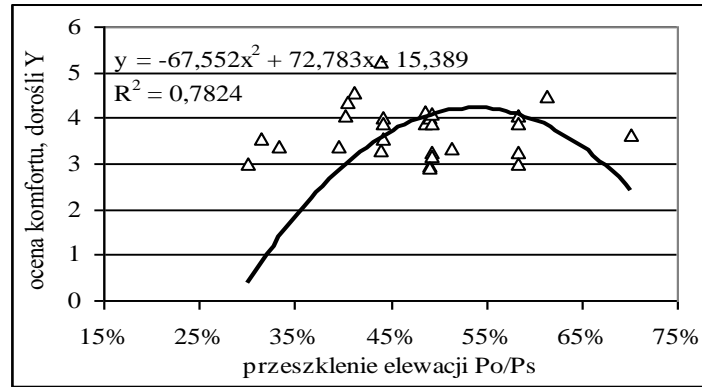
Średnia ocena komfortu cieplnego Y dzieci wyniosła 4,6 i była o około jeden stopień wyższa od oceny dorosłych. Dzieci charakteryzowały się wyższym poziomem metabolizmu w porównaniu z osobami dorosłymi - nauczycielami. Średnia izolacyjność cieplna odzieży u dzieci była właściwie zbliżona do izolacyjności odzieży u osób dorosłych. Dobór odzieży dla dzieci pozostawał, bowiem w znacznym stopniu w gestii dorosłych. Noszenie odzieży o określonej izolacyjności było spowodowane częściowo potrzebą zrekompensowania określonych wartości temperatur powietrza w pomieszczeniach, częściowo jednak wynikało z przyzwyczajenia, co do noszenia określonego typu ubrań w określonej porze roku.

Przebadano związek pomiędzy oceną środowiska cieplnego Y a przeszkleniem elewacji A_O/A_E . Ocenę przeprowadzono osobno dla dwóch badanych grup respondentów: dla dzieci oraz dla osób dorosłych - nauczycieli przebywających w pomieszczeniach. Na rys. 6 przedstawiono wpływ wielkości przeszklenia elewacji P_O/P_S na ocenę komfortu cieplnego Y osób dorosłych (nauczycieli) przebywających w pomieszczeniach.

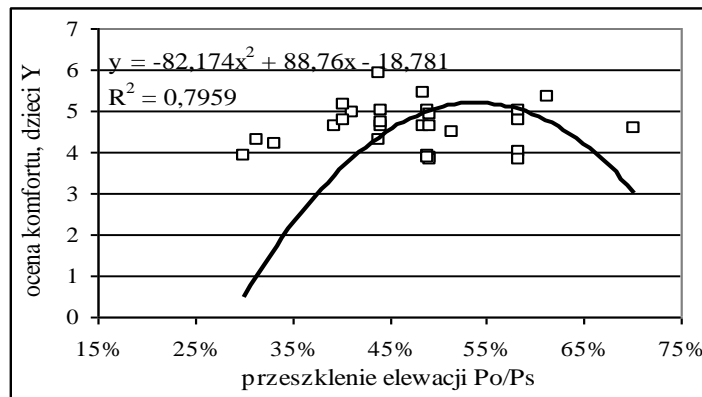
Na rys. 7 przedstawiono wpływ wielkości przeszklenia elewacji P_O/P_S na ocenę komfortu cieplnego Y dzieci przebywających w pomieszczeniach.

Zanotowano wyraźny wpływ wielkości przeszklenia na odczucia cieplne osób przebywających w pomieszczeniach. Wielkość przeszklenia wpływała także na kształtowanie się temperatury komfortu oraz temperatury odczuwalnej.

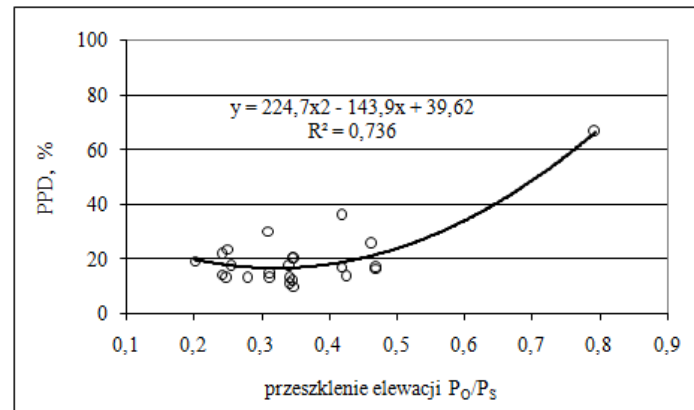
Przebadano również procent niezadowolonych użytkowników pomieszczeń z istniejących warunków komfortu cieplnego kształtujących się w pomieszczeniach w okresie letnim, gdzie dochodziło często do zjawiska przegrzewania pomieszczeń w budynkach. Miało to szczególnie duże znaczenie w obiektach przedszkolnych użytkowanych również przez cały okres sezonu letniego.



Rys. 6. Wpływ powierzchni przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego (Y) osób dorosłych



Rys. 7. Wpływ powierzchni przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego (Y) dzieci



Rys. 6. Wpływ powierzchni przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego (Y) osób dorosłych
 Zaobserwowano wyraźną zależność pomiędzy negatywną oceną warunków środowiska wewnątrz w budynkach oświatowych a przegrzewaniem pomieszczeń.

Niska izolacyjność cieplna okien była przyczyną utrzymywania się znacznie niższej temperatury na ich wewnętrznej powierzchni w stosunku do temperatur na powierzchni innych przegród oraz wzrostu asymetrii pola promieniowania cieplnego. Było to przyczyną nierównomiernego ochładzania ciał osób przebywających w pomieszczeniach. Nieszczelność okien potęgowała ten efekt wywołując uczucie dyskomfortu nie tylko w pobliżu okien, ale i z dala od nich, zwłaszcza w czasie wietrznej pogody. Nierównomierne ochładzanie ciała spowodowane niską temperaturą utrzymującą się na powierzchniach przegród, może prowadzić do osłabienia sił odpornościowych oraz ostrych i chronicznych stanów zapalnych, zwłaszcza u dzieci. Badania prowadzone w budynkach edukacyjnych wykazały, że dzieci przebywające w salach o umiarkowanym przeszkleniu przeziębają się i chorują dwa razy rzadziej niż w salach z dużymi oknami.

Wzmożone przegrzewanie lub wychładzanie pomieszczeń i związane z tym wahania temperatur są przyczyną spadku zadowolenia z warunków otaczającego środowiska. Zarówno nadmierne, jak i zbyt małe ilości ciepła oddawane do otoczenia wywołują, bowiem uczucie napięcia i zmęczenia. Oprócz tych symptomów przy długotrwałym i dużym natężeniu promieniowania słonecznego występowało również olśnienie wzroku, co prowadziło do zaburzeń w polu widzenia.

Stres spowodowany długotrwałym przebywaniem w niekorzystnych dla człowieka warunkach środowiska może być przyczyną upośledzenia jego aktywności życiowej i obniżenia zdolności koncentracji, a także może prowadzić do licznych schorzeń. Dobre samopoczucie w danym środowisku jest zależne m.in. od zachowania w nim równowagi cieplnej.

Podsumowanie i wnioski

Z badań wynika, że przeszklenie w budynkach oświatowych powinno wynosić około 15÷20% [3], tymczasem budynki te charakteryzują się często przeszkleniem sięgającym nawet 50÷60%. Jest to nie tylko powodem nadmiernych strat ciepła, ale może prowadzić do pogorszenia warunków mikroklimatu wewnątrz i obniżenia komfortu cieplnego osób w pomieszczeniach.

Właściwie we wszystkich analizowanych budynkach powierzchnia przeszklenia elewacji utrzymywała się na poziomie powyżej 20%. Nie pozostawało to bez wpływu na wartość generowanych strat ciepła przez te przegrody. Straty ciepła przez przegrody przezroczyste dla rozpatrywanej struktury budynków dochodziły do około 20% całkowitych strat. Uzyskano wyraźną zależność pomiędzy wielkością strat ciepła a wielkością okien. Okna są jednocześnie elementem generującym zyski ciepła w ogólnym bilansie cieplnym budynków. Pełne wykorzystanie zysków od promieniowania jest jednak możliwe tylko w przypadku wyposażeniu instalacji c.o. w automatykę pogodową. Przy projektowaniu budynków energooszczędnych samo zwiększanie powierzchni okien może spowodować wzrost zużycia ciepła do ogrzewania w globalnym bilansie, ze względu na wzmożone straty w okresie bezsłonecznym. Jest również głównym powodem utraty komfortu cieplnego. Mała powierzchnia czy liczba okien sprzyja ograniczeniu zużycia ciepła jednak może

powodować niedoświetlenie, zwłaszcza głębokich pomieszczeń. Powoduje to wówczas konieczność korzystania w znacznie większym stopniu z oświetlenia sztucznego i potęguje zużycie energii elektrycznej. Nieszczelność stolarki okiennej ma dodatkowo negatywny wpływ na straty ciepła.

Wszystkie sale przeznaczone do przebywania dzieci były dostatecznie oświetlone światłem dziennym, a oszacowany współczynnik oświetlenia dziennego był wyższy od zalecanej wartości minimalnej, dlatego też wielkość przeszklenia w analizowanych budynkach można byłoby utrzymywać na znacznie niższym poziomie, co przyczyniłoby się nie tylko do ograniczenia strat ciepła, ale także poprawy warunków mikroklimatu wewnątrz i komfortu cieplnego przebywających w nich osób. Duże przeszklenia w budynkach oświatowych były, bowiem przyczyną utrzymywania się wysokiej temperatury w ich wnętrzach w okresie letnim, a co za tym idzie częstego przegrzewania pomieszczeń, co wpływało na negatywną ocenę komfortu cieplnego. W czasie upałów notowano średnio wyższe temperatury powietrza w pomieszczeniach w stosunku do temperatur występujących w budynkach o innym przeznaczeniu. Warunki panujące wewnątrz pomieszczeń były, więc oceniane, jako mniej komfortowe a nawet, jako nie nadające się do dłuższego w nich przebywania. Pokażne przeszklenia były również przyczyną utrzymywania się niekorzystnego gradientu temperatury, zarówno w pionie jak i w poziomie oraz występowania niesymetrycznego promieniowania. Zbyt duże różnice w temperaturach otaczających powierzchni zaburzają prawidłowe, równomierne oddawanie ciepła przez ciało ze wszystkich stron. Niesymetryczne termiczne obciążenie ciała jest niekorzystne, a różnice wynoszące $20\div 30\text{ W/m}^2$ są już wyraźnie wyczuwalne. Przy intensywnym promieniowaniu słonecznym przez okno powstają znaczne obciążenia wynoszące nawet $350\div 450\text{ W/m}^2$ [4].

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690 ze zmianami (m.in. Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1238)
- [2] Lis P., Lis A., Okna a straty ciepła i wentylacja ogrzewanych budynków edukacyjnych, Czasopismo Techniczne, R. 103: 2006 zeszyt 5-B, Zeszyt specjalny, Międzynarodowe Seminarium ENERGOPOM' 2006 część II, Kraków Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 2006, s. 423-432, ISSN 0011-4561.
- [3] Lis A., Utrata ciepła przez powierzchnie przeszklone, Okno R. 12 (32): 2006 nr 1, 144-147
- [4] Lis A., Elementy mikrośrodowiska wewnątrz, wpływające na samopoczucie ludzi w pomieszczeniach, Forum Wentylacja 2005 Warszawa DTPress 2005, s. 93-109

Streszczenie

W materiale zaprezentowanym w niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w typowych budynkach oświatowych. Przedmiotem analizy był wpływ wartości przeszkle-

nia budynków na straty i zyski ciepła, kształtowanie się temperatury we wnętrzach oraz warunków komfortu cieplnego.

The problems of excessive glazing in educational buildings

Abstract

The paper presents the results of the research in educational buildings. The main object of analysis was the heat losses in buildings. This analysis was carried out to evaluate the influence of glass surface on the value of heat losses. Also discusses the impact of glazing on the temperature value and thermal comfort conditions inside the buildings.