

## WPLYW PRZESZKLENIA NA OCENĘ KOMFORTU CIEPLNEGO

Anna LIS\*

\* Politechnika Częstochowska, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli  
ul. Akademicka 3, 42-200 Częstochowa, e-mail: [annalis29@wp.pl](mailto:annalis29@wp.pl)

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w typowych budynkach edukacyjnych. Przedmiotem analizy była ocena stanu warunków komfortu cieplnego przez osoby przebywające w pomieszczeniach. Analizę przeprowadzono pod kątem wpływu wielkości powierzchni przeszklonych w budynkach na kształtowanie się odczuć ciepłych ludzi w pomieszczeniach. Badania prowadzone były w dwóch grupach respondentów, w grupie dzieci oraz w grupie osób dorosłych.

**Słowa kluczowe:** komfort cieplny, budynki edukacyjne, powierzchnia przeszklenia.

### 1. WPROWADZENIE

Komfort cieplny jest stanem zadowolenia człowieka z warunków cieplnych otoczenia. Ze względu na istniejące różnice biologiczne między ludźmi nie jest możliwe skonstruowanie takiego wnętrza, które satysfakcjonowałoby wszystkie przebywające w nim osoby. Dąży się jednak do ukształtowania takich, optymalnych warunków wewnątrz pomieszczeń, żeby jak największa liczba osób odczuwała stan zadowolenia ze środowiska, w jakim przebywa. Stan neutralnego odczuwania doznań związanych z warunkami panującymi w określonym wnętrzu identyfikowany jest z idealnym stanem komfortu.

Najbardziej rozpowszechnionym miernikiem komfortu cieplnego, odczuwanego przez daną osobę, jest jej własna ocena. Zależy ona od zewnętrznych warunków fizycznych, wewnętrznych procesów fizjologicznych oraz od uwarunkowań psychologicznych. Duża, rzeczywista liczba czynników wpływających na samopoczucie w znacznej mierze utrudnia ścisłe ustalenie warunków komfortu. Obecnie przy ocenie odczuć cieplnych przez osoby znajdujące się w danym środowisku stosuje się powszechnie dwie siedmiostopniowe skale komfortu cieplnego ASHRAE i Bedforda [1, 2].

Na całokształt obrazu warunków panujących w pomieszczeniach i odczuwanie stanu komfortu cieplnego

go przez osoby w nich przebywające oddziałuje szereg czynników. Właściwe ukształtowanie wartości poszczególnych elementów mikroklimatu wnętrz jest podstawowym warunkiem osiągnięcia przez osoby przebywające w danym środowisku stanu komfortu cieplnego oraz ogólnego dobrego samopoczucia i zdrowia. Warunki mikroklimatu wnętrz, a co za tym idzie komfortu cieplnego przebywających w nich osób są powiązane z charakterystyką architektoniczno-budowlaną budynku. Na pierwszy plan wysuwa się tu wpływ przegród przezroczystych.

### 2. FUNKCJA OKIEN W ASPEKTCIE TWORZENIA WARUNKÓW KOMFORTU CIEPLNEGO

Głównym zadaniem okien, z punktu widzenia komfortu cieplnego, jest zapewnienie odpowiedniej ilości światła dziennego oraz promieniowania słonecznego. Okna są filtrem pomiędzy środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym. Zabezpieczają one wnętrza budynków przed uciążliwym oddziaływaniem czynników zewnętrznych. W systemie wentylacji grawitacyjnej przez okna realizowany jest napływ powietrza do budynków.

Pod kątem normowania oświetlenia dziennego i nasłonecznienia sprecyzowano wymaganie by stosunek powierzchni okien do powierzchni podłogi w pomieszczeniu wynosił, co najmniej 1:8. Wymagania precyzują także czas zapewnienia nasłonecznienia dla poszczególnych pomieszczeń w ciągu dnia. Promieniowanie widzialne, będące częścią promieniowania słońca, jest najzdrowszym dla oczu rodzajem światła. Towarzyszące mu promienie ultrafioletowe mają niszczący wpływ na mikroorganizmy. W pobliżu okien stwierdza się zwykle 50% mniej drobnoustrojów w powietrzu niż w głębi pomieszczenia gdzie nie dociera promieniowanie słoneczne. Promienie podczerwone dostarczają do pomieszczeń energię cieplną. Istotna jest także równomierność w oświetleniu pola widzenia, zbytnia kontrastowość powoduje ograniczenie ostrości oraz sprawności oka.

Niezwykle ważnym aspektem jest możliwość kontaktu wzrokowego przez okna ze środowiskiem otaczającym budynek. 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 [1, 2]. Insolacja, tak bardzo pożądana ze względów zdrowotnych, w oświetleniu wnętrza stanowi jednak czynnik sporadyczny. Bezpośrednie oddziaływanie promieni słonecznych jest właściwie zjawiskiem negatywnym ze względu na olśnienie wzroku, niszczenie niektórych materiałów oraz wzmaganie przegrzewania pomieszczeń.

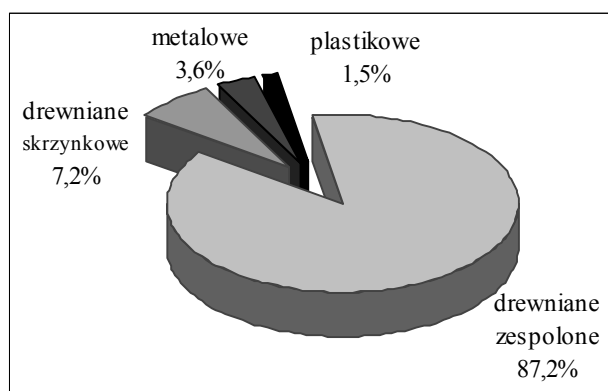
### 3. CHARAKTERYSTYKA STOLARKI OKIENNEJ W ANALIZOWANYCH BUDYNKACH

Analizowane budynki edukacyjne są obiektami wolnostojącymi, powstałymi w latach 1950-1992, średnio okres powstania większości obiektów przypada na lata 70-te i 80-te ubiegłego stulecia.

Powierzchnia użytkowa w badanej strukturze wynosiła średnio 972 m<sup>2</sup>, a kubatura kształtowała się na poziomie 4540 m<sup>3</sup>.

Znaczna część budynków była wykonana w technologii tradycyjnej z cegły pełnej, część budynków powstała w technologii prefabrykowanej – cegła żerańska.

W przeważającej części budynków zamontowano okna drewniane z szybami zespolonymi. W pozostałych budynkach były okna plastikowe i metalowe z szybami zespolonymi oraz okna drewniane skrzynkowe. Udział poszczególnych rodzajów okien w analizowanej strukturze budynków przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Udział poszczególnych rodzajów okien w analizowanej strukturze budynków.

Fig. 1. The participation of individual kind of windows in analysed structure of buildings.

Średnio wartość powierzchni okien ( $P_O$ ) w budynkach wynosiła 221,4 m<sup>2</sup>, natomiast w salach przeznaczonych do długotrwałego przebywania dzieci 112,1 m<sup>2</sup>. Szczegółowe wyniki przedstawiono w tabeli 1.

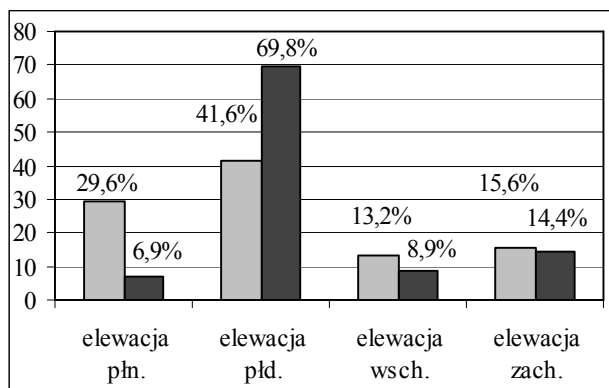
Tabela 1. Charakterystyka powierzchni okien budynków, w których prowadzono badania.

Table 1. The characteristic of windows surface in buildings.

Cały budynek					
Miary statystyczne	$P_O$	pln.	pld.	wsch.	zach.
	m <sup>2</sup>				
Średnia arytmetyczna	221,4	65,6	92,1	29,2	34,6
Wartość minimalna	99,1	11,2	24,6	5,7	6,7
Wartość maksymalna	484,5	133,9	195,8	81,8	73,0
Odchylenie standardowe	107,4	44,4	44,8	24,1	20,4

Sale do długotrwałego przebywania dzieci					
Miary statystyczne	$P_O$	pln.	pld.	wsch.	zach.
	m <sup>2</sup>				
Średnia arytmetyczna	112,1	19,8	81,1	17,4	25,0
Wartość minimalna	57,6	14,5	18,5	3,1	10,1
Wartość maksymalna	161,6	20,3	141,1	32,3	55,6
Odchylenie standardowe	35,2	3,4	31,1	8,8	15,7

Rys. 2 przedstawia udział powierzchni okien na poszczególnych elewacjach w całkowitej ich powierzchni (1 - cały budynek, 2 - tylko elewacje, na których są okna sal przeznaczonych do przebywania dzieci).



Rys. 2. Udział powierzchni okien na poszczególnych elewacjach (pn., pld., wsch. oraz zach.) w całkowitej powierzchni okien.  
Fig. 2. The participation of windows surface on individual facades (N, S, E and W) in total surface of windows.

Oszacowano również wartość przeszklenia ( $P_0/P_s$ ), czyli stosunek powierzchni okien do powierzchni ścian. Budynki edukacyjne charakteryzują się znacznym przeszkleniem elewacji, sięgającym nawet do 70%. Wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Charakterystyka przeszklenia budynków, w których prowadzono badania.

Table 2. The characteristic of glass surface in research buildings.

Cały budynek					
Miary statystyczne	$P_0/P_s$	pn.	pld.	wsch.	zach.
	$m^2$				
Średnia arytmetyczna	28,3	25,5	37,1	18,9	25,0
Wartość minimalna	18,8	7,5	19,6	7,7	9,0
Wartość maksymalna	37,5	45,6	60,2	36,7	47,2
Odchylenie standardowe	5,0	10,3	8,4	7,6	11,2

Sale do długotrwałego przebywania dzieci					
Miary statystyczne	$P_0/P_s$	pn.	pld.	wsch.	zach.
	$m^2$				
Średnia arytmetyczna	47,7	53,7	51,6	33,9	41,6
Wartość minimalna	30,1	32,4	25,7	13,9	26,7
Wartość maksymalna	70,3	69,9	70,3	58,6	61,4
Odchylenie standardowe	9,1	11,2	10,3	14,2	13,5

#### 4. ODCZUCIA CIEPLNE OSÓB

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

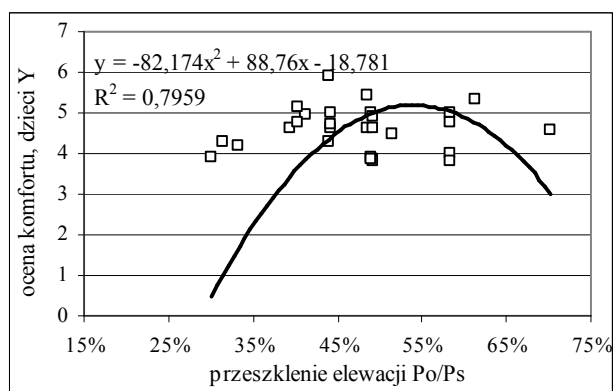
Tabela 3. Ocena komfortu cieplnego.  
Table 3. The evaluation of thermal comfort.

Ocena komfortu	Dzieci			Dorośli		
	M	I	Y	M	I	Y
	met	clo	-	met	clo	-
Średnia arytmetyczna	2,2	0,72	4,6	1,4	0,72	3,7
Odchylenie standardowe	0,6	0,15	1,0	0,2	0,16	1,0

Średnia ocena komfortu cieplnego Y dzieci wyniosła 4,6 i była o około jeden stopień wyższa od oceny dorosłych. Dzieci charakteryzowały się znacznie wyższym poziomem metabolizmu w porównaniu z osobami dorosłymi –

nauczycielami. Generalnie ocena środowiska dokonana przez dzieci i dorosłych mieściła się w strefie komfortu, czyli pomiędzy wartością 3 i 5.

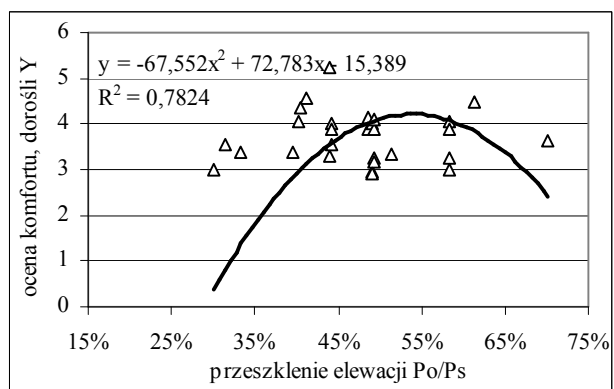
Przebadano związek pomiędzy oceną środowiska cieplnego Y a przeszkleniem elewacji. Ocenę przeprowadzono osobno dla dwóch badanych grup respondentów: dla dzieci oraz dla nauczycieli przebywających w salach. Pod uwagę wzięto przeszklenia tych elewacji, na których umieszczone były okna sal przeznaczonych do długotrwałego przebywania dzieci. Na rys. 3 przedstawiono wpływ wielkości przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego dzieci.



Rys. 3. Wpływ powierzchni przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego (Y) dzieci.

Fig. 3. The influence of glass surface on the children's evaluate of thermal comfort.

Na rys. 4 przedstawiono wpływ wielkości przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego dorosłych.



Rys. 4. Wpływ powierzchni przeszklenia na ocenę komfortu cieplnego (Y) dorosłych

Fig. 4. The influence of glass surface on the adult's evaluate of thermal comfort.

Zanotowano wyraźny wpływ powierzchni przeszklonych na odczucia cieplne osób przebywających w pomieszczeniach.

## 5. PODSUMOWANIE

Budynki edukacyjne charakteryzują się znaczną powierzchnią przeszklenia. Wielkość przeszklenia w pomieszczeniach wpływała w okresie zimowym na obniżenie temperatury odczuwalnej. 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 [1].

W okresie letnim nadmierne przeszklenia były przyczyną wzmoczonego przegrzewania pomieszczeń. Nie tylko nadmierne, ale i zbyt małe ilości ciepła oddawane do otoczenia wywoływały uczucie napięcia i zmęczenia. Oprócz tych symptomów występowało również oślnienie 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 w głównej mierze od zachowania w nim równowagi cieplnej.

### THE INFLUENCE OF GLASS SURFACE ON THE EVALUATION OF PEOPLE'S THERMAL COMFORT

**Summary:** The paper presents the results of the research in educational buildings. The main object of analysis was the conditions of people's thermal comfort in the rooms. This analysis was carried out to evaluate the influence of glass surface on the value of people's thermal comfort inside the rooms. The research was conducted in two groups of peoples, in children's and in adult's group.

### Literatura

- [1] Lis A., Śliwowski L. *Wybrane problemy komfortu cieplnego osób w zamkniętych pomieszczeniach*. Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja 7-8 (2002) 45-49
- [2] Śliwowski L. *Mikroklimat wnętrz*. W: Budownictwo ogólne. Fizyka budowli. Red.: P. Klemm. Tom drugi. Arkady, Warszawa 2007