

OCENA WPŁYWU ZASTOSOWANIA ROLET ZEWNĘTRZNYCH NA WSPÓLCZYNNIK PRZENIKANIA CIEPŁA OKIEN (CZEŚĆ 1)

THE ESTIMATION OF INFLUENCE OF EXTERIOR ROLLER SHUTTERS ON HEAT LOSS COEFFICIENT THROUGH WINDOWS (PART 1)

A. Węglarz, W. Tworek

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

STRESZCZENIE

W artykule opisano: charakterystykę rolet, ich funkcje użytkowe takie jak: ochrona przeciwsłoneczna, ograniczenie strat ciepła przez okna, ochrona akustyczna, ochrona antywłamaniowa itd oraz budowę i rodzaje rolet. Dokonano oceny wpływu zastosowania rolet zewnętrznych na współczynnik ciepła okien, podając sposób określania dodatkowego oporu cieplnego okien z zamkniętymi roletami zewnętrznymi według polskiej normy PN-EN ISO 10077-1:2007. Wykonano przykładowe obliczenia i wysnuło wnioski, że współczynnik przenikania ciepła okna z roletą zamkniętą jest co do wartości o ponad 21% korzystniejszy od współczynnika samego okna

ABSTRACT

The paper presents characteristics of external blinds and their functionality with regards to: sun protection, heat loss reduction through windows, sound insulation, burglary protection as well as construction and types of external blinds. An evaluation of external blinds application impact on window heat factor has been done and further a method of determining the additional window thermal resistance with the external blinds closed according to PN-EN ISO 10077-1:2007 standard. Sample calculations were done which lead to the conclusion that the heat transfer coefficient of window with external blinds closed is over 21% more efficient than the heat transfer coefficient of window itself.

WSTĘP

W obliczu coraz większych wymagań stawianych wobec budynków w kwestii zmniejszania zapotrzebowania na energię do ogrzewania poszukuje się doskonalszych sposobów ograniczania strat ciepła. Jednym z elementów przegród budowlanych przyczyniających się do największych strat są okna, a często polecanym sposobem na ich ograniczenie jest montaż rolet zewnętrznych. Producenci takich rozwiązań deklarują ogromne potencjalne oszczędności, czasem poparte nawet prostymi obliczeniami. Czy możliwa jest wiarygodna, wymierna prognoza tych oszczędności?

W poniższym artykule autorzy starają się odpowiedzieć na ww. postawione pytanie.

CHARAKTERYSTKA ROLET

Rolety jako osłony okien pojawiły się przed wiekami wraz z samymi oknami. Z rozwojem techniki budowlanej zmieniały się zarówno ich konstrukcja, jak i ich funkcje. Na przestrzeni ubiegłego wieku wykształciły się całkiem nowe oczekiwania względem rolet zewnętrznych. I to spełnieniu tych funkcji podporządkowane są obecnie stosowane i udoskonalane rozwiązania techniczne. Poniżej przedstawiono najważniejsze funkcje rolet, które warunkują ich budowę.

Ochrona przeciwsłoneczna

Jedną z podstawowych funkcji rolet jest ograniczenie nadmiernego nasłonecznienia. Osłony okienne opuszczone częściowo lub całkowicie zmniejszają ilość energii słonecznej docierającej do pomieszczeń zmniejszając ryzyko przegrzania pomieszczeń. Zwiększa to komfort użytkownika pomieszczeń, szczególnie w okresach letnich upałów oraz wzmożonego nasłonecznienia. W przypadku stosowania instalacji klimatyzacyjnej unikanie przegrzewania może przynieść wymierne oszczędności. Zaciemnianie może być także podyktowane potrzebą ograniczenia oślnienia lub wynikać z indywidualnych preferencji użytkowników (Kubiak, 2001).

Ograniczenie strat ciepła

Wraz z rozwojem techniki budowlanej wzrasta izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych. Powszechnie osiągalny opór cieplny ścian jest jednak znacząco wyższy w porównaniu nawet z nowoczesnymi oknami. Rola, jaką pełnią okna w budynku wymaga w zdecydowanej większości przypadków przezierności oraz możliwości otwierania. Warunkuje to budowę zestawów szybowych utrudniającą przenikanie ciepła. Także sposób osadzenia okien w przegrodach zewnętrznych może być błędnie zaprojektowany bądź zrealizowany, co może mieć negatywny wpływ na izolacyjność okna. (Kubiak, 2001)

W związku z powyższym rolety zewnętrzne stosuje się w celu ograniczenia strat ciepła przez okno.

Ochrona akustyczna

Opuszczone rolety stanowi dodatkową barierę ograniczającą hałas docierający do wnętrza budynku. Rozpraszaniu fal dźwiękowych sprzyja zaokrąglony kształt listewek pancerza większości rolet. W Internecie można znaleźć dane według których opuszczone rolety mogą ograniczyć natężenie hałasu o kilkanaście decybeli (Kubiak, 2001).

Ochrona antywłamaniowa

Wszelkie osłony okien stanowią dodatkową barierę w przypadku włamania przez okno. Skuteczność rolet pod względem ochrony antywłamaniowej może być oceniana na podstawie tzw. „czasu oporu” wg. PN-ENV 1627. Wynik przyporządkowuje produkt do klas od 1 do 6, gdzie klasa 6 oznacza rolety o minimalnym czasie oporu 20 minut przy próbie sforsowania za pomocą szlifierki kątovej (PN-EN 1627:2012). Rolety niższych klas są przede wszystkim wyposażone w systemy utrudniające podniesienie ich od zewnątrz. Sforsowanie takich osłon wymaga czasu i powoduje hałas. W ten sposób należy rozumieć ochronę antywłamaniową rolet instalowanych w celu kontroli nasłonecznienia oraz ograniczenia strat ciepła (Hanusiak, 2009).

Ochrona stolarki

Zamknięta roleta stanowi fizyczną osłonę chroniącą okno przed zjawiskami atmosferycznymi, takimi jak grad. Ponadto dodatkowy opór cieplny, o którym mowa w dalszej części tego opracowania, może ograniczać wpływ ekstremalnych temperatur. Można zatem uznać, że w czasie, gdy roleta jest zamknięta wpływ czynników niszczących na stolarkę okienną jest ograniczony, co może się przełożyć na wydłużony okres bezawaryjnej eksploatacji (Kubiak, 2001).

Funkcja psychologiczna – poczucie prywatności

Właściwości antywłamaniowe, tłumienie hałasu oraz możliwość zaciemniania pomieszczeń przyczyniają się do postrzegania rolet, jako środka pozwalającego na osiągnięcie większego poczucia bezpieczeństwa. Sama świadomość możliwości ukrycia się przed niepożądanymi obserwatorami z zewnątrz zwiększa poczucie prywatności.

Ponadto stwierdzono, że opuszczone rolety w wielu przypadkach ograniczają zasięg telefonii komórkowych w domach. Zagadnienie wpływu fal elektromagnetycznych na zdrowie człowieka nie jest jednoznacznie rozstrzygnięte przez naukę, nie jest też tematem tego opracowania.

Budowa i rodzaje rolet

Realizacja wyżej wymienionych funkcji jest uzależniona od materiałów, budowy i sposobu montażu rolet.

Podstawową cechą charakterystyczną rolet jest możliwość zwijania. Jest ona zapewniona przez budowę pancerza, płaszcza rolety z listew, inaczej piór, lameli lub profili. Zwijana roleta nawija się na wał umieszczony w skrzyni, inaczej kasecie. Wielkość

kasety zależy od grubości oraz szerokości profili, które warunkują jak ściśle zwinięcie rolety jest możliwe. Ze względów estetycznych oraz łatwości montażu preferowane są lżejsze rolety i skrzynie o mniejszych wymiarach. Realizacji funkcji rolety jest jednak uzależnione od zastosowanych materiałów i zwykle jest lepsza w przypadku cięższych rolet (Adamczewski, 2013).

Ze względu na sposób montażu wyróżnia się rolety:

- Elewacyjne
- Podtynkowe, do zabudowy zewnętrznej
- Nakładane
- Rolety nadprożowe (RKS- rolokasety).

Wyposażenie budynku w rolety nadprożowe należy zaplanować podczas tworzenia projektu, gdyż później nie da się takich rolet zamontować.

OKREŚLENIE DODATKOWEGO OPORU CIEPLNEGO OKIEN Z ŻALUZJAMI ZAMKNIĘTYMI

Zamknięte rolety lub żaluzje stanowią barierę dla strumienia ciepła. Dodatkowy opór cieplny wynika zarówno z właściwości samej osłony jak i warstwy powietrza zawartej między osłoną, a oknem. (Kubiak, 2001). Model obliczeniowy został przedstawiony w polskiej normie PN-EN ISO 10077-1:2007 Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła – Część 1: Postanowienia ogólne (PN-EN ISO 10077-1:2007). Współczynnik przenikania ciepła okna z żaluzjami zamkniętymi USW jest określony wzorem:

$$U_{SW} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \quad (1)$$

Gdzie:

U_w – wyjściowy współczynnik przenikania okna [W/m^2K];

ΔR – dodatkowy opór cieplny spowodowany warstwą powietrza między żaluzją, a oknem oraz samą żaluzją zamkniętą [m^2K/W].

Należy w tym miejscu dodać, że określeniem powszechnie stosowanym są „rolety zewnętrzne”, ale w normie oraz w aprobatkach technicznych są one nazywane „żaluzjami zwijanymi” (Kubiak, 2001).

Dodatkowy opór cieplny ΔR

Sposób określania wartości ΔR jest przedstawiony w Załączniku G normy (PN-EN ISO 10077-1:2007). Wartość ta zależy od właściwości cieplnych żaluzji i jej przepuszczalności. Opór cieplny R_{sh} samej żaluzji wynika z jej budowy oraz zastosowanych materiałów. Jego wartość można określić na drodze pomiaru, obliczeniowo lub zaczerpnąć ze specyfikacji technicznej osłony. W przypadku braku danych można także skorzystać z Tablicy G.2, która podaje wartości oporu cieplnego typowych żaluzji, a którą przytoczono poniżej, jako Tabelę 1.

Tabela 1. Dodatkowe opory cieplne typowych żaluzji przy określonej przepuszczalności powietrza

Typ żaluzji	Typowy opór cieplny żaluzji R_{sh} [m^2K/W]	Dodatkowe opory cieplne przy określonej przepuszczalności powietrza żaluzji (rolety) zewnętrznej ΔR [m^2K/W]		
		Wysoka lub bardzo wysoka przepuszczalność powietrza	Wysoka lub bardzo wysoka przepuszczalność powietrza	Wysoka lub bardzo wysoka przepuszczalność powietrza
Żaluzje (rolety) zewnętrzne związalne aluminiowe	0,01	0,09	0,12	0,15
Żaluzje (rolety) zewnętrzne związalne drewniane lub i z tworzywa sztucznego, bez wypełnienia pianką	0,10	0,12	0,16	0,22
Żaluzje (rolety) zewnętrzne związalne z tworzywa sztucznego z wypełnieniem pianką	0,15	0,13	0,19	0,26
Żaluzje (rolety) zewnętrzne drewniane o grubości od 25mm do 35 mm	0,20	0,14	0,22	0,3

Wartość R_{sh} przy określaniu ΔR jest brana pod uwagę tylko częściowo w stopniu zależnym od przepuszczalności powietrza żaluzji. Przy mniejszej przepuszczalności, przestrzeń między osłoną, a oknem jest wolniej wychładzana przez infiltrujące powietrze zewnętrzne, dzięki czemu w większym stopniu wykorzystany jest opór cieplny osłony. Wyrażenia określające udział oporu R_{sh} w oporze ΔR w zależności od klasy przepuszczalności żaluzji przedstawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Dodatkowe opory cieplne żaluzji zależnie od ich klasy przepuszczalności powietrza

Przepuszczalność powietrza żaluzji	Dodatkowy opór cieplny ΔR [m^2K/W]
Bardzo wysoka	0,08
Wysoka	$0,25 R_{sh} + 0,09$
Przeciętna	$0,55 R_{sh} + 0,11$
Niska	$0,80 R_{sh} + 0,14$
Bardzo niska (szczelna)	$0,95 R_{sh} + 0,17$

Przepuszczalność żaluzji

W Załącznik H normy (PN-EN ISO 10077-1:2007) zawarto kryterium przepuszczalności żaluzji, na podstawie którego przyporządkowuje się żaluzje jednej z pięciu klas przepuszczalności powietrza żaluzji. Kryterium to jest wyrażone przez szerokość efektywnej szczeliny całkowitej b_{sh} .

$$b_{sh} = b_1 + b_2 + b_3 \quad (2)$$

Gdzie:

b_1, b_2, b_3 – przeciętne szczeliny krawędziowe u dołu, na górze i z boku żaluzji (mm).

Przydział klas przepuszczalności żaluzji w zależności od szerokości szczeliny b_{sh} wyrażonej w milimetrach przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Klasy przepuszczalności powietrza żaluzji

Klasa	Przepuszczalność powietrza żaluzji	b_{sh} [mm]
1	Bardzo wysoka	$b_{sh} \geq 35$
2	Wysoka	$15 \leq b_{sh} < 35$
3	Przeciętna	$8 \leq b_{sh} < 15$
4	Niska	$b_{sh} \leq 8$
5	Szczelna	$b_{sh} \leq 3$ oraz $b_1 + b_3 = 0$ lub $b_2 + b_3 = 0$

Przedstawione kryterium efektywną szczelinę całkowitą definiuje jako sumę szczelin krawędziowych u dołu, na górze i z boku żaluzji. W Załączniku H pojawia się także zalecenie braku otworów w obrębie samej żaluzji dla klas przepuszczalności 2 i wyższych. W związku z powyższym mogą pojawić się wątpliwości, co do klasyfikacji rolet, w których występują perforacje między piórami pancierza. Powszechnie kwalifikuje się je do klasy 3, ale szczególnie badane rolety uzyskują klasy zarówno wyższe, jak i niższe.

Zawarte w Tabeli 3. szczególne wymagania dla najwyższej klasy szczelności oznaczają, że niedopuszczalne jest występowanie szczeliny krawędziowej zarówno u dołu, jak i na górze. Opisane są także szczegóły techniczne budowy żaluzji związalnych pozwalające na przyjmowanie założeń ułatwiających uzyskanie 5 klasy przepuszczalności.

Załącznik H pozwala także na zaklasyfikowanie żaluzji jako szczelnej, jeśli w wyniku pomiaru zostanie stwierdzone, że infiltrujący przez nią strumień powietrza nie przekracza $10 m^3/(h \cdot m^2)$ przy różnicy ciśnienia 10 Pa.

Przykładowe obliczenia

Dalej przedstawiono obliczeniową procentową poprawę wartości współczynnika przenikania okien

o różnej wartości wyjściowej przy zastosowaniu rolet o różnych wartościach dodatkowego oporu cieplnego.

W pewnym zakresie analogiczne wartości dodatkowego oporu cieplnego są możliwe do uzyskania przez zastosowanie rolet zróżnicowanych ze względu na ich klasę szczelności oraz współczynnik przenikania wynikający z zastosowanych materiałów. Zależność tę można zaobserwować w zamieszczonej tabeli normowej G.2, najwyższą wartość zaznaczono najbardziej intensywnym kolorem w skali szarości. Wartości w tabeli są zgodne z dodatkowym oporem cieplnym w zależności od przepuszczalności określonym w Tabeli G.1. Jednocześnie można zaobserwować, że przy niższej przepuszczalności dodatkowy opór cieplny może być nawet niższy od wyjściowego oporu cieplnego samej rolety.

Procentowa poprawa współczynnika przenikania ciepła okna z roletami zamkniętymi została obliczona według wzoru:

$$\frac{U_{ws} - U_w}{U_w} \cdot 100\% \quad (3)$$

Przykładowo założono okno o współczynniku przenikania ciepła $U_w = 1,4$ [W/m²K] oraz roletę z tworzywa sztucznego wypełnioną pianką poliuretanową. Dla takiej rolety o przeciętnej klasie przepuszczalności w Tabeli 1 można odszukać następujące wartości:

- typowy opór cieplny $R_{sh} = 0,15$ [m²K/W];
- dodatkowy opór cieplny $\Delta R = 0,19$ [m²K/W];

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} + \Delta R} = \frac{1}{\frac{1}{1,4} + 0,19} = 1,10 \text{ [W/m}^2\text{K]};$$

$$\frac{U_w - U_{sw}}{U_w} \cdot 100\% = \frac{1,40 - 1,10}{1,40} \cdot 100\% = 21,4\%$$

Przy przyjętych założeniach współczynnik przenikania ciepła okna z roletą zamkniętą jest co do wartości o ponad 21% korzystniejszy od współczynnika samego okna.

Przyjęto hipotetyczny zakres zmienności wyjściowego współczynnika przenikania okien oraz analogicznie zakres zmienności dodatkowego oporu cieplnego wynikającego z zastosowania zamkniętych rolet. Wyniki zestawiono w tabeli 4a, w której najbardziej intensywnym kolorem w skali szarości zaznaczono największą zmianę procentową.

Tabela 4a. Procentowa poprawa współczynnika przenikania ciepła okna

U_w [W/m ² K]	ΔR [m ² K/W]		
	0,1	0,2	0,3
1,4	12,3%	21,9%	29,6%
1,2	10,7%	19,4%	26,5%
1	9,1%	16,7%	23,1%
0,8	7,4%	13,8%	19,4%

Jak można było przewidzieć, im korzystniejszy wyjściowy współczynnik przenikania ciepła okna tym mniejsza procentowa poprawa przy zastosowaniu rolet. Jednocześnie, w powyższej tabeli łatwo zaobserwować, że wynik jest tym lepszy im większy dodatkowy opór cieplny rolet. Najwyższa procentowa poprawa współczynnika przenikania ciepła nie jest jednak równoznaczna z najniższą wartością nominalną. Można zaobserwować to w poniższej Tabeli 4b analogicznej do Tabeli 4a, ale z wartościami nominalnymi. Najbardziej intensywnym kolorem w skali szarości zaznaczono najniższą wartość współczynnika przenikania ciepła.

Tabela 4b. Wartość współczynnika przenikania ciepła okna z żaluzją

U_w [W/m ² K]	ΔR [m ² K/W]		
	0,1	0,2	0,3
1,4	1,23	1,09	0,99
1,2	1,07	0,97	0,88
1,0	0,91	0,83	0,77
0,8	0,74	0,69	0,65

Jak można zauważyć, w pewnym zakresie takie same wartości współczynnika przenikania ciepła można uzyskać dla okna o większym wyjściowym współczynniku przenikania, ale z roletą o większym dodatkowym oporze cieplnym oraz dla okna o korzystniejszym współczynniku przenikania, ale z gorszą roletą. Ten wniosek może stanowić podstawę do optymalizacji kosztów przy próbie uzyskania założonego współczynnika przenikania ciepła okna z roletą zewnętrzną.

LITERATURA

- Adamczewski W., 2013, *Czy rolety polepszą własności cieplne okna*, Świat szkła 2/2013
- Hanusiak J., 2009, *Drzwi, okna, rolety antywłamaniowe*, Gazeta Ubezpieczeniowa, 2009
- Kubiak A., 2001, *Rolety zewnętrzne*, Materiały Budowlane 7/2001 (nr374)
- PN-EN 1627:2012 *Drzwi, okna, ściany osłonowe, kraty i żaluzje - Odporność na włamanie - Wymagania i klasyfikacja*
- PN-EN ISO 10077-1:2007 *Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji - Obliczanie współczynnika przenikania ciepła - Część 1: Postanowienia ogólne*