

**Jakub JURA**

Politechnika Częstochowska

## ROZWÓJ TECHNOLOGII I KONSTRUKCJI OKIEN ZEWNĘTRZNYCH

W artykule przedstawiono wymagania dotyczące parametrów energetycznych okien, które wynikają ze zmian w polskim ustawodawstwie. Opisano parametry okien stosowanych w przeszłości i ich zmiany na przestrzeni lat. Scharakteryzowano zmiany zachodzące w konstrukcji oraz technologii okien w zależności od okresu ich stosowania. Przedstawiono ogólne zasady konstrukcji nowoczesnych okien, omówiono ich parametry energetyczne oraz wpływ na wybrane aspekty wizualne budynków.

**Słowa kluczowe:** okno, współczynnik przenikania ciepła

### WPROWADZENIE

Wprowadzane uregulowania prawne oraz rosnąca świadomość użytkowników i właścicieli obiektów budowlanych wpływa na rozwój technologii, materiałów i systemów stosowanych w budynkach. Obecnie prowadzone są różnego rodzaju działania mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło i energię oraz kosztów związanych z ogrzewaniem budynków. Świadomość zwiększającego się zapotrzebowania na energię oraz negatywnego wpływu budynków na środowisko naturalne powoduje wprowadzanie nowych dyrektyw, przepisów i programów ekologicznych. Są to działania zwiększające udział energii odnawialnej, ograniczenia użycia paliw kopalnych oraz próby zmniejszenia ilości wykorzystywanej energii. Jednym z aspektów mogącym ograniczyć ilość wykorzystywanego ciepła w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej jest ograniczenie strat przez przegrody przezroczyste. Są one niezbędne praktycznie w każdym rodzaju budynku, a przede wszystkim w budynkach mieszkalnych oraz użyteczności publicznej. Obecnie okna mają za zadanie już nie tylko doświetlać budynki, ale również być barierą o dobrych parametrach energetycznych, akustycznych, antywłamaniowych, ognioodpornych, wizualnych i funkcjonalnych [1-3].

### 1. ROZWÓJ TECHNOLOGII STOSOWANYCH W PRODUKCJI OKIEN

Funkcją okien jest głównie możliwość utrzymania kontaktu wzrokowego użytkowników z otoczeniem, a także odpowiednie doświetlenie pomieszczeń. Przeszklenia budynków na przestrzeni lat zmieniały się zarówno pod względem

technologii wykonania, ilości przeszklenia, jak i ich występowania. Budynki wznieszone w latach, kiedy okna nie musiały spełniać żadnych wymagań, wykonane były z drewna oraz w słabej technologii. Dodatkowo z uwagi na to, że generowały one duże straty ciepła, były traktowane jako słabe energetycznie miejsca w elewacji budynku i nie miały dużej powierzchni. Montowane były również na wszystkich elewacjach budynku w zależności od potrzeb. Rozwój technologii, a także zwiększanie świadomości osób projektujących i wznoszących budynki w znacznym stopniu zmieniły znaczenie okien w konstrukcji budynku. Obecnie okna wykonywane są z drewna, PCV oraz aluminium i mają dużo większy udział w powierzchni przegród zewnętrznych. Projektowane są także w budynkach głównie na elewacjach południowych, a także wschodnich i zachodnich, co pozwala na pozyskiwanie przez nie znacznych ilości ciepła z promieniowania słonecznego. Ich ilość jest natomiast minimalizowana na elewacjach od strony północnej, aby ograniczyć straty przez przenikanie. Rozwój technologii okien, a także szkła pozwolił na znaczną poprawę parametrów energetycznych.

W ostatnich stuleciach gospodarka rozwijała się bardzo dynamicznie, czego konsekwencją był znaczny wzrost zużycia energii. Wymagania dotyczące współczynnika przenikania ciepła miały chronić budynki głównie przed kondensacją pary wodnej. Kryzys energetyczny w 1973 roku wymusił określenie pierwszych wymagań odnośnie do zużycia energii na ogrzewanie budynków i spowodował znaczący wzrost cen gazu i oleju opałowego. W Polsce do ogrzewania stosowany był głównie węgiel kamienny i dopiero drugi kryzys energetyczny w 1979 roku spowodował potrzebę ograniczenia zużycia tych surowców. W 1982 roku norma PN-82/B-02020 [4] zwiększyła wymagania dotyczące współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych, stropodachów oraz stropów. Wprowadzono także wymagania dla okien i drzwi, które nie ulegały zmianie aż do wydania rozporządzeń w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie w 2008 roku [5], a następnie w 2013 roku (tab. 1) [6].

Nowe wymagania wpłynęły również na konieczność rozwoju technologii produkcji okien. Stare okna zastąpiły nowoczesne konstrukcje drewniane, aluminiowe oraz najpopularniejsze wykonane z PCV o niskich współczynnikach przenikania ciepła. Stosowane na początku okna jednoramowe z pojedynczymi szybami posiadały prostą konstrukcję, ale również niską izolacyjność cieplną. Pierwszym krokiem w celu poprawy parametrów cieplnych okien było zastosowanie okien dwuskrzydłowych. Wadą konstrukcji tych okien była konieczność otwierania jednego skrzydła na zewnątrz, co utrudniało utrzymanie czystości zewnętrznej powierzchni szyby, a kit szklarski, który był wtedy stosowany, łatwo się wykruszał. Kolejnym etapem w technologii okien było zastosowanie skrzydeł zespolonych. Były one dzięki temu szczelniejsze, lecz problemem było tutaj utrzymanie ich w czystości z uwagi na konieczność rozkręcenia ramy w czasie mycia. Przełomem w konstrukcji przeszkleń stała się konstrukcja szyb zespolonych, gdzie dwie, a obecnie trzy lub cztery płyty szklane łączone są na obrzeżach za pomocą ramki dystansowej oraz uszczelek. Dzięki niewielkiej grubości komory międzyszybowej ograniczona została konwekcja.

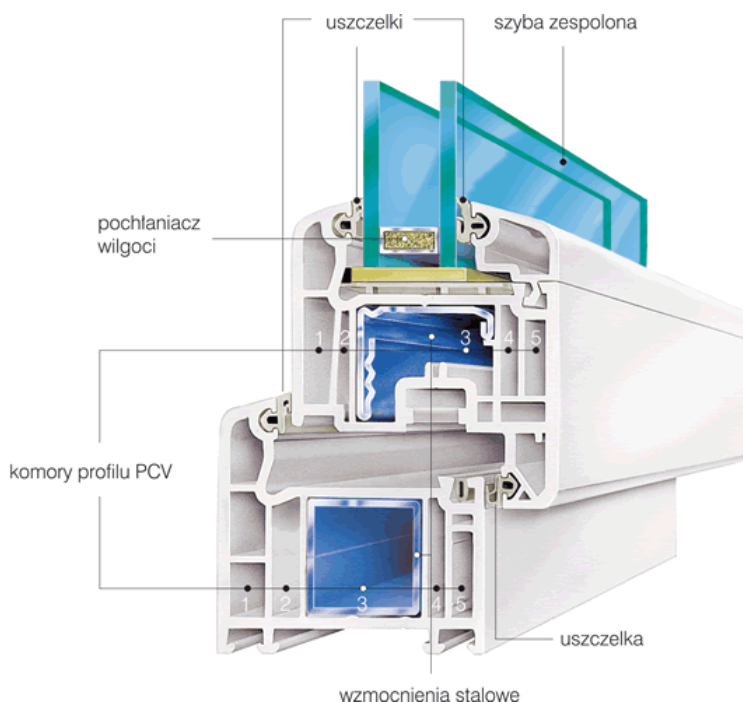
Tabela 1. Zmiany współczynników przenikania ciepła [4-6]

Element	Współczynnik przenikania ciepła $U_{max}$				
	Przed 2009 r.	Od 2009 r.	Od 2014 r.	Od 2017 r.	Od 2021 r.
	Budynki mieszkalne i zamieszkania zbiorowego				
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne w pomieszczeniach: $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ : $t_i < 16^\circ\text{C}$ :	2,0÷2,6	1,7÷1,8	1,3	1,1	0,9
	–	–	1,8	1,6	1,4
Okna połaciowe	2,0	1,8	1,5÷1,8	1,3÷1,6	1,1÷1,4
Budynki użyteczności publicznej					
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne w pomieszczeniach: $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ : $t_i < 16^\circ\text{C}$ :	2,3	1,8	1,3	1,1	0,9
	2,6	2,6	1,8	1,6	1,4
Okna połaciowe	2,0	1,7	1,5÷1,8	1,3÷1,6	1,1÷1,4
Budynki produkcyjne, magazynowe i gospodarcze					
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne w pomieszczeniach: $t_i \geq 16^\circ\text{C}$ : $t_i < 16^\circ\text{C}$ :	2,6	1,7	1,3	1,1	0,9
	4,0	1,9	1,8	1,6	1,4
Okna połaciowe	–	1,8	1,5÷1,8	1,3÷1,6	1,1÷1,4

Nowoczesne okna energooszczędne oraz pasywne charakteryzują się zaawansowanymi technologiami, pozwalającymi na osiągnięcie jak najniższego współczynnika przenikania ciepła. Na odpowiednie właściwości energetyczne okna mają wpływ wszystkie jego elementy (rys. 1). Pierwszym z nich są profile, w których montowane są ościeżnice i skrzydła posiadające budowę komorową. Kiedyś standard określany był przez okna trójkomorowe, natomiast obecnie najpopularniejsze są okna pięciokomorowe, a większa ilość komór wpływa na poprawę współczynnika przenikania ciepła. Dla poprawienia izolacyjności cieplnej profile mogą zostać dodatkowo wypełnione pianką poliuretanową. Kolejnym elementem kluczowym dla współczynnika  $U$  okna jest przeszklenie. Współczesne szyby zespolone zbudowane są z dwóch tafli szkła, pomiędzy którymi zastosowany jest gaz szlachetny, taki jak argon lub ksenon, znacznie poprawiające izolacyjność termiczną. Pakiety wieloszybowe posiadają trzy lub cztery tafle, dzięki czemu pozyskują dodatkowe przestrzenie wypełnione gazem. Współczynnik przenikania ciepła  $U$  przez pakiety

wieloszybowe wynosi nawet  $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Następnym elementem wpływającym na współczynnik przenikania ciepła są uszczelki. Stosowane są dwa rodzaje uszczelek: przyszybowe oraz oporowe. Nie dopuszczają one, by woda dostała się do profilu. Uszczelki oporowe wykonywane są głównie z EPDM lub TPS; są także zaporą dla wiatru, kurzu i hałasu.

Wykorzystanie odpowiedniej konstrukcji profili, wysokiej jakości pakietów szybowych, elementów uszczelniających oraz okuć pozwala na osiągnięcie współczynników przenikania ciepła dla całego okna na poziomie  $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Przewiduje się, że w najbliższej przyszłości konstruktorzy oraz technolodzy będą dążyć do maksymalnego obniżenia współczynnika przenikania ciepła, a w związku z ograniczeniami profili okiennych produkowane będą okna o coraz większych przeszkleniach i lepszej szczelności.



Rys. 1. Przekrój okna PCV [7]

Dodatkowym atutem nowoczesnych okien jest ich design i możliwość uzyskiwania skomplikowanych form. Wygląd zależy głównie od wykończenia oraz kształtu ramy. Okna PCV produkowane są nie tylko z profili prostych, ale także coraz częściej zaokrąglonych, co może wpływać na estetykę całego budynku oraz jego atrakcyjność wizualną. Skomplikowane kształty pozwalają na dostosowanie ich zarówno do nowoczesnej, jak i stylowej architektury. Okno może być połączeniem zaokrąglonej formy profilu oraz kształtu - półkola, elipsy albo łuku

lub powstać z połączenia kilku figur geometrycznych. Współczesne okna cechują się możliwością zastosowania wielobarwnych ram okiennych. Najpopularniejsze stały się okleiny drewnopodobne, m.in. orzech i złoty dąb. Wciąż pojawiają się na rynku nowe barwy i faktury. W nowoczesnym budownictwie dużym zainteresowaniem cieszą się odcienie szarości, a zapotrzebowanie rynku wpływa na zwiększanie się palety barw okiennych. Okleiny przypominają mogą nie tylko fakturę drewna, ale np. szcztokowany metal czy skórę pomarańczy. Z badań Warszawskiego Centrum Analiz Branżowych (CAB) wynika, że większość polskich inwestorów wybiera ramy wykonane z PCV, niecałe 17% decyduje się na okna drewniane, a tylko 2,5% zamawia okna aluminiowe. Wpływ na taki rozkład rodzaju kupowanych okien ma głównie cena. Porównanie typowych białych okien i drzwi balkonowych pokazuje, że za zestaw okien PCV, który kosztuje około 10 tysięcy złotych, z drewna trzeba zapłacić średnio 20 tysięcy złotych, natomiast z aluminium aż 30 tysięcy złotych. Biorąc pod uwagę cenę, najczęściej wybierane są okna z ramami z PCV, oklejane foliami drewnopodobnymi, które kupowane są ponad trzy razy częściej niż białe. Rośnie również zainteresowanie foliami w kolorach antracytowym, szarym i czekoladowym [7, 8].

Według najnowszych raportów, rosnący eksport oraz ożywiający się po kilku latach stagnacji rynek krajowy wpływa na wzrost produkcji okien. Jest ona wyższa o 10% z uwagi na eksport oraz o 8% przez sprzedaż na rynku krajowym i w kolejnych latach można się spodziewać dalszej poprawy. Głównymi czynnikami mającymi na to wpływ są poprawiająca się kondycja polskiej gospodarki, wzrost liczby inwestycji mieszkaniowych oraz popularyzacja okien energooszczędnych. Rozwój sektora okien możliwy jest także dzięki inwestycjom współfinansowanym z UE. Środki unijne pozwalają na wsparcie rozbudowy zakładów, zakup urządzeń i promocję firm. W minionych latach dotacje unijne pozyskało ok. 50 producentów okien. Biorąc pod uwagę obecną poprawę w branży budowlanej, szacuje się, że wzrost wystąpi również w produkcji okien. Analiza pokazuje, że w 86% głównymi udziałowcami firm sektora okien w Polsce są Polacy [9].

## PODSUMOWANIE

Oszczędzanie energii oraz ciepła w budynkach wymusiło poprawę parametrów energetycznych przegród budowlanych. Jednym z kluczowych elementów obiektów budowlanych wpływającym na straty ciepła są przegrody przezroczyste. Okna w budynkach wznoszonych w przeszłości traktowane były jako słabe elementy pod względem energetycznym i ograniczana była ich ilość oraz powierzchnia. Rozwój technologii oraz konstrukcji okien i szyb pozwolił na znaczne poprawienie parametrów energetycznych, przez co okna bardzo zyskały na znaczeniu oraz mają coraz większy udział na elewacjach budynków. Nowoczesne technologie pozwalają również na kształtowanie okien w atrakcyjne wizualnie formy, posiadające różnorodne faktury i kolory. Dobrze dobrane okna powinny łączyć w sobie takie cechy, jak: wygląd, energooszczędność, bezpieczeństwo czy funkcjonalność.

## LITERATURA

- [1] Repelewicz A., Izolacyjność termiczna okien w obiektach sakralnych, *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* 2014, 2(14), 90-95.
- [2] Geryło R., Komfort cieplny w budynkach według nowych przepisów, *Świat Szkła* 2014, 2.
- [3] Żurawski J., Wpływ osłon przeciwsłonecznych na bilans energetyczny budynku, *Świat Szkła* 2015, 11.
- [4] PN-82/B-02020, Ochrona cieplna budynków.
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2008, Nr 201, poz. 1238.
- [6] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2013, poz. 926.
- [7] Unichem - [www.unichem.like.pl](http://www.unichem.like.pl) (dostęp: 29.06.2016 r.).
- [8] STOLMAR Spółka z o.o. - [www.stolmar24.com](http://www.stolmar24.com) (dostęp: 29.06.2016 r.).
- [9] Raport firmy PMR, „Rynek okien w Polsce 2015 - prognozy rozwoju na lata 2015-2020”.

## TECHNOLOGICAL AND CONSTRUCTION DEVELOPMENT OF EXTERNAL WINDOWS

**The article presents the requirements for the energy performance of windows and their changes in the Polish legislation. It describes the parameters of windows used in the past and their development over the years. Characterized by changes in the structure and technology of windows depending on when they were used. It presents the general principles of construction of modern windows, their energy performance and the impact on the visual aspects of buildings.**

**Keywords:** window, heat transfer coefficient