

mgr inż. Marzena Jakimowicz¹⁾

Wpływ działania temperatury i wilgotności na właściwości użytkowe stolarki

Influence of temperature and humidity on properties of the woodwork

DOI: 10.15199/33.2015.08.10

Streszczenie. W artykule omówiono tematykę zachowania się stolarki otworowej (okien i drzwi) pod wpływem działania temperatury i wilgotności. Określono rodzaj usterek dotyczących funkcjonowania okien i drzwi zewnętrznych pod wpływem wysokiej i niskiej temperatury, a w przypadku wyrobów drewnopochodnych usterki wynikające również z działania wysokiej wilgotności. Zaprezentowano metodykę weryfikacji laboratoryjnej wg norm badawczych PN-EN 13240:2011, PN-EN 1121:2000, PN-EN 1294:2000 oraz kryteria oceny wg normy PN-EN 13420:2001. Określono warunki i przyczyny, w jakich następuje nadmierna deformacja i odkształcanie elementów konstrukcyjnych okien i drzwi.

Słowa kluczowe: okna, drzwi, badania klimatyczne, klimaty, stolarka, wpływ klimatu.

Abstract. Behaviour of openings woodwork (doors and windows) exposed to temperature and humidity action has been reviewed in the paper. Types of failures have been described which involved with functioning of outside doors and windows, exposed on high and low temperature, and on high humidity in case of wood-based products. Methodology of experimental verification based in codes PN-EN 13240:2011, PN-EN 1121:2000, PN-EN 1294:2000 and assessment criteria enclosed in PN-EN 13420:2001 have been described. Conditions and causes of excess deformation of bearing elements of doors and windows have been established.

Keywords: windows, door, tests climates, climates, climates influences.

Nowe wymagania prawne i wyznaczone standardy wznoszenia obiektów w energooszczędnych i zrównoważonych technologiach stawiają przed producentami zewnętrznej stolarki okiennej i drzwiowej nowe wyzwania konstrukcyjne. Przy zachowaniu wizji architektów związanej z wielkoformatowymi przeszkleniami muszą być jednocześnie spełnione wymagania dotyczące konstrukcji ramy okiennej czy drzwiowej, tak aby osiągnęła zakładany przez konstruktora współczynnik przenikania ciepła. Zakłada się, że stolarka przeznaczona do budynków energooszczędnych powinna charakteryzować się współczynnikiem przenikania ciepła nie większym niż $U_w = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami, wartość współczynnika przenikania ciepła $U_{(max)}$ okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych kształtuje się na poziomie podanym w tabeli 1.

Na podstawie obserwacji oraz wielu ekspertyz wykonanych przez Instytut Techniki Budowlanej stwierdzono, iż coraz częściej występują usterki dotyczące funkcjonowania okien i drzwi zewnętrznych przy jednocze-

¹⁾ Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych; e-mail: m.jakimowicz@itb.pl

Tabela 1. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych wg [1]

Table 1. The value of heat transfer coefficient for windows, balcony and exterior doors [1]

Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m ² · K)]		
	od 1 stycznia 2014 r.	od 1 stycznia 2017 r.	od 1 stycznia 2021 r. ^{*)}
Okna (z wyjątkiem okien połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne: a) przy $t_i \geq 16 \text{ }^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16 \text{ }^\circ\text{C}$	1,3 1,8	1,1 1,6	0,9 1,4
Okna połaciowe: a) przy $t_i \geq 16 \text{ }^\circ\text{C}$ b) przy $t_i < 16 \text{ }^\circ\text{C}$	1,5 1,8	1,3 1,6	1,1 1,4
Okna w ścianach wewnętrznych: a) przy $\Delta t_i \geq 8 \text{ }^\circ\text{C}$ b) przy $\Delta t_i < 8 \text{ }^\circ\text{C}$ c) oddzielające pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych	1,5 bez wymagań 1,5	1,3 bez wymagań 1,3	1,1 bez wymagań 1,1
Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,7	1,5	1,3
Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań

Pomieszczenie ogrzewane – pomieszczenie, w którym na skutek działania systemu ogrzewania lub w wyniku bilansu strat i zysków ciepła utrzymywana jest temperatura, której wartość została określona w § 134 ust. 2 rozporządzenia [1]; t_i – temperatura pomieszczenia ogrzewanego zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia [1]

^{*)} od 1 stycznia 2019 r. – w przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.

snym obniżeniu ich właściwości użytkowych i nie jest przyczyną tego zjawiska błędny montaż. Do tej pory istniało przekonanie, że większość reklamacji wbudowanej stolarki dotyczących funkcjonalności jej działania czy szczelności związana była z nieoprawnym i „oszczędnym” montażem. Obecnie w związku z tzw. dynamiką rozwoju ciepłych systemów okiennych i drzwiowych okazało się, że

obniżenie walorów funkcjonalnych jest wielokrotnie rezultatem niewłaściwych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych. Najczęstsze przyczyny związane są z nadmiernymi odkształceniami stolarki, wywołanymi przede wszystkim różnicą temperatury i wilgotności po obu stronach wyrobu. Zjawisko to jest przede wszystkim widoczne w drzwiach zewnętrznych wykonanych z kształtowników

alumiiniowych i PVC tzw. „ciepłych”, charakteryzujących się budową wielokomorową (sześć i więcej komór) oraz w systemach, w których zastosowano dodatkowe izolatory.

Wielokrotnie pięknie wyglądające drzwi zewnętrzne charakteryzujące się nowoczesnym wzornictwem – sprawiają użytkownikowi kłopot w codziennym użytkowaniu szczególnie w okresach przejściowych pomiędzy latem i zimą oraz zimą i wiosną. Występująca wówczas w otoczeniu duża różnica temperatury może powodować nadmierne odkształcanie się ram wynikające z różnej rozszerzalności liniowej zastosowanych materiałów. Nadmierne odkształcenia mogą uniemożliwiać płynny obrót skrzydeł, zamykanie i otwieranie oraz ryglowanie (zamykanie na zamek), a ponadto mogą zmniejszyć szczelność wyrobu na powietrze czy wodę.

Do chwili obecnej producenci stolarki oraz systemodawcy potwierdzali właściwości użytkowe swoich wyrobów głównie w zakresie właściwości objętych wstępnym badaniem typu (ITT) tzw. właściwości podstawowych wg PN-EN 14351-1+A1:2010 [2] niezbędne do oznakowania CE. Pozostałe właściwości użytkowe podane w normie [2] jako „dodatkowe” nie były sprawdzane w przypadku proponowanych rozwiązań konstrukcyjnych z uwagi na ograniczanie się producentów do wymaganego minimum.

Do niedawna problem wpływu klimatu (czynników atmosferycznych), w jakim znajdują się eksploatowane okna i drzwi, na ich właściwości funkcjonalno-użytkowe był w Polsce niedoceniany i niezauważalny. Liczne kłopoty producentów z własnymi wyrobami przekładające się na reklamacje skłoniły ich do podjęcia prób związanych z eliminacją powstałych wad przez m.in. weryfikację laboratoryjną. To właśnie w taki sposób można potwierdzić poprawność danej konstrukcji w rzeczywistych warunkach jej pracy.

W Niemczech zmiana zachowania się wyrobów stolarki budowlanej pod wpływem różnych warunków klimatycznych jest traktowana niezwykle poważnie. Badania klimatyczne okien i drzwi są objęte niemiecką normą DIN 18055:2011 [3] oraz przepisem technicznym z 2005 r.: RAL-GZ 695 [4], co miejmy nadzieję przełoży się również na warunki polskie.

Weryfikacja i skutki działania czynników wilgotnościowo-temperaturowych

W zależności od rodzaju konstrukcji okien czy drzwi, ich składu materiałowego (PVC, metal, drewno) i wykończenia powierzchni wpływ czynników atmosferycz-

nych na funkcjonowanie, trwałość, a także estetykę wyrobu może być większy lub mniejszy. Działanie środowiska zewnętrznego i wewnętrznego może powodować niekorzystne zmiany materiałowe, np. zmianę barwy, pęknięcia, rozwarstwienia, odklejanie się oklein w drzwiach głównie z materiałów drewnianych i drewnopochodnych (fotografia 1), a w przypadku środowiska o dużej wilgotności (sauny, baseny) degradację drewna (butwienie, gnicie). Wrażliwość poszczególnych materiałów stosowanych w produkcji stolarki okiennej i drzwiowej na różne czynniki klimatyczne jest niejednakowa i zależy od materiału, z jakiego wyrób został wykonany.



Fot. 1. Odklejanie się okleiny na drzwiach w wyniku działania wody przy myciu podłóg
Photo 1. Peel a veneer on the door as a result of water used in the cleaning of floors

Norma PN-EN 13240:2011 [5] dotycząca badania okien uwzględnia dobór klimatu w zależności od rodzaju materiału, z jakiego wykonane jest okno i jak ten materiał pracuje we wskazanych warunkach użytkowania. Metoda 1 jest przydatna do badania okien o małej odporności na przenikanie wilgoci, tam gdzie występuje niebezpieczeństwo kondensacji pary wodnej wewnątrz przekroju konstrukcji. Metody 2.1 i 2.2 są zalecane do badania okien z materiałów o dużej odporności na przenikanie wilgoci, w przypadku gdy istnieje niebezpieczeństwo kondensacji pary wodnej na powierzchni wewnętrznej lub zewnętrznej okna. Natomiast metodę 3 zaleca się do badania okien szczególnie podatnych na odkształcenia termiczne.

Norma PN-EN 1121:2001 [6] dotycząca badania drzwi również podaje ekspozycje na różne próbne warunki klimatyczne w zależności od materiału, z jakiego wykonane jest skrzydło drzwiowe, ze wskazaniem na materiał higroskopijny lub nie. **PN-EN 1294:2002** [7] dotyczy badania skrzydeł drzwiowych i ich ekspozycji na działanie wysokiej wilgotności, tj. określa zachowanie się skrzydeł drzwiowych pod wpływem zmiany wilgotności w różnym jednorodnym klimacie. Zakres normy obejmuje skrzydła drzwiowe wykonane z materiałów higroskopijnych, które mogą wpłynąć na zachowanie się wyrobu w ekspozowanym klimacie. Badania

przewidują ekspozycję w wysokiej wilgotności, tj. po obu stronach wyrobu zadawana jest temperatura 23 ± 2 °C oraz wilgotność $85 \pm 5\%$, lub niskiej wilgotności, czyli temperatura 23 ± 2 °C i wilgotność $30 \pm 5\%$.

Drzwi drewniane są w znacznie większym stopniu podatne na działanie wilgoci niż metalowe czy z PVC. Drewno jest materiałem higroskopijnym, a tym samym podlega pęcznieniu pod wpływem pochłaniania wilgoci z powietrza oraz skurczowi przy wysychaniu. Drzwi z PVC i kształtowników aluminiowych z przekładkami termicznymi są w większym stopniu podatne na odkształcenia termiczne, w tym zmianę temperatury i różnicę warunków klimatycznych po obu stronach wyrobu, niż drzwi drewniane. Wynika to głównie ze znacznie większego współczynnika rozszerzalności liniowej PVC i aluminium w porównaniu z drewnem.

Ocena poprawności zastosowania rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego powinna być odniesiona do warunków wbudowania wyrobu. Nie zawsze zastosowanie wyrobu ma potwierdzoną pozytywną ocenę w skrajnych warunkach użytkowania. W przypadku obiektów użyteczności publicznej, takich jak np. markety, biura, lotniska, obiekty hotelowe, sauny, baseny należy uwzględnić czynniki zewnętrzne, tj. duże natężenie ruchu, obsługę i działanie firm sprząających itp. W obiektach użyteczności publicznej niemal codzienną czynnością jest mycie podłóg, wycieranie wilgotną ściereką całych drzwi, mycie progów, uszczelek, krawędzi skrzydeł. Nie do uniknięcia jest niezawilgocenie uszczelek, krawędzi drzwi i progów drzwi. Woda z mytych podłóg, parując, może wnikać w dolne części drzwi i wówczas następuje ich degradacja (fotografia 2).

Konstrukcje drzwiowe z profili metalowych, głównie dotyczy to systemów „ciepłych”, wielokrotnie nie są odporne na odkształcenia pod wpływem zmian temperatury w wyniku zastosowania nieodpowiednich



Fot. 2. Drzwi drewnopochodne narażone na działanie wilgoci i wody używanej przy myciu podłóg

Photo 2. Wood-based doors exposed to moisture and water used in the cleaning of floors

przekładek termicznych bez wprowadzenia elementów dylatacyjnych lub zastosowania przekładek bimetalicznych. Producenci, nie mając pozytywnej oceny wyrobu na podstawie badań klimatycznych, zastrzegają sobie prawo do zapisów, iż w określonych warunkach eksploatacji wyrobów z izolacją termiczną o dużych gabarytach może incydentalnie występować niekorzystne zjawisko fizyczne polegające na wyginaniu się profili skrzydeł. Zjawisko to polega na wypaczaniu się profili spowodowanym nierównomiernym wydłużaniem się zewnętrznego i wewnętrznego kształtownika metalowego, które są zespolone przekładką termiczną. Z dotychczasowych obserwacji wynika, iż im lepsza jest izolacja termiczna takich profili, tym większe może być ugięcie profili i usterki związane z funkcjonalnością wyrobu (okien czy drzwi). Największe ugięcie może wystąpić w godzinach maksymalnego nasłonecznienia. W przypadku działania niskiej temperatury, tj. dużej różnicy temperatury pomiędzy stroną wewnętrzną ($23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) i zewnętrzną ($-20 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$), zjawisko również się powtarza. Duże znaczenie może mieć zastosowanie profili w ciemnym kolorze, zamontowanie stolarki na stronie południowej lub południowo-zachodniej (choć nie jest to reguła) oraz dodatkowo występowanie długich przewiązek w skrzydle drzwiowym.

W przypadku okien powstawanie nadmiernych odkształceń ma nie tylko wpływ na funkcjonalność ich działania, prawidłowość ryglowania skrzydła w ościeżnicy oraz szczelność na powietrze i wodę opadawą. W wyniku odkształceń w oknach o małym współczynniku przenikania ciepła mogą powstać szczeliny, które zmniejszają również ich właściwości akustyczne. W przypadku kiedy w obiekcie mają być zastosowane okna o podwyższonych parametrach akustycznych, powstanie szczelin infiltracyjnych na skutek odkształceń powoduje, iż okna te przestają być skuteczną barierą chroniącą przed hałasem.

Ocena poprawności zastosowanego rozwiązania

W przypadku badań klimatycznych drzwi zewnętrznych i wewnętrznych ocena rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego podana jest w normie klasyfikacyjnej PN-EN 12219:2002 [8] i dotyczy występowania uszkodzeń w badanej próbce i zachowania jej właściwości użytkowych. Działanie zadanych czynników cieplno-wilgotnościowych nie może spowodować widocznych pęknięć lub innych wad wykończenia (rozwarstwienie, rozluźnienie pokrycia po-

wierzchni itp.), a także pogorszenia jakości materiałów, złączy i mocowania okuć. Badany wyrób powinien uzyskać określoną klasę funkcjonalności działania, co odniesione jest do poziomu wartości sił operacyjnych. W przypadku drzwi zewnętrznych oraz wewnętrznych (tam gdzie jest to wskazane), ocenie podlega również sprawdzenie szczelności na powietrze (przepuszczalności powietrza) przed i po badaniu pomiędzy dwoma różnymi klimatami. W odniesieniu do skrzydła drzwiowego kryterium oceny stanowi jego zwichrowanie, wygięcie wzdłużne, wygięcie poprzeczne oraz płaskość miejscowa. Klasyfikacja odniesiona jest do odkształceń i powiązana z zadanyim klimatem (tabela 2).

Tabela 2. Klasyfikacja drzwi w przypadku działania jednorodnych i dwóch różnych klimatów

Table 2. Classification of the door in case of the effect of homogeneous and two different climates

Parametr badany	Klasa 0 (x)	Klasa 1 (x)	Klasa 2 (x)	Klasa 3 (x)
Zwichrowanie T [mm]	*	8,0	4,0	2,0
Wygięcie wzdłużne B [mm]	*	8,0	4,0	2,0
Wygięcie poprzeczne C [mm]	*	4,0	2,0	1,0
Płaskość miejscowa [mm]	skrzydła drzwiowe dostarczane bez ościeżnicy i skrzydła drzwiowe jako część zespołu drzwiowego powinny spełniać wymagania PN-EN 1530			

* Brak wymagań

(x) – klimat do badań określony w [7] lub [6]

T – zwichrowanie końcowe

B – bezwzględna różnica pomiędzy końcowym i początkowym zwichrowaniem lub wygięciem wzdłużnym albo rzeczywiste bezwzględne końcowe zwichrowanie lub wygięcie wzdłużne, zależne od tego, co jest większe

C – końcowe wygięcie poprzeczne

W przypadku badań klimatycznych dotyczących zachowania się okien pod wpływem działania różnego klimatu ocena rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego podana jest w normie badawczej PN-EN 13420:2011 [5]. Wymagania polegają na ocenie występowania uszkodzeń w badanej próbce i na zachowaniu jej właściwości użytkowych.

Kryteria oceny dotyczą:

- a) zmiany wyglądu zewnętrznego (zmiana barwy, połysku, łuszczenia się lub powstawania przerw w powłoce wykończeniowej);
- b) zmiany jakości materiałów i podatności elementów składowych na uszkodzenia mechaniczne (rysy, pęknięcia, rozwarstwienia, rozluźnienie okuć);
- c) wzajemnej zmiany położenia poszczególnych elementów składowych, zmiany

kształtu i wymiarów (odkształcenia i ich wpływ na sprawność działania i pogorszenie szczelności);

d) zmiany sił operacyjnych (pogorszenie funkcjonalności okuć);

e) zmiany przepuszczalności powietrza (zwiększenie przepływu powietrza przez okno).

Wnioski

Okna i drzwi zewnętrzne wprowadzane są do obrotu na podstawie deklaracji właściwości użytkowych zgodnie z rozporządzeniem UE 305/2011 (CPR) [9]. Deklaracja zawiera wykaz zasadniczych charakterystyk określonych w zharmonizowanej specyfikacji technicznej dla deklarowanego zamierzonego zastosowania i zadeklarowane przez producenta właściwości użytkowe. W deklaracji właściwości użytkowych producent umieszcza tylko zasadnicze charakterystyki wyrobu niezbędne do oznakowania CE, które są objęte Wstępnym Badaniem Typu. W informacjach dodatkowych towarzyszących oznakowaniu producent może podać inne właściwości wyrobu, które potwierdzą możliwość jego zastosowania w podstawowych i skrajnych warunkach użytkowania. To z kolei jest dodatkową informacją dla użytkownika o trwałości i przydatności wyrobu. Jedną z takich właściwości jest zachowanie się między różnymi klimatami, co ujęte jest w normie wyrobu PN-EN 14351-1+A1:2010 [2].

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami.
- [2] PN-EN 14351-1+A1:2010 Okna i drzwi. Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne. Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności.
- [3] DIN 18055:2011 Erfurt. Anforderungen und Empfehlungen an Fenster und Außentüren.
- [4] RAL-GZ 695 Fenster, Haustüren, Fassaden und Wintergärten.
- [5] PN-EN 13420:2011 Zachowanie się pomiędzy różnymi klimatami – Metoda badania.
- [6] PN-EN 1121:2001 Drzwi. Zachowanie się pomiędzy dwoma różnymi klimatami. Metoda badania.
- [7] PN-EN 1294:2002 Skrzydła drzwiowe. Określenie zachowania się pod wpływem zmian wilgotności w kolejnych jednorodnych klimatach.
- [8] PN-EN 12219:2002 Drzwi. Wpływ klimatu. Wymagania i klasyfikacja.
- [9] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG.

Przyjęto do druku: 26.06.2015 r.