

## **Problematyka wykorzystania drewna egzotycznego w zewnętrznych przegrodach budowlanych**

**Ewa Sudol, Paweł Sulik**

*Institut Techniki Budowlanej, Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych,  
e-mail: e.sudol@itb.pl; p.sulik@itb.pl*

**Streszczenie:** Drewno gatunków egzotycznych znajduje coraz częściej zastosowanie w zewnętrznych przegrodach budowlanych, szczególnie w oknach, drzwiach, elewacjach i żaluzjach. Mnogość gatunków oraz specyficzne, niezupełnie poznane właściwości sprawiają, że jego wykorzystanie w budownictwie jest utrudnione. Zastosowanie drewna egzotycznego w wyrobach budowlanych, w szczególności w przegrodach zewnętrznych, narażonych na wpływ zmiennych oddziaływań klimatycznych, powinna poprzedzać badawcza weryfikacja szeregu cech. Niejednokrotnie konieczne jest sprawdzenie specjalnych właściwości, takich jak sklejalność, podatność na impregnację lub wykończenie powłokami malarskimi, decydujących o niezawodność i trwałość wyrobu finalnego.

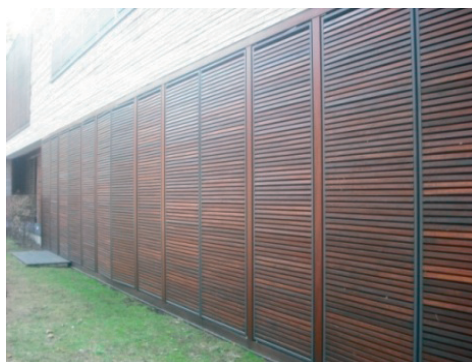
**Słowa kluczowe:** drewno egzotyczne, elewacje, okna, połączenia klejowe, powłoki

### **1. Wprowadzenie**

Ostatnie lata przyniosły wyraźny wzrost zainteresowania drewnem gatunków pozaeuropejskich, jako tworzywem inżynierskim. Niektóre gatunki, np. badi (*Nauclea diderrichii* De Wild.), merbau (*Intsia* spp.), jotoba (*Hymenaea courbaril* Linn.), acajou (*Khaya ivorensis* A. Chev.) używane są niemal powszechnie w materiałach podłogowych – parkietach i deskach warstwowych, a także schodach i elementach wykończenia wewnątrz [1]. Drewno wybranych gatunków egzotycznych znajduje coraz częściej zastosowanie również w zewnętrznych przegrodach budowlanych, w szczególności w stolarce okiennej i drzwiowej oraz żaluzjach (rys. 2) – red maranti (*Shorea* spp.), jak również okładzinach elewacyjnych (rys. 1) – iroko (*Militia excelsa* (Welw) c.C. Berg), okume (*Aucoumea klaineana*), cedr czerwony (*Thuja plicata*) [2, 3].



Rys. 1. Przykład elewacji drewnianej.  
Autor: Wiktor Blaszkiewicz



Rys. 2. Przykład żaluzji wykonanych z drewna egzotycznego

Czynnikami decydującymi o rosnącej popularności drewna egzotycznego jest nieprzeciętna barwa, atrakcyjny rysunek i struktura, przy jednocześnie bardzo dobrych właściwościach technicznych [2, 4]. Nie bez znaczenia jest także swobodna dostępność surowca, aktualne koncepcje architektoniczne oraz wzrost świadomości ekologicznej inwestorów.

Trend ten wpisuje się w ogólną tendencję szerszego wykorzystania drewna w budownictwie. Pomaga w tym polityka UE związana ze zrównoważonym budownictwem, które preferuje rozwiązania nieobciążające nadmiernie środowiska, charakteryzujące się odtwarzalnością i ekologicznością. Pozostaje w zgodzie także z polityką Komisji Europejskiej w zakresie rozwoju zrównoważonego, obejmującego wspieranie gospodarki efektywnej korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej, co zostało przedstawione w Komunikacie Komisji EUROPA 2020 „Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu”. Należy dodatkowo zauważyć, że rosnąca rola drewna, jako materiału budowlanego, wynika z zapisów Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305, wyznaczającego wymagania podstawowe, do których zaliczono m.in. oszczędność energii i izolacyjność cieplną oraz zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, w myśl, którego preferuje się wykorzystywanie materiałów odnawialnych oraz podatnych na recykling.

Mnogość gatunków drewna egzotycznego oraz specyficzne właściwości techniczne, warunkowane m.in. wzrostem w warunkach klimatu tropikalnego, sprawiają, że jest ono niedostatecznie dobrze poznane. Wykorzystanie drewna egzotycznego w budownictwie, w szczególności w przegrodach zewnętrznych, narażonych na wpływ zmiennych oddziaływań klimatycznych, powinna poprzedzać badawcza weryfikacja szeregu właściwości, decydujących w znacznej mierze o niezawodności i trwałości wyrobu finalnego. Analizie powinna podlegać m.in. gęstość, stabilność wymiarów, wytrzymałość i sprężystość oraz trwałość naturalna.

Niejednokrotnie konieczne jest także sprawdzenie innych, specjalnych właściwości, takich jak sklejalność, podatność na impregnację lub wykończenie powłokami malarskimi, decydujących o przydatności drewna do wykorzystania w stolarce okiennej i drzwiowej czy okładzinach elewacyjnych. Cechy te są niezwykle istotne, gdyż ich zapewnienie związane jest z oczekiwaną przez inwestorów trwałością. Znane są liczne przykłady nieprawidłowo dobranych rozwiązań klejów, systemów powłokowych i impregnatów, czego konsekwencją była utrata nie tylko cech dekoracyjno-estetycznych, ale i funkcjonalno-użytkowych stolarki budowlanej oraz okładzin elewacyjnych, nawet po krótkim okresie eksploatacji. W połączeniu z brakiem wiedzy na temat odpowiednich rozwiązań, powoduje to wstrzemięźliwość inwestorów do wykorzystania drewna egzotycznego w zewnętrznych przegrodach budowlanych.

W przypadku elewacji wykonanych z drewna często konieczne jest stosowanie zabezpieczeń ogniochronnych, wynikające z przepisów bezpieczeństwa pożarowego, co jest związane z zapewnieniem drugiego wymagania podstawowego. Cecha „ogniowa” jest, więc podstawowym kryterium zastosowania danego zabezpieczenia w konkretnym rozwiązaniu, co bywa problematyczne. Związane jest to m.in. z metodologią badawczą. Przez szereg lat badaniom poddawano niestarszony model danego rozwiązania – element drewniany zazwyczaj z drewna sosny o gęstości około 450 kg/m<sup>3</sup>, zabezpieczony określonym impregnatem lub lakierem ogniochronnym. Klasyfikacją wynikającą z rezultatów tych sprawdzeń obejmowano wszystkie inne gatunki drewna, o ile gęstość drewna nie była niższa niż badanego drewna. Liczne problemy z trwałością przegród zewnętrznych skłoniły jednak do wyłączenia z udzielanych obecnie aprobat technicznych dla impregnatów ogniochronnych, możliwości stosowania ich na drewnie gatunków egzotycznych, o ile nie zostało to potwierdzone badaniami.

## 2. Specyficzne właściwości drewna egzotycznego

Mnogość gatunków drewna egzotycznego i brak regulacji międzynarodowych w zakresie ich nazewnictwa, sprawiają, że pierwszym problemem, z jakim zwykle przychodzi się zmierzyć producentowi czy inwestorowi, to identyfikacja drewna. Powszechną praktyką w światowym obrocie drewnem jest ofertowanie tego samego gatunku pod różnymi nazwami lub odwrotnie – przypisywanie tego samego nazewnictwa różnym gatunkom czy nawet rodzajom, stąd posługiwanie się jedynie określeniem handlowym pociąga za sobą niebezpieczeństwo pomyłek. Dla ich uniknięcia zasadne wydaje się dookreślenie gatunku nazwą botaniczną oraz kodem wg PN-EN 13556. Nazwy wybranych gatunków egzotycznych, będących aktualnie w obszarze zainteresowań producentów wyrobów stosowanych w zewnętrznych przegrodach budowlanych, zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Nazwy wybranych gatunków drewna egzotycznego stosowane w handlu [2, 4]

Lp.	Właściwość	Nazwa				Kod wg PN-EN 13556
		polska	angielska	francuska	niemiecka	
1	<i>Shorea</i> spp. (sec. <i>Anthoshorea</i> )	damarzyk, merant jasne	white meranti	white meranti	White maranti	SHWM
2	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill. ex Maid.	eukaliptus saligna	saligna gum	eucalyptus saligna	Sidney blue gum	EUSL
3	<i>Entandrophragma</i> <i>cylindricum</i> Sprague	mahoń afr. sapeli	sapele	sapelli	Sapelli	ENCY
4	<i>Entandrophragma</i> <i>utile</i> Sprague	mahoń afr. sipo	utile	sipo	Sipo	ENUT

Właściwości fizyko-mechaniczne drewna wybranych gatunków egzotycznych, najbardziej istotne w kontekście jego wykorzystania w zewnętrznych przegrodach budowlanych, przedstawiono w tabeli 2. Dane dotyczące trwałości naturalnej i podatności na nasycanie impregnatami zamieszczono w tabeli 3. Właściwości zestawiono z charakterystykami drewna sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) oraz dębu (*Quercus* L.)

Tabela 2. Właściwości techniczne drewna wybranych gatunków egzotycznych oraz krajowych [2, 4, 5]

Lp.	Właściwość	Gatunek drewna				
		eukaliptus	sapeli	sipo	sosna	dąb
1	Gęstość drewna w stanie powietrzno–suchym $\rho_{12}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	550 – 650 – 720	510 – 650 – 750	550 – 650 – 750	330 – 510 – 890	430 – 690 – 960
2	Skurcz w kierunku promieniowym $K_{rw}$ [%]	4,0	4,1 – 5,0 – 7,6	4,5 – 5,0 – 6,4	2,6 – 4,0 – 5,1	4,0
3	Skurcz w kierunku stycznym $K_{sw}$ [%]	7,2	4,3 – 7,6 – 9,8	5,9 – 7,9 – 8,8	6,1 – 7,7 – 9,8	7,8
4	Wytrzymałość na zginanie statyczne $R_{gs}$ [MPa]	47 – 82 – 104	60 – 114 – 164	47 – 99 – 155	35 – 87 – 206	66 – 94 – 105
5	Moduł sprężystości wzdłuż włókien $E_{II}$ [GPa]	9,6 – 13,5 – 18,4	10,0 – 13,9	10,9 – 11,5 – 12,0	6,9 – 12,0 – 20,1	6,0 – 13,0
6	Wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien $R_{cII}$ [MPa]	5,3 – 7,8 – 9,6	5,5 – 8,5 – 12,0	5,5 – 9,5 – 15,0	6,1 – 10,0 – 14,6	9,2 – 11,0 – 13,5

właściwości mechaniczne w stanie powietrzno–suchym ( $W=12\%$ )

Tabela 3. Klasy trwałości i podatność na nasycanie impregnatami drewna wybranych gatunków egzotycznych oraz krajowych [2]

Lp.	Właściwość	Gatunek drewna				
		eukaliptus	sapeli	sipo	sosna	dąb
1	Odporność twardzieli na działanie mikroorganizmów	3–4	3	2–3	3–4	2
2	Podatność twardzieli na nasycanie impregnatami	4	3	4	3–4	4
3	Podatność bieli na nasycanie impregnatami	2	2	2	1	1

Analiza danych zestawionych w tabeli 2 wskazuje, że rozpatrywane parametry drewna gatunków egzotycznych nie odbiegają od cech drewna krajowego, a liczne z nich są zdecydowanie bardziej korzystne. Charakterystyki zamieszczone w tabeli 3 wskazują na wyższą odporność, na działanie mikroorganizmów, twardzieli gatunków pozazachodnich niż drewna sosny. Ich podatność na nasycanie impregnatami jest, w odniesieniu do

twardzieli, porównywalna z drewnem sosny i dębu, jednak podatność bielu – zdecydowanie niższa.

Pomimo, że większość właściwości technicznych drewna gatunków egzotycznych prezentuje się korzystniej niż charakterystyki drewna krajowego, niektóre specyficzne cechy – sklejalność, podatność na impregnację oraz wykańczanie powłokami – ograniczają jego wykorzystanie w zewnętrznych przegrodach budowlanych. Elementy konstrukcyjne współczesnych okien drewnianych, wykonywane są, z uwagi na dążenie do maksymalnego wykorzystania surowca oraz zwiększenia stabilności wymiarowej profili, z drewna klejonego wzdłużnie i warstwowo. Wyrób finalny wykończony jest zaś powłokami lakierowymi. Procesy klejenia i uszlachetniania drewna są zatem integralną częścią wytwarzania stolarki okiennej. Okładziny elewacyjne z drewna podlegają często zabezpieczeniu przed działaniem ognia. Realizuje się je z użyciem systemów bezpowłokowych – impregnatów ogniochronnych lub powłokowych – ogniochronnych lakierów pęczniących.

Drewno, jako surowiec pochodzenia roślinnego, charakteryzujące się wieloma swoistymi właściwościami [5]. Z uwagi na budowę anatomiczną, ukształtowanie powierzchni oraz skład chemiczny jest materiałem specyficznym w szczególności dla procesów klejenia, impregnacji oraz wykańczania systemami powłokowymi [6]. W składzie chemicznym drewna można rozróżnić substancje tworzące ściany komórkowe i substancje pozastrukturalne określane mianem składników ubocznych, które wypełniają mikroskopowe i submikroskopowe przestrzenie w tkankach drzewnych. Do składników tych zalicza się żywice drzewne, olejki eteryczne, woski, tłuszcze, garbniki, barwniki, kauczuk, substancje białkowe i mineralne, węglowodany (skrobię i cukry), alkaloidy, flawonoidy i inne [6]. Szczególnie dużo składników pozastrukturalnych zawiera drewno gatunków tropikalnych. Składniki uboczne w drewnie tych gatunków mają ponadto niezwykle różnorodny i skomplikowany skład chemiczny [6, 7]. Badania ekstraktów z poszczególnych gatunków wykazały, że znajdują się w nich m.in. triglicerydy, wolne kwasy tłuszczowe – głównie kwas linolowy, oleinowy, palmitynowy, węglowodany i sterole. W ekstraktach z niektórych gatunków drewna wyodrębniono ponad 40 związków chemicznych.

Przyjmuje się, że skład chemiczny drewna, przede wszystkim zaś zawartość składników pozastrukturalnych, ma decydujący wpływ zarówno na jego sklejalność, jak i podatność na impregnację oraz wymalowania [6, 7, 8, 9, 10]. Substancje uboczne mogą bowiem utrudniać adhezję klejów, impregnatów i lakierów do drewna, zmniejszając jego powierzchnię czynną [7, 8], a także działać jako katalizatory lub inhibitory, przyspieszając lub opóźniając zachodzące w nich reakcje, a w konsekwencji obniżać np. wytrzymałość i odporność połączeń klejowych oraz cechy dekoracyjno-estetyczne i techniczne powłok [8, 11]. Niektóre procesy obróbki, jak na przykład suszenie i cięcie, wzbudzają migrację składników ubocznych, które kumulują się na powierzchni drewna, co dodatkowo utrudnia jego klejenie i uszlachetnianie. Nie bez znaczenia jest także wysoka gęstość drewna niektórych gatunków, która utrudnia jego impregnację.

### 3. Połączenia klejowe w elementach z drewna egzotycznego

Zasadniczy wpływ na zachowanie przez okna odpowiedniej stabilności cech estetyczno-dekoracyjnych oraz niezmienności właściwości funkcjonalno-użytkowych, ma trwałość połączeń klejowych. Zagadnieniom tym poświęcono szereg prac badawczych [7, 8, 10, 12, 13, 14, 15].

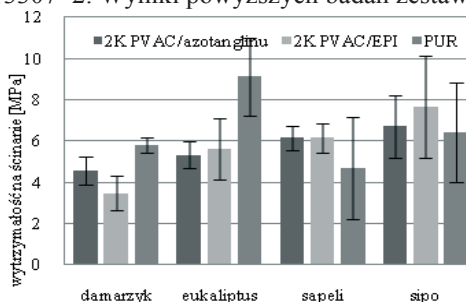
W stolarce okiennej drewno egzotyczne stosuje się od połowy lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, jednak produkcję na skalę przemysłową podjęto dotychczas jedynie z azjatyckiego rodzaju red meranti (*Shorea* spp.). Aktualnie w kręgu zainteresowań producentów okien znajdują się między innymi damarzyk, eukaliptus oraz mahonie afrykańskie: sapeli i sipo (tab. 1). Drewno tych gatunków objęto badaniami zrealizowanymi w ramach projektu NR04 0001 06 [15]. Poniżej zaprezentowano wybrane wyniki badań nad właściwościami połączeń klejowych w profilach okiennych wykonanych drewna wymienionych gatunków. Drewno użyte w badaniach charakteryzowało się klasą jakości J2 wg PN-EN 942 oraz średnią gęstością: 395 kg/m<sup>3</sup> – damarzyk, 540 kg/m<sup>3</sup> – eukaliptus, 710 kg/m<sup>3</sup> – sapeli oraz 630 kg/m<sup>3</sup> – sipo. Biorąc pod uwagę liczne doniesienia literaturo-

we na temat właściwości połączeń klejowych z różnych środków wiążących i drewna gatunków egzotycznych [7, 8, 10, 12], w pracy analizowano połączenia klejowe z:

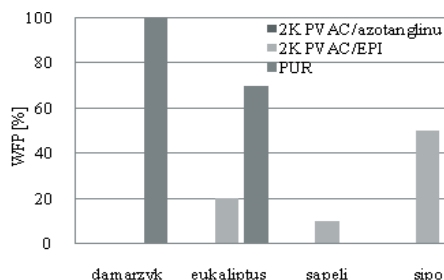
- systemów klejowych dwuskładnikowych na bazie dyspersji poliocetanowinylowej:
  - z 5% utwardzacza na bazie  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  (oznaczone jako 2K PVAC/azotan glinu),
  - z 15% utwardzacza poliizocyjanianowego (oznaczone jako 2K PVAC/EPI),
- jednoskładnikowego kleju na bazie prepolimeru poliuretanu (oznaczone jako PUR).

Wszystkie kleje cechowała wodoodporność klasy D4 oraz termoodporność do  $80^\circ\text{C}$ . Podstawowe właściwości klejów oraz warunki klejenia opisano w [15].

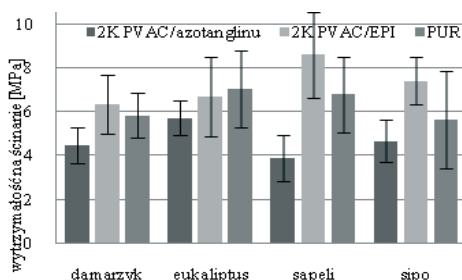
Przeprowadzono m.in. badania wytrzymałości połączeń klejowych na ścinanie przy ściskaniu wg PN-B-03156, po 4 dniach zanurzenia w wodzie o temp.  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  oraz po 3 h działania temp.  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ . Wyniki wytrzymałości połączeń uzupełniono oceną sposobu zniszczenia, określając dla każdej próbki procentowy udział zniszczenia w drewnie (WFP). Wykonano również badania odporności połączeń na rozwarstwienie wg prCEN/TS 13307-2. Wyniki powyższych badań zestawiono na rys. 3-6 oraz w tabeli 4.



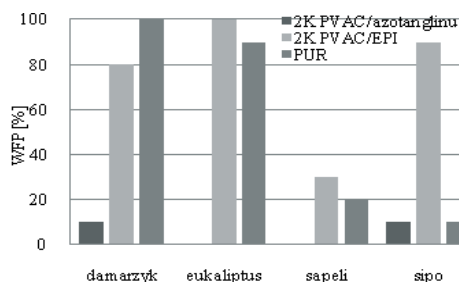
Rys. 3. Wytrzymałość połączeń klejowych na ścinanie przy ściskaniu – po 4 dniach w wodzie



Rys. 4. Wartości WFP obrazujące charakter zniszczenia – po 4 dniach w wodzie



Rys. 5. Wytrzymałość połączeń klejowych na ścinanie przy ściskaniu – po 3h w temp.  $80^\circ\text{C}$



Rys. 6. Wartości WFP obrazujące charakter zniszczenia – po 3h w temp.  $80^\circ\text{C}$

Tabela 4. Odporność na rozwarstwienie połączeń klejowych po teście delaminacji

Lp.	Gatunek drewna	Stopień rozwarstwienia połączeń z kleju			Wymagania prCEN/TS 13307-2
		2K PVAC/ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	2K PVAC/EPI	PUR	
1	damarzyk	0	0	0	$\leq 6$
2	eukaliptus	0	0	0	$\leq 11$
3	sapeli	27	38	3	$\leq 16$

Rezultaty przeprowadzonych badań pozwalają wnioskować, że odporność połączeń klejowych warunkuje nie tylko rodzaj kleju, ale również gatunek drewna. Wytrzymałość połączeń z danego kleju i drewna poszczególnych gatunków była istotnie zróżnicowana, zarówno po działaniu wody, jak i wysokiej temperatury. Niektóre z analizowanych rozwiązań wykazały odporność wymaganą dla stolarki okiennej: klej 2K PVAC/azotan glinu – drewno eukaliptus, klej PVAC/EPI – drewno eukaliptus, klej PUR i drewno eukaliptus, a także klej PUR i drewno sapeli oraz klej PUR i drewno sipo. Pozostałe



rozwiązania cechowała niedostateczna odporność na oddziaływania ciepło-wilgotnościowe.

#### 4. Powłoki na drewnie egzotycznym

O trwałości drewna egzotycznego decydują także właściwości powłok lakierowych, w szczególności ich odporność na działanie czynników atmosferycznych. Powłoki pełnią, oprócz roli dekoracyjno-estetycznej, funkcję ochronną, zabezpieczając drewno przed migracją wilgoci i biodegradacją. Problematykę tę podejmowano wielokrotnie [7, 11, 16], także w projekcie NR04 0001 06 [15], przez realizację badań nad ich odpornością na starzenie, zarówno w warunkach sztucznych, jak i naturalnych.

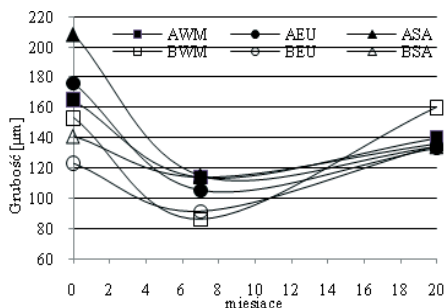
Testom poddano pokrycia lakierowe z 2 transparentnych, wodorocieńczalnych systemów powłokowych, bazujących na żywicach akrylowych. Obydwa systemy (A, B) były kompozycjami 4-warstwowymi, obejmującymi impregnat, podkład, warstwę pośrednią oraz nawierzchniową i zostały wybrane z aktualnej oferty rynkowej systemów powłokowych przeznaczonych do okien. Powłoki wykonano na drewnie damarzyk, eukaliptus oraz sapeli, charakteryzującym się właściwościami podanymi w pkt. 2. Systemy powłokowe naniesiono w warunkach przemysłowych, w zakładzie produkującym okna drewniane. Charakterystyki systemów oraz parametry aplikacji powłok opisano w [15].

Oddziaływania starzeniowe w warunkach sztucznych przeprowadzono z użyciem specjalistycznego aparatu UV Test wyposażonego w lampy fluorescencyjne, jako źródło światła, system deszczowania i nawilżania przez kondensację pary wodnej oraz regulację temperatury i wilgotności. Ekspozycję starzeniową przeprowadzono wg PN-EN 927-6. Próbki poddano działaniu 12 cykli starzeniowych, trwających łącznie 12 tygodni. Każdy z nich obejmował 24 h kondensacji przy BTP  $T_{45\pm 3^{\circ}\text{C}}$  i 168 h naprzemiennego: naświetlania lampami UVA-340, natężenie promieniowania  $0,89 \text{ W/m}^2$  (dla pasma 340 nm), BTP  $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ , trwającego 2,5 h i deszczowania wodą demineralizowaną, bez UV, natężenie zraszania 6-7 l/min., przez 0,5 h. Starzenie powłok w warunkach naturalnych przeprowadzono w środowisku wielkomijskim (Warszawa), przez 20 miesięcy, począwszy od listopada 2010 roku. Próbki były umieszczone w ekspozytorach w pozycji poziomej, powierzchnią badaną w kierunku równika, nachyloną pod kątem  $45^{\circ}$ . Jako cechy diagnostyczne odporności powłok na starzenie przyjęto wygląd zewnętrzny, grubość, połysk, barwę i adhezję.

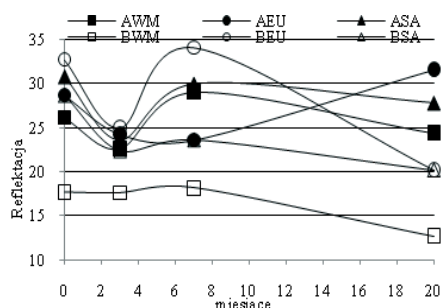
Powłoki lakierowe na podłożu z drewna damarzyk i eukaliptus oraz powłoki systemu B na drewnie sapeli, nie wykazały po oddziaływaniach starzeniowych uszkodzeń w postaci spęczeń, spękań i złuszczeń. Ich wygląd sklasyfikowano jako 0S(0) w całym okresie ekspozycji. W odniesieniu do powłok systemu A na drewnie sapeli po oddziaływaniach w warunkach sztucznych starzenia odnotowano liczne punktowe przebarwienia.

Adhezja powłok obydwu systemów odpowiadającą najwyższemu stopniowi 0. Ekspozycja starzeniowa, zarówno w warunkach sztucznych, jak i naturalnych, na spowodowała obniżenia przyczepności.

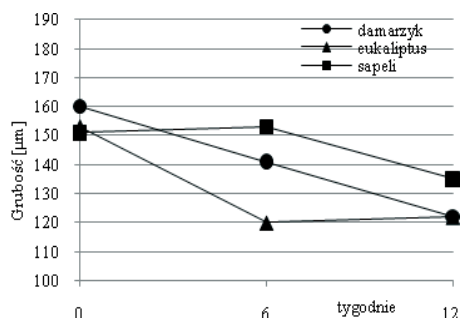
Wybrane wyniki pozostałych badań przedstawiono na rys. 6÷9 oraz w tabeli 6.



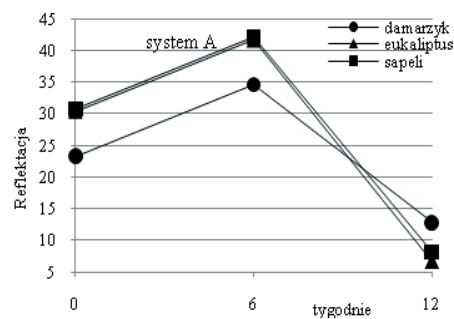
Rys. 7. Zmiany grubości całkowitej powłok starzonych w warunkach naturalnych



Rys. 8. Zmiany połysku powłok starzonych w warunkach naturalnych



Rys. 9. Zmiany grubości całkowitej powłok systemu A starzonych w warunkach sztucznych



Rys. 10. Zmiany połysku powłok systemu A starzonych w warunkach sztucznych

Tabela 6. Zmiana barwy  $\Delta E^*ab$  powłok starzonych w warunkach naturalnych

Lp.	Gatunek drewna	Zmiana barwy $\Delta E^*ab$ powłok starzonych									
		w warunkach naturalnych						w warunkach sztucznych			
		system A			system B			system A		system B	
czas starzenia, miesiące / tygodnie											
3   7   20   3   7   20   6   12   6   12											
1	damarzyk	3,6	6,5	7,6	3,9	10,1	20	30,7	31,5	22,5	24,3
2	eukaliptus	3,3	3,4	2,5	3,3	5,7	8,7	26,9	22,2	30,6	22,7
3	sapeli	3,3	2,3	3,5	2,9	2,9	6,1	28,1	28,8	23,2	23,6

Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują na odpowiednią, dla przegród zewnętrznych, trwałość rozpatrywanych rozwiązań. Powłoki nie uległy pod wpływem zadanych oddziaływań starzeniowych spękananiu ani złuszczeniu. Nie zmieniła się także ich adhezja do drewna. Obniżyła się grubość, pozostając jednak, w większości rozpatrywanych przypadków, na akceptowanym poziomie. Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, iż rozpatrywane powłoki mogą efektywnie w długim czasie zabezpieczać, przed wpływem warunków atmosferycznych, okna z drewna gatunku damarzyk, eukaliptus i sapeli. Pod wpływem starzenia obniżyły się ich jednak walory dekoracyjno-estetyczne powłok. Powłoki uległy zmatowieniu i zmianie w zakresie barwy. Stwierdzono wpływ gatunku drewna na wybrane właściwości powłok. Zaznaczył się on szczególnie wyraźnie w odniesieniu do połysku i barwy. Zaobserwowano także różnice we właściwościach powłok poszczególnych systemów aplikowanych na drewnie danego gatunku.

## 5. Podsumowanie

Stosowanie drewna egzotycznego w zewnętrznych przegrodach budowlanych wymaga, uwzględniając polski klimat, bardzo starannego i przemyślanego podejścia, w szczególności w zakresie zapewnienia właściwej sklejalności oraz ochrony przed czynnikami atmosferycznymi.

Szczególnej uwagi i odpowiedniej badawczej weryfikacji wymaga przypadek szeroko rozumianych elewacji z drewna egzotycznego w obiektach podlegających wymaganiom w zakresie bezpieczeństwa pożarowego. Nieodzwonne staje się wtedy stosowanie impregnatów ogniochronnych. Trwałość tych zabezpieczeń nabiera szczególnej wagi, gdyż decyduje nie tylko o cechach dekoracyjno-estetycznych wyrobu, ale przede wszystkim o jego odporności ogniowej.

Z punktu widzenia użytkownika istotne są metody i częstotliwość konserwacji zaimpregnowanych elementów. Konieczność np. częstego lakierowania stanowi wymierne utrudnienie dla właściciela obiektu, związane niejednokrotnie z ubieganiem się o specjalne pozwolenia. Takie ograniczenie bardzo często powoduje, że inwestor wybiera rozwiązania alternatywne.

## Literatura

- 1 Kozakiewicz P., Szarłat D.: Przegląd wybranych rodzajów drewna egzotycznego na materiały podłogowe, *Podłoga* 5 (2005) 22–26.
- 2 Kozakiewicz P., Kościeliak C., Zakrzewska-Rudzińska W.: Badania właściwości i innowacyjne zastosowania drewna egzotycznego w Polsce, *Przemysł drzewny* 59 (2008) 18–23.
- 3 Sulik P., Sudol E., Płoński J.: Consequences of using exotic wood in facades – a case study. *Ann. of Warsaw Univ. of Life Sciences – SGGW For. and Wood Techn.*, 80 (2012) 97–103.
- 4 Wagenführ R.: *Holzatlas*; Wyd. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2000.
- 5 Krzysik F.: *Nauka o drewnie*, wyd. PWN, 1978.
- 6 Proszyk S., Przybylak A.: Wpływ ubocznych składników drewna na utwardzanie środków wiążących i uszlachetniających; wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań, 1984.
- 7 Hiribayashi Y., Nakano T.: Adhesive and coating properties on tropical woods; *Makuzai Gakkaishi* 43 (1997) 356–363.
- 8 Alamsyah E., Nan L., Yamada M., Taki K., Yoshida H.: Bondability of tropical fast-growing tree species. I: Indonesian wood species; *Jap. Wood Res. Soc.* 53 (2006) 40–46.
- 9 Proszyk S., Krystofiak T., Winnik A.: Investigations on the properties of two component PVAC adhesives hardened with aluminum chloride; *Folia For. Polonica, seria B*, z. 28 (1997) 87–97.
- 10 Krystofiak T., Proszyk S., Dobrowolski J.: Badania sklejalności wybranych gatunków drewna egzotycznego przy użyciu klejów PVAC i PUR; II Międzynarodowe Seminarium nt. Nowości w dziedzinie klejów stosowanych do stolarki budowlanej, Poznań 1997, 99–104.
- 11 Creemers J., Meijer M., Zimmermann T., Sell J.: Influence of climatic factors on the weathering of coated wood. *Holz als Roh u. Werkst.* 60 (2002) 411–420.
- 12 Sudol E.: Sklejalność drewna acajou (*Khaya ivorensis* A. Chev.) i sapeli (*Entandrophragma cylindricum* Sprague) przeznaczonego do stolarki okiennej /rozprawa doktorska/, ITB, 2012.
- 13 Sudol E., Sulik P.: Water resistance of glue lines in windows made of selected exotic wood species, *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology.*, 76 (2011) 70–77.
- 14 Sudol E.: Badania wpływu środków proadhezyjnych na właściwości spoin klejów PVAC i wybranych gatunków mahoni afrykańskich, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Budownictwo*, 1799 z. 113 (2008) 319–326.
- 15 Sulik P., Sudol E., Jakimowicz M.: Przydatność wybranych gatunków drewna egzotycznego do produkcji stolarki okiennej, projekt rozwojowy NR04 0001 06, ITB, 2012.
- 16 Sudol E., Policińska-Serwa A.: Ageing resistance of paint coats applied on eucalyptus wood, *Ann. of Warsaw Univ. of Life Sciences – SGGW For. and Wood Techn.*, 76 (2011) 234–242.

## The issue of the use of exotic wood in external building partitions

Ewa Sudol, Paweł Sulik

*Building Research Institute, Building Structures Department, e-mail: e.sudol@itb.pl, p.sulik@itb.pl*

**Abstract:** Exotic wood species are more often used in windows, doors, facades and shutters. A multitude of species and unique properties make its use is difficult. The use of exotic wood in outside partitions, exposed to the different climatic conditions, should be preceded by verification of its properties, sometimes specific (glueability, susceptibility to impregnation or finish paint coatings), which determining the reliability and durability of the final product.

**Keywords:** exotic wood species, facades, windows, glue joints, paint coats.