

UNIwersytet PRZYRODnicZY w Poznaniu  
WYDZIAŁ TECHNOLOGII DREWNA

RAPORT NR 2  
BADANIA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI POWŁOK  
Z SYSTEMÓW LAKIEROWYCH UV PRZEZNACZONYCH  
DO WDROŻENIA W FIRMIE MEBEL RUST

Praca wykonana na zlecenie:

Firmy MEBEL RUST Marian Rust

ul. Rolna 13, 46-375 Pludry

Wykonawca:

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wydział Technologii Drewna

Zakład Klejenia i Uszlachetniania Drewna

dr inż. Tomasz Krystofiak

dr inż. Barbara Lis

Pracę zarejestrowano w Uniwersytecie Przyrodniczym  
z identyfikatorem 67/2015/U – zadanie 9

**UNIwersytet PRZYRODnicZY**  
w Poznaniu  
**KATEDRA TWORZYW DRZEWNYCH**  
ul. Wojska Polskiego 38/42  
60-627 POZNAŃ  
tel. 061-848-74-19, fax 061-848-75-36  
e-mail: ktd@au.poznan.pl  
NIP 777-00-04-960

**KIEROWNIK**  
Katedry Tworzyw Drzewnych  
  
dr hab. Dorota Dzurka

Poznań, czerwiec 2016

## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. OPIS PRZEPROWADZONYCH DOŚWIADCZEŃ	3
2.1. Próbki do badań	3
2.2. Zakres badań	4
3. WYNIKI BADAŃ	6
4. OCENA KOŃCOWA	9

# 1. WSTĘP

Firma MEBEL RUST Marian Rust (z siedzibą ul. Rolna 13, 46-375 Pludry), po dokonaniu wstępnych uzgodnień formalnych zleciła, w ramach kontynuacji prowadzonej współpracy, pismem z dnia 17 czerwca 2016 r., Zakładowi Klejenia i Uszlachetniania Drewna, Katedry Tworzyw Drzewnych WTD UP w Poznaniu, wykonanie badań odporności powierzchni płyt MDF uszlachetnionych lakierowymi systemami UV, a w szczególności stopnia połysku powłok, ich adhezji do podłoża oraz twardości. Zgodnie z sugestiami realizujących badania, producenci wyrobów lakierowych oferujący systemy do innowacyjnej technologii, wzbogacili recepturę lakieru UV dodatkiem środka CA 507 (w ilości ok. 5%) w celu podwyższenia twardości powłok.

## 2. OPIS PRZEPROWADZONYCH DOŚWIADCZEŃ

### 2.1. Próbki do badań

Przedstawiciel firmy MEBEL RUST Marian Rust przekazał do badań 4 elementy płytowe o powierzchniach wykończonych, odpowiednio po 2 w kolorze białym oraz czarnym, przygotowane w warunkach przemysłowych, które oznakowano następująco:

- „1/17/06/16b”
- „2/17/06/16b”
- „1/17/06/16c”
- „2/17/06/16c”.

Przed przystąpieniem do badań elementy klimatyzowano w warunkach laboratoryjnych ( $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ , RH  $50\pm 5\%$ ) w czasie 96 h. Oznaczenia wybranych właściwości wykonywano zgodnie z ustaleniami podjętymi ze Zleceniodawcą.

### 2.2. Zakres badań

Zakres badań obejmował określenie poniżej wyszczególnionych właściwości wykończeń:

- stopnia połysku (GU) wg PN-EN ISO 2813
- przyczepności wg PN-EN ISO 4624
- twardości metodą ołówkową wg PN-ISO 15184.

Badanie stopnia połysku wykonano metodą fotoelektryczną wg PN-EN ISO 2813, używając elektronicznego aparatu pomiarowego umożliwiającego przeprowadzenie pomiaru przy trzech kątach padania światła odpowiednio 20, 60 i 85°. Klasyfikację wartości stopni połysku dla kąta padania światła 60° wraz z oceną słowną zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

Klasyfikacja wartości stopni połysku wraz z oceną słowną

Stopień połysku (GU)	Ocena słowna
poniżej 10	Mat
10-35	Półmat
35-60	Półpołysk
60-80	Połysk
powyżej 80	wysoki połysk (lustrzany)

Do badań użyto połyskomierza PICO GLOSS Model 503. Wykonano po 10 pomiarów wzdłuż i w poprzek włókien dla każdej próbki.

Badania przyczepności testowanych systemów do powierzchni wykonano zgodnie z założeniami wspomnianej procedury PN-EN ISO 4624. Za pomocą kleju silanowo – epoksydowego przyklejono stemple pomiarowe o średnicy 20 mm do badanych powierzchni. Po 168 h klimatyzowania próbek, na ich powierzchniach wykonano przy użyciu frezu kołowego nacięcia wokół stempli pomiarowych. Następnie przystępowano do odrywania stempli, stosując do tego celu aparat probierczy PostiTest o napędzie hydraulicznym i zarejestrowano wartości przyczepności. Na każdym rodzaju powierzchni wykonano po 5 prób (stempli pomiarowych). Następnie zgodnie z procedurą badań dokonano oceny zniszczeń (wg tabeli 2).

Ocena powierzchni oderwania (wg PN-EN ISO 4624)

Oznaczenie rodzaju oderwania	Opis
A	Oderwanie kohezyjne w podłożu
A/B	Oderwanie adhezyjne między podłożem a pierwszą powłoką
B	Oderwanie kohezyjne w pierwszej powłoce
B/C	Oderwanie adhezyjne między pierwszą a drugą powłoką
n	Oderwanie kohezyjne w n-tej powłoce systemu powłokowego
n/m	Oderwanie adhezyjne między n-tą a m-tą powłoką systemu powłokowego
-/Y	Oderwanie adhezyjne ostatniej powłoki od kleju
Y	Oderwanie kohezyjne w kleju
Y/Z	Oderwanie adhezyjne między klejem a stemplem pomiarowym

Oznaczenie twardości wykończeń metodą ołówkową przeprowadzono zgodnie z założeniami PN-ISO 15184. Do badań użyto przyrządu mechanicznego TQC oraz zestawu ołówków w zakresie twardości 9B – 8H. Przed przystąpieniem do oznaczeń za pomocą specjalnej temperówki mechanicznej usuwano z każdego ołówka ok. 5-6 mm drewna oraz zeszlifowano końcówkę grafitu za pomocą papieru ściernego o uziarnieniu nr 400. Po upływie 30 s dokonano oceny wizualnej wykończeń, obserwując zgodnie z procedurą, czy wystąpiły uszkodzenia w postaci odkształceń plastycznych, pęknięć kohezyjnych lub obu jednocześnie.

### 3. WYNIKI BADAŃ

W tabelach 3-6 zestawiono wyniki pomiarów stopnia połysku dla testowanych wykończeń wraz z elementarnym oszacowaniem statystycznym.

Tabela 3

Wyniki pomiarów stopnia połysku wzdłuż ( $\parallel$ ) i w poprzek ( $\perp$ ) dla wykończenia o oznakowaniu 1/17/06/16b wraz z oszacowaniem statystycznym

Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]			Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]		
	20	60	85		20	60	85
1	78,3	89,8	97,9	1	79,3	90,2	98,4
2	64,7	85,2	97,5	2	77,3	89,4	98,3
3	71,0	87,9	98,3	3	76,9	89,0	98,1
4	77,4	89,2	98,1	4	75,9	88,4	98,1
5	62,7	82,6	97,3	5	70,6	87,7	98,0
6	69,9	86,5	97,9	6	71,6	87,3	98,1
7	76,7	88,9	98,3	7	71,0	87,1	98,0
8	71,3	87,0	98,0	8	67,3	85,7	98,0
9	74,8	88,5	98,3	9	64,0	84,3	97,9
10	69,5	86,4	98,1	10	73,1	87,8	98,1
x	71,6	87,2	98,0	x	72,7	87,7	98,1
x <sub>max.</sub>	78,3	89,8	98,3	x <sub>max.</sub>	79,3	90,2	98,4
x <sub>min.</sub>	62,7	82,6	97,3	x <sub>min.</sub>	64,0	84,3	97,9
v [%]	7,3	2,5	0,3	v [%]	6,6	2,0	0,2

x - średnia arytmetyczna, x<sub>max.</sub> - wartość maksymalna, x<sub>min.</sub> - wartość minimalna, v - współczynnik zmienności

Tabela 4

Wyniki pomiarów stopnia połysku wzdłuż ( $\parallel$ ) i w poprzek ( $\perp$ ) dla wykończenia o oznakowaniu 2/17/06/16b wraz z oszacowaniem statystycznym

Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]			Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]		
	20	60	85		20	60	85
1	80,6	87,5	87,5	1	76,6	81,6	75,5
2	78,7	86,4	87,6	2	76,5	81,7	74,3
3	76,8	84,7	88,2	3	71,7	85,0	77,6
4	79,0	86,8	88,1	4	79,6	88,9	93,5
5	79,8	88,1	90,5	5	74,5	86,7	84,1
6	78,4	87,3	91,8	6	79,6	87,0	84,9
7	78,3	87,2	87,1	7	79,6	87,0	89,3
8	79,8	87,4	87,5	8	79,1	88,0	93,9
9	76,4	87,1	93,4	9	78,7	85,8	86,3
10	79,7	88,6	95,3	10	78,0	86,3	87,2
x	78,8	87,1	89,7	x	77,4	85,8	84,7
x <sub>max.</sub>	80,6	88,6	95,3	x <sub>max.</sub>	79,6	88,9	93,9
x <sub>min.</sub>	76,4	84,7	87,1	x <sub>min.</sub>	71,7	81,6	74,3
v [%]	1,7	1,2	3,2	v [%]	3,4	2,8	8,2

Tabela 5

Wyniki pomiarów stopnia połysku wzdłuż ( $\parallel$ ) i w poprzek ( $\perp$ ) dla wykończenia o oznakowaniu 1/17/06/16c wraz z oszacowaniem statystycznym

Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]			Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]		
	20	60	85		20	60	85
1	83,0	88,8	98,4	1	82,9	89,1	98,6
2	81,7	88,3	97,7	2	81,0	87,7	98,1
3	80,6	87,7	98,3	3	83,1	88,9	98,6
4	80,3	87,6	98,3	4	82,1	88,5	98,4
5	82,2	88,5	98,5	5	82,5	88,3	97,5
6	81,4	88,1	98,0	6	82,2	88,5	98,7
7	80,5	87,8	98,5	7	81,3	88,0	98,3
8	82,2	88,2	98,0	8	83,7	89,1	98,6
9	82,1	88,5	98,5	9	80,8	87,8	98,4
10	83,6	88,9	98,1	10	80,5	87,7	98,6
x	81,8	88,2	98,2	x	82,0	88,4	98,4
x <sub>max.</sub>	83,6	88,9	98,5	x <sub>max.</sub>	83,7	89,1	98,7
x <sub>min.</sub>	80,3	87,6	97,7	x <sub>min.</sub>	80,5	87,7	97,5
v [%]	1,3	0,5	0,3	v [%]	1,3	0,6	0,4

Tabela 6

Wyniki pomiarów stopnia połysku wzdłuż ( $\parallel$ ) i w poprzek ( $\perp$ ) dla wykończenia o oznakowaniu 2/17/06/16c wraz z oszacowaniem statystycznym

Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]			Nr pomiaru	Kąt padania światła [°]		
	20	60	85		20	60	85
1	77,2	86,4	98,3	1	80,9	87,8	98,5
2	75,3	85,6	98,3	2	79,2	86,6	98,0
3	76,5	86,2	98,5	3	78,6	86,9	98,6
4	75,5	85,5	98,3	4	77,6	86,9	98,5
5	75,3	85,5	97,7	5	75,0	85,6	98,4
6	77,6	86,6	98,5	6	78,7	87,2	98,6
7	77,3	86,6	98,5	7	77,1	86,5	98,4
8	77,3	86,5	98,3	8	77,9	87,1	98,6
9	79,1	87,1	98,4	9	75,0	86,0	98,5
10	76,4	86,2	98,5	10	77,2	86,6	98,5
x	76,8	86,2	98,3	x	77,7	86,7	98,5
x <sub>max.</sub>	79,1	87,1	98,5	x <sub>max.</sub>	80,9	87,8	98,6
x <sub>min.</sub>	75,3	85,5	97,7	x <sub>min.</sub>	75,0	85,6	98,0
v [%]	1,6	0,6	0,2	v [%]	2,3	0,7	0,2

W tabelach 7-8 zestawiono wyniki przyczepności wraz z oszacowaniem statystycznym.

Tabela 7

Wyniki badań przyczepności wykończeń o oznakowaniu 1/17/06/16b oraz 2/1706/16b

Nr pomiaru	Oznakowanie wykończenia			
	1/17/06/16b		1/17/06/16b	
	Przyczepność [MPa]	Ocena powierzchni oderwania (wg tabeli 2)	Przyczepność [MPa]	Ocena powierzchni oderwania (wg tabeli 2)
1	1,02	100n/m	0,84	100A
2	0,92	100n/m	1,06	100A
3	1,14	100n/m	1,27	100A
4	1,20	100n/m	1,31	100A
5	1,35	100n/m	1,29	100A
x	1,13	100n/m	1,15	100A
x <sub>max.</sub>	1,35		1,31	
x <sub>min.</sub>	0,92		0,84	
v [%]	14,70		17,53	

Tabela 8

Wyniki badań przyczepności wykończeń o oznakowaniu 1/17/06/16c oraz 2/1706/16c

Nr pomiaru	Oznakowanie wykończenia			
	1/17/06/16c		2/17/06/16c	
	Przyczepność [MPa]	Ocena powierzchni oderwania (wg tabeli 2)	Przyczepność [MPa]	Ocena powierzchni oderwania (wg tabeli 2)
1	1,13	100A	1,07	100A
2	1,29	100n/m	0,97	100A
3	1,15	65A,35n/m	1,03	100A
4	1,24	80A,20n/m	1,02	80A,20n/m
5	1,17	100n/m	1,05	100A
x	1,20	50A,50n/m	1,03	95A,5n/m
x <sub>max.</sub>	1,29		1,07	
x <sub>min.</sub>	1,13		0,97	
v [%]	5,60		3,67	

W tabeli 9 zestawiono wyniki oznaczeń twardości wykończeń metodą ołówkową wraz z oceną opisową.



Wyniki oznaczeń twardości wykończeń wraz z oceną

Oznakowanie wykończenia	Wynik badania	Ocena
1/17/06/16b	H	Odkształcenie plastyczne – ciągłe wgniecenie powłoki lakierowej bez pęknięcia kohezyjnego
2/17/06/16b	H	
1/17/06/16c	H	
2/17/06/16c	H	

#### 4. OCENA KOŃCOWA

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych, stwierdzono że testowane wykończenia o oznakowaniu 2/17/06/16b oraz 2/17/06/16c wykazały w układzie porównawczym korzystniejszą przyczepność do podłoża. W większości przypadków zarejestrowano bowiem oderwania kohezyjne w podłożu (w płycie MDF). Z kolei dla układu 1/17/06/16b odnotowano wyłącznie rozwarstwienia adhezyjne między przedostatnią warstwą powłoki lakierowej a finalną. Natomiast dla wykończenia 1/17/06/16c stwierdzono delaminację mieszaną (w połowie kohezyjne oderwanie w podłożu oraz adhezyjne między przedostatnią a finalną warstwą powłoki).

Wszystkie testowane wykończenia wykazały średnią wartość stopnia połysku  $< 90$  GU oraz twardość  $< 2H$ .

W kontekście uzyskanych rezultatów sugeruje się podjęcie przedsięwzięć przez producentów wyrobów lakierowych, zmierzających do podwyższenia wartości stopnia połysku do poziomu  $98 \pm 2$  GU oraz twardości na poziomie 2H. Poza tym w przypadku układów 1/17/06/16b oraz 1/17/06/16c należy skorygować parametry aplikacji i utwardzania w szczególności finalnej powłoki w celu uzyskania korzystniejszej przyczepności.