

Friedrich-Wilhelm Bröker, Željko Šonje¹

Klebfugenfestigkeiten freibewitteter lamellierter Meranti-Kanteln

Čvrstoća sljubnica lameliranih meranti okvirnica prozora nakon prirodnog izlaganja

Preliminary note - Prethodno priopćenje

Primljeno – received: 24. 01. 2001 • Prihvaćeno – accepted: 21. 03. 2001.

UDK 630 832.286 i 834.839*

ZUSAMMENFASSUNG • Nach 10 jähriger Freibewitterung unter extremen Belastungen wurden Klebfugenfestigkeiten des geprüften PUR-Klebstoffes bei der Holzart Meranti getestet und die Festigkeiten wurden im Bereich der Vollholzfestigkeiten gefunden. Dies deutet auf die ausserordentlichen Verklebeeigenschaften. Die Untersuchungen haben auch gezeigt, dass sich aus der Kurzzeitprüfung nach DIN EN 204 gute Vorhersagen zum Langzeitverhalten von Meranti-Kanteln ziehen lassen.

SAŽETAK • Pri lijepljenju, a u proizvodnji lameliranih elemenata (građevne stolarije) sve se češće (za posebne svrhe) osim PVAc ljepila (različitih sustava otvrdnjivača) upotrebljava IK-PUR (jednokomponentno poliuretansko) ljepilo.

Ta vrsta ljepila po svojim je posebnim svojstvima poznata u proizvodnji drvnih proizvoda, jer osim ostalih osnovnih zahtjeva kojima mora udovoljavati (čvrstoća spoja, trajnost postignute čvrstoće spoja), ljepilo zadovoljava i otpornost na vanjske utjecaje, tj. na povišenu temperaturu i vlagu, naprezanja od bubrenja i utezanja, utjecaja mikroorganizama i kemijske reakcije.

U članku su opisane metode i načini ispitivanja čvrstoće spoja (sljubnice) lameliranih elemenata (3 x lamele – profila) lijepljenih IK-PUR ljepilom.

Postojanost, kao ni čvrstoća spoja lameliranih elemenata (Meranti) lijepljenih IK-PUR ljepilom, nije se bitno razlikovala od postojanosti i čvrstoće na smik masivnog drva ni nakon više od deset godina izlaganja vanjskim utjecajima (nezatna promjena čvrstoće na smik,

¹ Herr Dr. F.-W. Bröker, Professor an der Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Holztechnik, und Herr Šonje, Dipl. Ing., Anwendungstechnische Abteilung, Klebchemie M. G. Becker GmbH, Weingarten, jetzt im Ruhestand. Autori su, redom, profesor Odsjeka za tehnologiju drva na Visokoj tehničkoj školi u Eberswaldeu, te voditelj Laboratorija za primjenu u tvrtki Klebchemie M. G. Becker GmbH, Weingarten, Njemačka, sada u mirovini.

100%-tni lom po drvu).

Navedene činjenice potvrđuju vrlo visoka mehanička svojstva ispitanog ljepila pri ekstremnim naprezanjima zbog bubrenja i utezanja lameliranih elemenata.

Spomenuta su istraživanja također pokazala da je ubrzanim starenjem uzoraka (kratkotrajna ispitivanja kao npr. DIN EN 204) moguće unaprijed procijeniti ponašanje za dugi rok – starenje (promjenu čvrstoće i postojanosti) lameliranih elemenata (MERANTI drvo) izloženih vanjskim utjecajima.

1. Einleitung

1. Uvod

Für die Verklebung lamellierter Fensterkanteln finden neben dem ursprünglich verwendeten PVAc-Klebern, die zur Feuchtestabilisierung vielfach mit verschiedenen Härten versetzt werden, die Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff (PUR) mehr und mehr Eingang (Turkulin 1993). Die guten Klebeeigenschaften dieser auf Isocyanatbasis aufgebauten PUR-Klebstoffe sind aus der Holzwerkstoffindustrie hinreichend bekannt (Šonje, Ljuljka 1990). In der vorliegenden Untersuchung sollte das Langzeitverhalten von Vollholzverklebungen nach extremer Feuchte- und Temperaturbelastung überprüft werden (siehe auch Ljuljka, Šonje 1979).

2. Material und Methoden

2. Materijal i metode

Untersucht werden drei aus jeweils drei Lamellen bestehende Kantelabschnitte der Holzart Meranti (*Shorea spp.*) von 85x24x1200 mm, die über 10 Jahre lang (vom 08.03.85 bis 26.10.95) einer Freibewitterung in Weingarten ausgesetzt waren. Die Muster waren ohne Oberflächenbeschichtung der Witterung ausgesetzt. Bei Anlieferung zeigten sie starken Bewuchs durch Pilze und Algen (siehe auch Sell, 1971). Die Hirnenden der Kanteln waren einige Zentimeter tief stark zerklüftet (Bild 1), die Längsflächen wiesen ebenfalls Rißbildung auf (Bild 2). Nach dem Hobeln der Längsflächen wurde erkennbar, dass die Risse vornehmlich im Holz, sehr selten in der Klebfuge verlaufen (Bild 3, siehe auch Turkulin, 1992).

Verklebt waren die Kantelabschnitte mit einem Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff Type Kleiberit PUR 501 Klebstoff der Firma Klebchemie Weingarten. Der Kleberit 1 K-PUR 501 Klebstoff basiert auf Semiprepolymeren aus aromatischen Diisocyanaten und Polyetherpolyolen. Diese verleihen dem PUR-Klebstoff eine ausgezeichnete Hydrolysestabilität. Während

der Aushärtungsphase geht ein Teil der reaktiven Gruppen eine chemische Verbindung mit dem Holz, welches OH-Gruppen aufweist, ein und sorgt so für einen innigen Verbund. Der Großteil der reaktiven Gruppen vernetzt aber unter Einwirkung von Feuchtigkeit aus dem zu verklebenden Holz und bildet unter anderem Polyharnstoffgruppen. Diese gewährleisten hohe Festigkeitswerte und gute Beständigkeit.

Laut Prüfbericht des Instituts für Fertertechnik Rosenheim (ift) ist dies ein Klebstoff der Beanspruchungsgruppe D4 nach DIN EN 204. Im Test mit Buchenholz erreichte der Klebstoff folgende Klebfugenfestigkeiten nach Lagerungsfolgen 1, 3, 5 und 6 (Tabelle 1).

In Anlehnung an die Systemprüfung für lamellierte Kanteln des ift Rosenheim wurden aus den bewitterten Kantelabschnitten 50 mm lange Druckscherproben geschritten und nach verschiedenen Lagerungsfolgen geprüft. Vergleichsweise sind die Druckscherfestigkeiten des bewitterten Vollholzes, ebenfalls nach verschiedenen Lagerungsfolgen, mit aufgeführt.

3. Versuchsergebnisse

3. Rezultati pokusa

Holzfeuchten

Die Holzfeuchten der normalklimatisierten Proben bei der Prüfung lagen zwischen 10,1 und 11,8 %, im Mittel bei 10,8 %.

Rohdichten

Die Rohdichten einzelner Lamellen nach Normalklimatalagerung lagen zwischen 0,55g/cm und 0,74 g/cm, im Mittel bei 0,62g/cm.

Spaltversuch

Nach dem Spalten normalklimatisierter Proben hatten alle Klebefugen 100 %igen Holzbruch.

Beanspruchungsgruppe	Lagerungsfolge	Klebfestigkeit in N/mm ²					Standardabweichung	Variationskoeffizient in %	Geschätzter Holzbruch in %
		Mindestwert lt. DIN EN 204	Mittelwert	Kleinstwert	Größtwert				
D4	1	≥ 10	14,0	10,8	17,0	1,5	10,8	ca. 80	
D4	3	≥ 4	6,3	4,8	8,0	1,1	17,1	0	
D4	5	≥ 4	5,5	4,2	7,2	0,8	13,6	0	
D4	6	≥ 8	12,0	8,3	14,6	2,2	18,0	ca. 50	

Anmerkung

Lagerung der Proben vor der Prüfung

Lagerungsfolge 1:

7 Tage im Normalklima bei 20 C und 65 % rel. Luftfeuchte

Lagerungsfolge 3:

7 Tage im Normalklima bei 20 C und 65 % rel. Luftfeuchte

4 Tage in kaltem Wasser von 20 C

Lagerungsfolge 5:

7 Tage im Normalklima bei 20 C und 65 % rel. Luftfeuchte

6 Stunden in kochendem Wasser

2 Stunden in kaltem Wasser von 20 C

Lagerungsfolge 6:

7 Tage im Normalklima bei 20 C und 65 % rel. Luftfeuchte

6 Stunden in kochendem Wasser

2 Stunden in kaltem Wasser von 20 C

7 Tage im Normalklima bei 20 C und 65 % rel. Luftfeuchte

Behandlung der Proben vor der Prüfung	Holz [N/mm ²]	Klebfuge [N/mm ²]
Lagerungsfolge 1	6,0...8,8...11,3	6,4...8,2...9,6
Einstündige Lagerung in Luft von 80 °C	4,2...8,6...11,6	5,6...7,9...10,8
Wasserlagerung	4,2...8,6...11,6	5,6...7,9...10,8
3 Std. bei 20° C plus		
3 Std. bei 60° C plus		
18 Std. bei 20° C plus		
72 Std. Bei Normalklima (20/65)		

Anm.: Alle Klebfugen wiesen 100 %igen Holzbruch auf

Primjedba: kod svih ispitanih sljubnica – spojeva 100% lom po drvu

Tretman uzorka prije ispitivanja:

- u normalnim uvjetima (20° C/60% rel. vlažnosti – Lagerungsfolge 1)

- pri 80° C tijekom 1 sata, ispitivano također pri 80° C – einständige Lagerung in Luft von 80° C

- kondicioniranje – potapanje uzorka u vodi prema tzv. Rosenheimskom testu - Wasserlagerung

4. Schlussfolgerung

4. Zaključak

Auch nach über10jähriger Freibewitterung wurden Klebfugenfestigkeiten im Bereich der Vollholzfestigkeiten gefunden. Dies deutet auf die ausserordentlichen Verklebeeigenschaften des geprüften PUR-Klebstoffes unter extremen Belastungen bei der Holzart Meranti hin. Die Untersuchungen haben auch gezeigt, dass sich aus der Kurzzeitprüfung nach DIN EN 204 gute Vorhersagen zum Langzeitverhalten von Meranti-Kanteln ziehen lassen.

5. Literatur

5. Literatura

1. Ljuljka, B.; Šonje, Ž. (1979): Postojanost spojeva slijepljenih PVA ljepilima u vanj-

skim uvjetima. Drvna ind. 30 (1979) 4: 101 - 105

2. Sell, J.; Leukens, U. (1971): Verwitterungserscheinungen an ungeschützten Hölzern. Holz Roh- Werkstoff 29 (1): 23 - 31.

3. Šonje, Ž.; Ljuljka, B. (1990): Istraživanje tehnoloških i mehaničkih osobina reaktivnih poliuretanskih taljivih ljepila. Drvna ind. 41 (1990) 9-10, 163-169.

4. Turkulin, H.(1992): Dauerhaftigkeit von lamellierten Holzfensterprofilen. Teil 1: Feuchteverlauf und Formstabilität. Holz als Roh- und Werkstoff 50 (9) 347 - 352.

5. Turkulin, H. (1993): Dauerhaftigkeit von lamellierten Holzfensterprofilen. Teil 2: Untersuchungen zur Delaminierung und zur Leimfugenfestigkeit. Holz Roh-Werkstoff 51 (2) 67 - 71.

Tabelle 1.

Klebfugenfestigkeiten von Zugscherproben aus Buche, die mit Kleiberit PUR 501 verklebt worden waren.

• Čvrstoća na smik vlakom ispitana prema DIN-EN 204 drvo – bukovina, ljepilo-Kleiberit IK-PUR 501

Tabelle 2.

Druckscherfestigkeiten freibewitteter Kantelabschnitte

• Čvrstoća na smik tlakom masivnog drva i čvrstoća spoja – sljubnice; drvo: Meranti, ljepilo: Kleiberit IK-PUR 501

Bild 1.

Hirnfläche einer lamellierten Meranti-Kantel nach über 10jähriger Freibewitterung •
Poprečni presjek (čelo) 3 x lamele (simetrične) nakon više od deset godina izlaganja vanjskim utjecajima (bez nadstrešnice – krova)

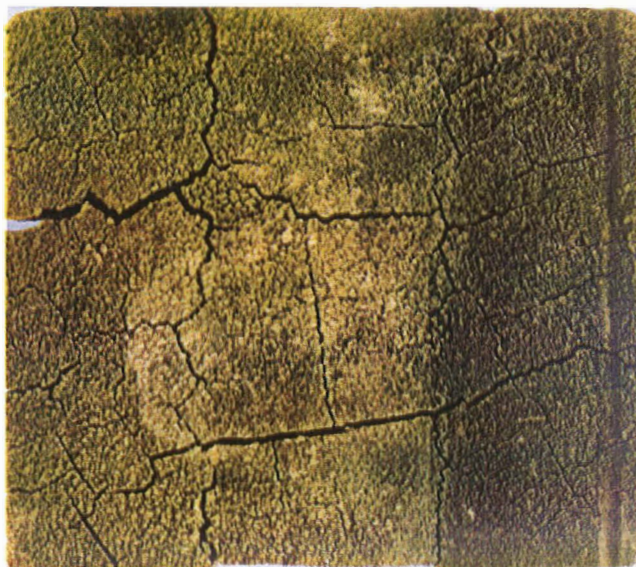


Bild 2.

Seitenansicht einer lamellierten Meranti-Kantel nach über 10jähriger Freibewitterung •
Uzdužni presjek (po žici – vlakancima drva – radij./tang.) 3 x lamele nakon više od deset godina izlaganja vanjskim utjecajima

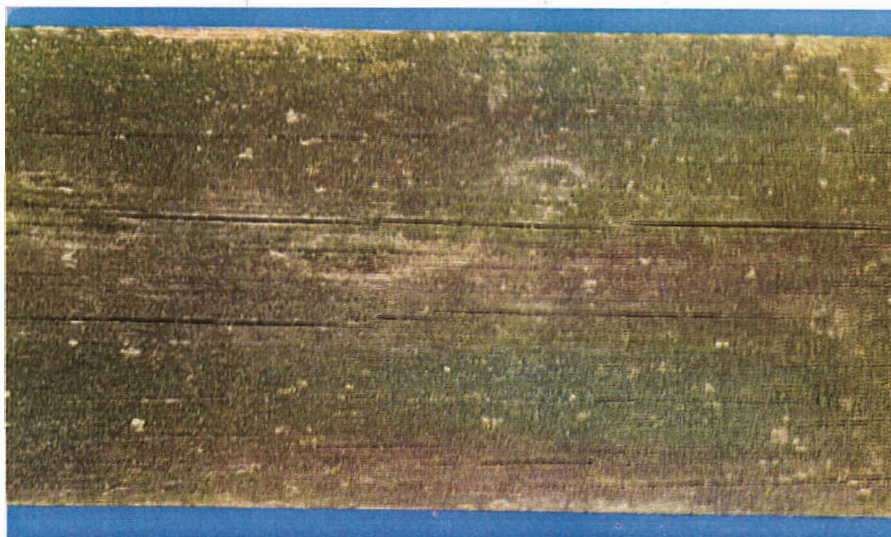
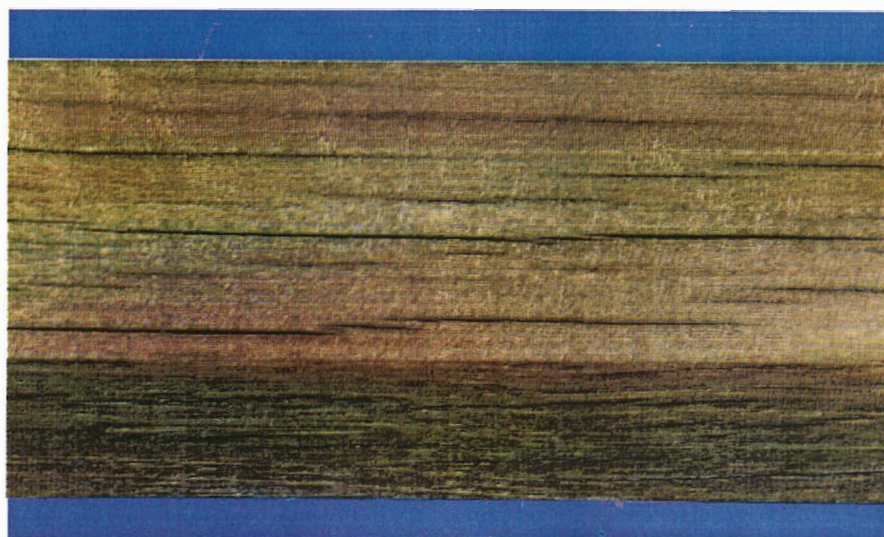


Bild 3.

Seitenansicht der lamellierten Kantel in Bild 2 nach dem Hobeln •
Uzdužni presjek – po žici drva, isti kao na slici 2, nakon blanjanja tankog sloja drva



Danksagung - Zahvala

Für die gewissenhafte Durchführung der Untersuchung danken wir Frau E. Kupstor, Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg.