

LECH GRAJ  
JAROSŁAW METKOWSKI  
WSP w Bydgoszczy

## SKLEJALNOŚĆ DREWNA RÓŻNYCH GATUNKÓW KLEJAMI WIĄŻĄCYMI NA ZIMNO

### Wstęp

Deficyt drewna przy jednoczesnym wzroście zapotrzebowania na jego wyroby staje się jednym z ważniejszych problemów do rozwiązania w skali całego kraju. Pogłębiający się deficyt dotyczy szczególnie drewna wielkowymiarowego, na które mimo wprowadzonych ograniczeń zapotrzebowanie jest nadal bardzo duże. Głównymi odbiorcami wielkowymiarowych materiałów drzewnych są:

- kolejnictwo - elementy nawierzchni kolejowej,
- budownictwo - materiały konstrukcyjne w postaci krawędziaków, belek i różnego rodzaju wielkowymiarowych dźwigarów,
- górnictwo - przewodniki szybowe,
- szkutnictwo - elementy konstrukcyjne szkutnicze.

Problem oszczędności drewna wielkowymiarowego można między innymi rozwiązać poprzez wprowadzenie do produkcji klejonych elementów wielkowymiarowych. Z wielu wcześniej wykonanych badań (1, 2, 3, 4) wynika, że klejenie drewna daje następujące, tak techniczne jak i ekonomiczne korzyści:

1. Możliwość tworzenia z krótkiego i cienkiego surowca belek dowolnie grubych, co jest równoznaczne z zaoszczędzeniem surowca drzewnego i zwiększeniem wydajności materiałowej.
2. Możliwość tworzenia z sękatego surowca, poprzez odrzucenie desek sękatych, belek całkowicie bezsęcznych o zredukowanym do minimum przekroju, co jest równoznaczne z unowocześnieniem

budownictwa drewnianego i z zaoszczędzeniem surowca drzewnego.

3. Możliwość tworzenia z sękatego surowca belek o zwiększonej do maksimum wytrzymałości, poprzez umieszczenie desek sękatych w wewnętrznej strefie niskich naprężeń, a desek bezsęcznych w zewnętrznej strefie naprężeń wysokich, co jest równoznaczne z optymalnym wykorzystaniem surowca drzewnego.
4. Możliwość tworzenia belek łukowatych i belek o dowolnej krzywiznie, co stwarza dla budownictwa drewnianego całkowicie nowe możliwości techniczne i architektoniczne.
5. Możliwość tworzenia belek z dwóch gatunków drewna, zawierających drewno o wysokich właściwościach technicznych np. dąb, w zewnętrznych warstwach wysokich naprężeń, a drewno o gorszych właściwościach np. olchę w wewnętrznych warstwach niskich naprężeń.

W dotychczasowej produkcji wielkowymiarowych elementów klejonych stosuje się wyłącznie drewno iglaste, w postaci tarcicy pozyskiwanej tradycyjną metodą przez piłowanie. Chcąc więc zmniejszyć istniejące niedobory iglastej masy drzewnej należałoby sięgnąć po inne gatunki, mniej cenne i sprawdzić możliwości ich wzajemnego sklejania (5).

W związku z powyższym podjęcie niniejszych badań wydaje się jak najbardziej uzasadnione i wskazane.

#### **Opis wykonanych badań**

Do sklejania doświadczalnych elementów zastosowano cztery gatunki drewna, powszechnie występujące w warunkach krajowych, a mianowicie: drewno dębowe, bukowe, sosnowe i olchowe. Przy sklejaniu wymienionych gatunków drewna ze sobą zastosowano

najmniej kosztowną metodę, tj. klejenie na zimno, stosując następujące dwa kleje:

- klej fenolowo-formaldehydowy "AG" - produkcji krajowej,
- klej rezorcynowo-fenolowy "Penacolite" - z importu.

Ponieważ drewniane elementy konstrukcyjne, podobnie jak inne, narażone są w normalnym użytkowaniu na działanie sił zginających i ścinających, uznano za celowe określić w tym przypadku wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych znajdujących się między poszczególnymi warstwami elementów, sklejanymi z różnych gatunków drewna.

Do badania wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych zastosowano próbkę blokową wg PN-66/G-95006 o powierzchni ścinania 10 cm<sup>2</sup>. Próbkę oraz sposób jej obciążania przedstawia Rys. 1. O wyborze tej próbki do badania wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych przesądził fakt, że jest ona od wielu lat powszechnie stosowana, a tym samym umożliwi porównanie uzyskanych rezultatów z wynikami innych, wcześniej wykonanych badań w tym zakresie (6).

Zastosowane w badaniach kleje nakładano na powierzchnie sklejanymi elementami w ilości 400 g/m<sup>2</sup>, zachowując przy sporządzaniu klejów wskazówki ich producentów. Posmarowane klejem beleczki umieszczono w prasie śrubowo-hydraulicznej wywierając nacisk 5 daN/cm<sup>2</sup> przez okres 24 godzin.

#### **Wyniki badań**

Uzyskane wyniki badań w postaci wartości średnich zestawiono w Tab. 1 oraz zilustrowano na Rys. od 1 do 4. Na podstawie zestawionych danych można stwierdzić co następuje:

- 1) przy sklejanym drewna sosnowego z dębowym średnia wytrzymałość spoin na ścinanie wynosi:

- dla kleju "Penacolite" - 7,51 MPa,
- dla kleju "AG" - 8,72 MPa,

2) przy połączeniu drewna sosnowego z bukowym średnia wytrzymałość spoin klejowych na ścinanie wynosi:

- dla kleju "Penacolite" - 13,03 MPa,
- dla kleju "AG" - 13,87 MPa,

3) przy klejeniu drewna sosnowego z olchowym wytrzymałość średnia spoin wynosi:

- dla kleju "Penacolite" - 9,78 MPa,
- dla kleju "AG" - 8,19 MPa,

4) w przypadku połączenia drewna dębowego z olchowym średnia wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych wynosi:

- dla kleju "Penacolite" - 12,73 MPa,
- dla kleju "AG" - 10,83 MPa,

5) średnia wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych dla połączenia drewna dębowego z bukowym wynosi:

- dla kleju "Penacolite" - 17,63 MPa,
- dla kleju "AG" - 13,34 MPa,

6) w przypadku sklejenia drewna bukowego z olchowym średnia wytrzymałość na ścinanie wynosi:

- dla kleju "Penacolite" - 12,32 MPa,
- dla kleju "AG" - 14,34 MPa,

7) najwyższą wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych osiągnęły próbki sklejujące z drewna bukowego z dębowym, przy użyciu kleju rezorcynowego "Penacolite" - 17,63 MPa, natomiast dla kleju fenolowego "AG" najwyższą wytrzymałość spoin osiągnięto w przypadku łączenia drewna bukowego z olchowym - 14,34 MPa,

8) najniższą wytrzymałość spoin klejowych dla kleju fenolowego "AG" osiągnęły próbki z połączenia drewna sosnowego z olchowym - 8,19 MPa, a dla kleju rezorcynowego "Penacolite" próbki sklejące z drewna sosnowego i dębowego - 7,51 MPa.

### **Wnioski**

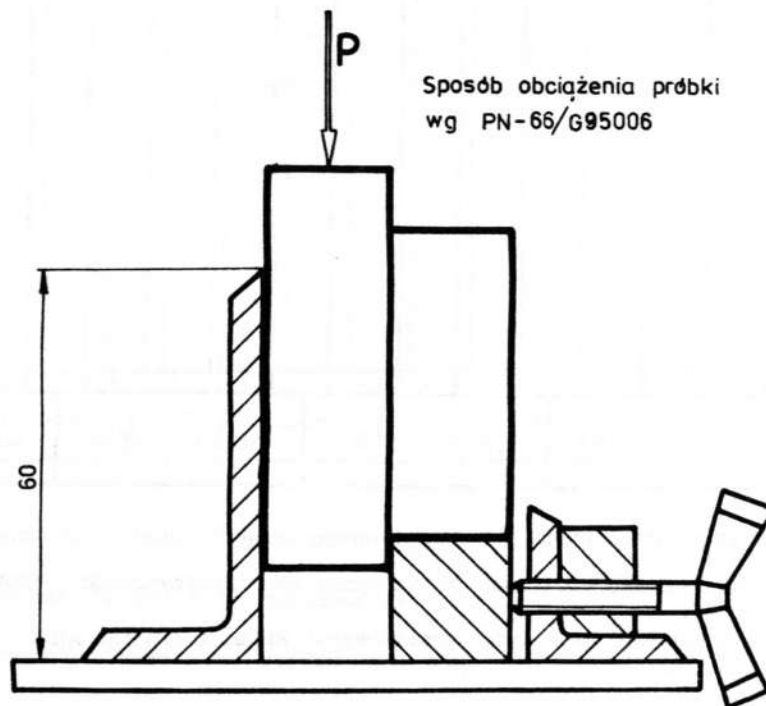
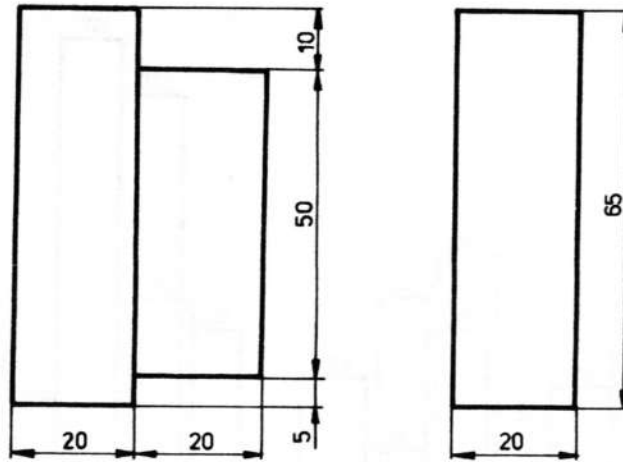
Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Wytypowane do badań kleje: fenolowy "AG" i rezorcynowy "Penacolite" w dobrym stopniu umożliwiają sklejenie ze sobą na zimno drewna dębowego, bukowego sosnowego i olchowego. Uzyskane w wyniku tych połączeń wytrzymałości spoin kwalifikują się do stosowania w drewnianych konstrukcjach klejonych.
2. Przy sklejanii drewna sosnowego z drewnem dębowym lub olchowym należy liczyć się z nieznacznym spadkiem wytrzymałości spoiny klejowej na ścinanie, co jednak nie wyklucza możliwości takich połączeń w praktyce.

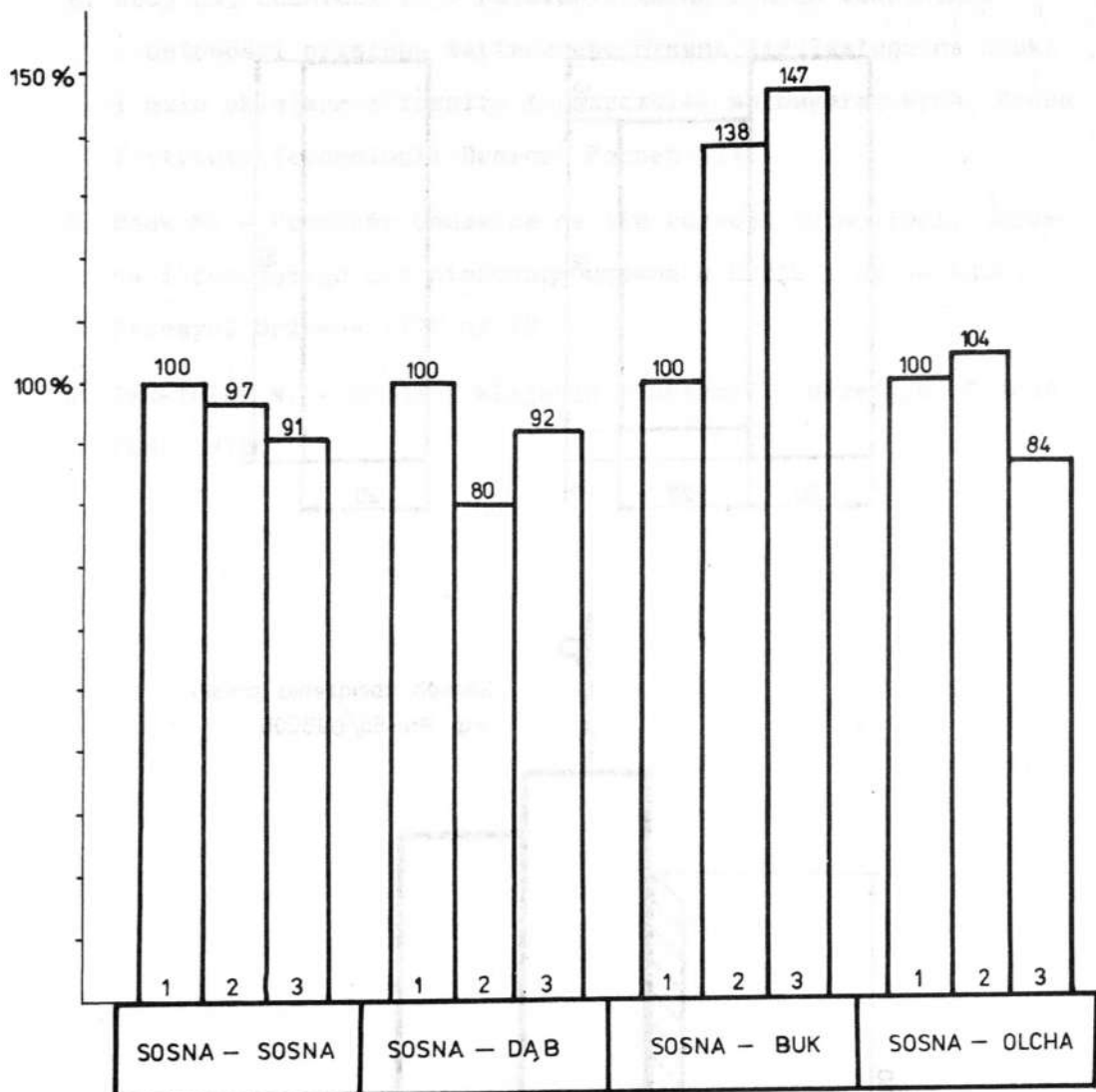
### **Literatura**

1. Gołębiowski Z. - Konstrukcje drewniane, Warszawa PWN 1975
2. Graj L., Kochański J. - Wytrzymałość na zginanie statyczne elementów równoległowarstwowych w zależności od grubości i ilości sklejących warstw, Studia Techniczne z. 12 Wyższa Szkoła Pedagogiczna Bydgoszcz 1985
3. Graj L. - Nowe dziedziny stosowania prefabrykowanych elementów sklejących z forniru, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 1987

4. Graj L., Rudnicki Z. - Ustalenie technicznych wskaźników i celowości przerobu tartaczego drewna liściastego na deski i bale sklejane z forniru i deszczułek małowymiarowych, Prace Instytutu Technologii Drewna Poznań 1976
5. Wnuk M. - Problemy badawcze na tle rozwoju technologii drewna i rysującego się niedoboru drewna w kraju i na świecie, Przemysł Drzewny 1979 nr 10
6. Zenkteler M. - Kleje i klejenie w przemyśle drzewnym, Poznań PWNT 1971



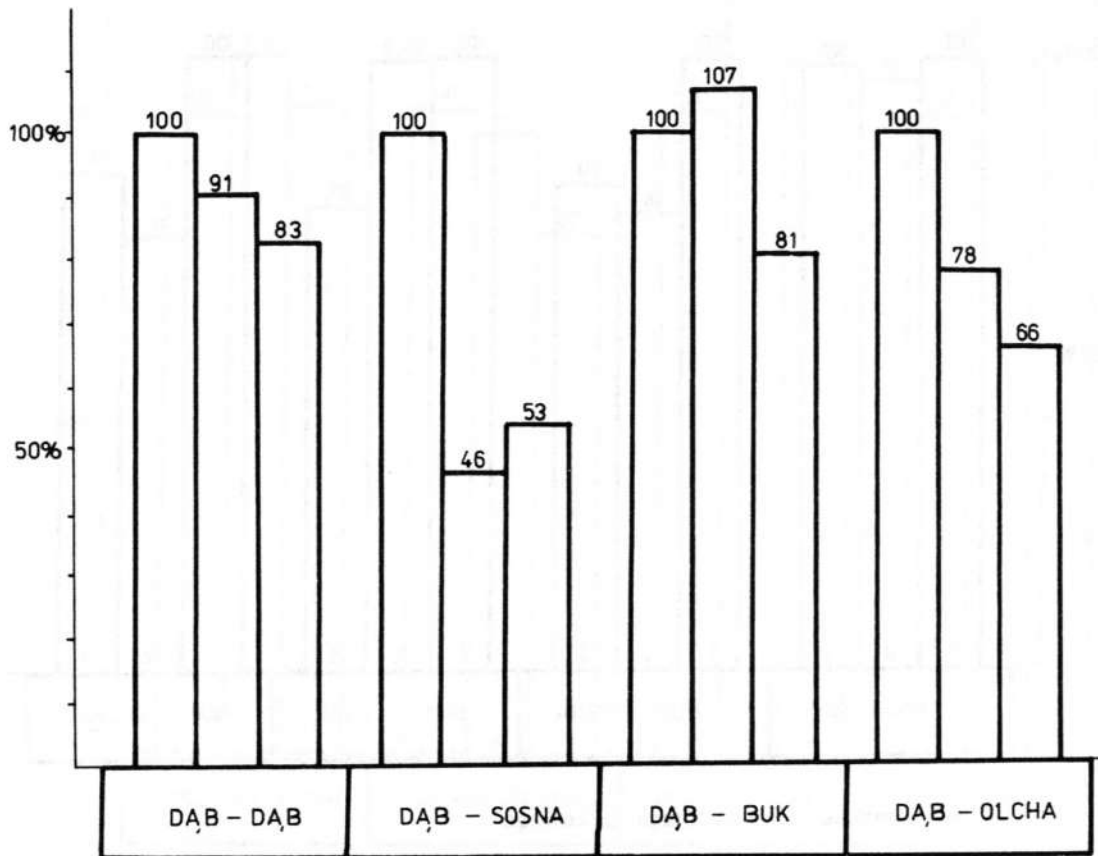
Ryc. 1. Próbka blokowa do badania wytrzymałości na ścinanie spoiny klejowej



- 1 wytrzymałość litego drewna sosnowego
- 2 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju rezorcynowego PENACOLITE
- 3 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju fenolowego AG

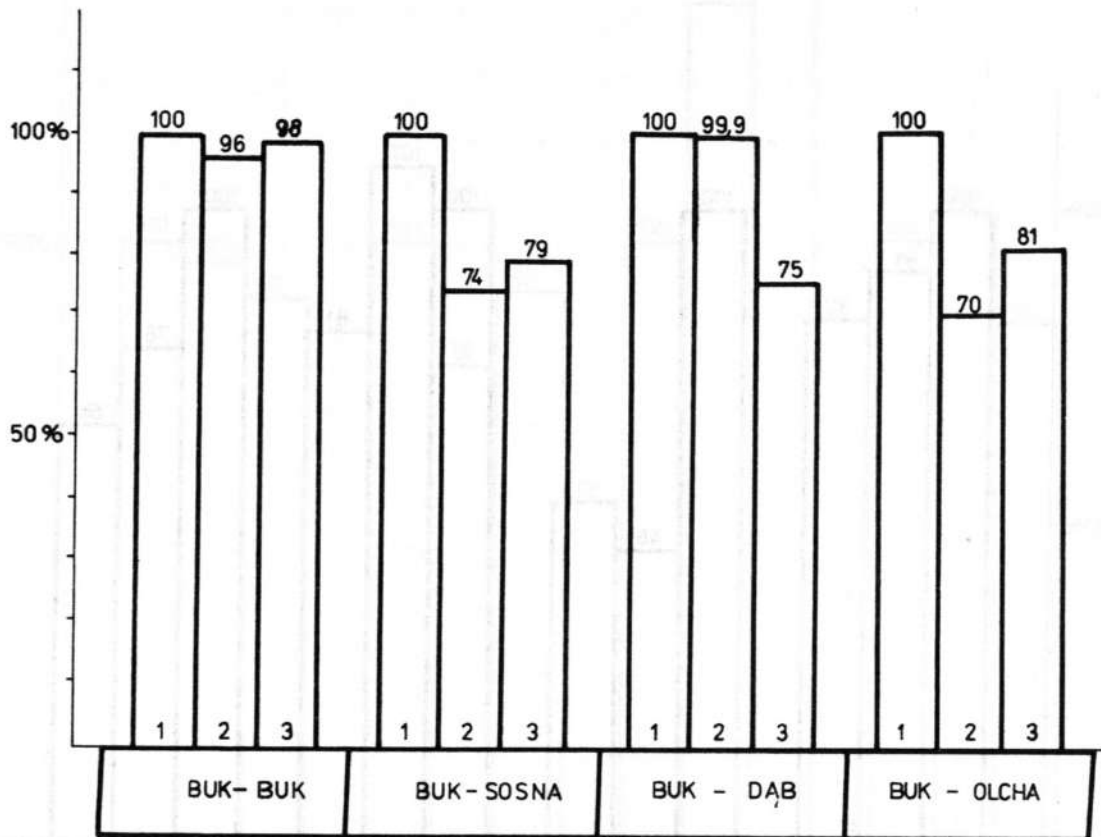
Ryc. 2. Wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych wyrażona w % wytrzymałości litego drewna sosnowego w zależności od sklejowych gatunków drewna i rodzaju klejów  
Wilgotność próbek w chwili badania 10 + 1 %





- 1 wytrzymałość litego drewna dębowego
- 2 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju rezorcynowego PENACOLITE
- 3 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju fenolowego AG

Rys. 3. Wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych wyrażona w % wytrzymałości litego drewna dębowego w zależności od sklejaných gatunków drewna i rodzaju klejów.  
Wilgotność próbek w chwili badania  $10 \pm 1$  %

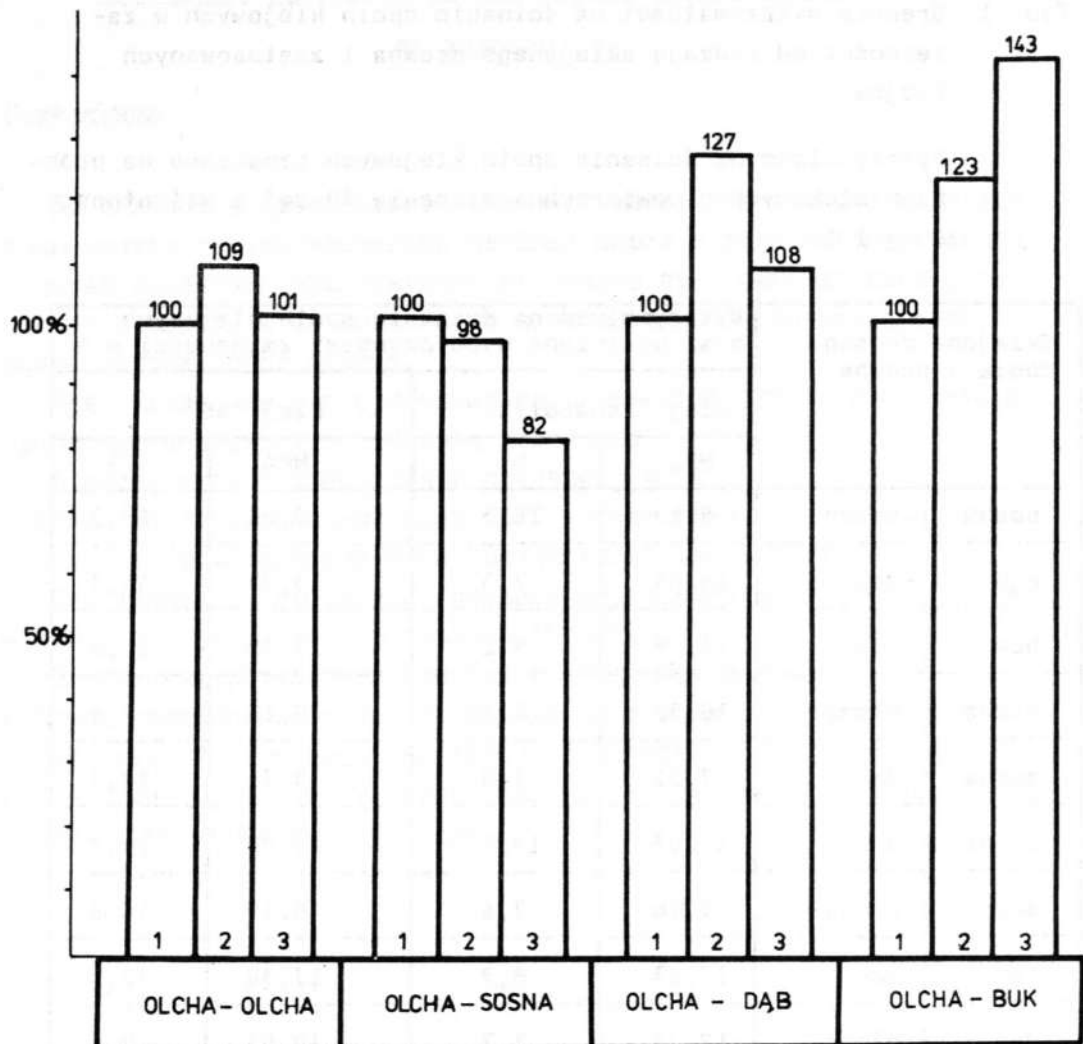


1 wytrzymałość drewna litego bukowego

2 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju rezorcynowego

3 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju fenolowego AG

Rys. 4. Wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych wyrażona w %  
wytrzymałości litego drewna bukowego w zależności od  
sklejanych gatunków drewna i rodzajów klejów.  
Wilgotność próbek w chwili badania  $10 \pm 1$  %



- 1 wytrzymałość litego drewna olchowego
- 2 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju rezorcynowego PENACOLITE
- 3 wytrzymałość spoin przy zastosowaniu kleju fenolowego AG

Ryc. 5. Wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych wyrażona w % wytrzymałości litego drewna olchowego w zależności od sklejonnych gatunków drewna i rodzaju klejów.  
Wilgotność próbek w chwili badania  $10 \pm 1$  %

Tab. 1. Średnie wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych w zależności od rodzaju sklejanego drewna i zastosowanych klejów

Wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych oznaczono na próbkach blokowych o powierzchni ścinania 10 cm<sup>2</sup> i wilgotności 10 ± 1 %

Sklejone ze sobą rodzaje drewna		Wytrzymałość na ścinanie spoin klejowych oraz wyliczone współczynniki zmienności w %			
		Klej "Penacolite"		Klej "AG"	
		MPa	%	MPa	%
sosna	sosna	9,15	16,5	8,56	13,7
dąb	dąb	14,85	7,3	13,53	15,3
buk	buk	16,99	9,2	17,39	12,3
olcha	olcha	10,99	5,9	10,15	7,6
sosna	dąb	7,51	7,0	8,71	19,3
sosna	buk	13,03	19,4	13,87	14,2
sosna	olcha	9,78	7,6	8,19	16,8
dąb	buk	17,63	8,9	13,30	12,9
dąb	olcha	12,73	5,7	10,83	9,6
buk	olcha	12,32	9,7	14,34	5,4

Склеивание древесины разной породы клеями связывающими  
на холодно

Содержание

До сих пор в производстве клеенных элементов большой величины применяется только древесина хвойных пород в виде пиломатериалов. С целью понижения существующих недоборов древесины хвойных пород, решено провести исследования по возможности склеивания других, менее ценных пород дерева.

Для склеивания экспериментальных элементов применялись четыре древесные породы: дуб, буковая древесина, сосна, ольха.

В эксперименте применялись следующие клеи:

- феноло-формальдегидный клей "АТ" (отечественного производства)
- резорциново-феноловый клей "Пенаколитэ" (импортный).

Для испытания прочности клеевого шва применено пробу РН-66/Г - 95006 о поверхности срезывания 10 см<sup>2</sup>.

Полученные результаты привели к следующим выводам:

- Клеи, применяемые в исследованиях дают возможность в достаточной степени склеивать "на холодно" названные породы дерева.
- Возникшая прочность клеевого шва может применяться в соответствующих деревянных конструкциях.