



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Włodzimierz Talarkiewicz

Określanie właściwości drewna 742[01]O1.02

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007**

Recenzenci:

mgr inż. Barbara Krasnodębska
mgr Sławomir Skorupa

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Włodzimierz Talarkiewicz

Konsultacja:

mgr Małgorzata Sołtysiak

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 742[01]O1.02 „Określanie właściwości drewna”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu stolarz.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Budowa drzewa i drewna	7
4.1.1 Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	14
4.1.3. Ćwiczenia	14
4.1.4. Sprawdzian postępów	15
4.2. Fizyczne właściwości drewna	16
4.2.1. Materiał nauczania	16
4.2.2. Pytania sprawdzające	25
4.2.3. Ćwiczenia	25
4.2.4. Sprawdzian postępów	27
4.3. Mechaniczne właściwości drewna	28
4.3.1. Materiał nauczania	28
4.3.2. Pytania sprawdzające	34
4.3.3. Ćwiczenia	35
4.3.4. Sprawdzian postępów	35
4.4. Gatunki drewna, techniczna i użytkowa wartość drewna	36
4.4.1. Materiał nauczania	36
4.4.2. Pytania sprawdzające	38
4.4.3. Ćwiczenia	38
4.4.4. Sprawdzian postępów	39
4.5. Wady drewna, czynniki wpływające na technologiczne właściwości drewna	40
4.5.1. Materiał nauczania	40
4.5.2. Pytania sprawdzające	47
4.5.3. Ćwiczenia	47
4.5.4. Sprawdzian postępów	48
5. Sprawdzian osiągnięć	49
6. Literatura	54

1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Tobie pomocny w nauce z zakresu materiałoznawstwa drzewnego, a konkretnie w określaniu różnych właściwości drewna, jego budowy mikroskopowej i makroskopowej, rozpoznawanie poszczególnych gatunków drewna, krajowego i egzotycznego oraz jego zastosowanie z uwzględnieniem wad drewna mających wpływ na techniczną i użytkową wartość tego drewna.

Jednostka modułowa: Określanie właściwości drewna.

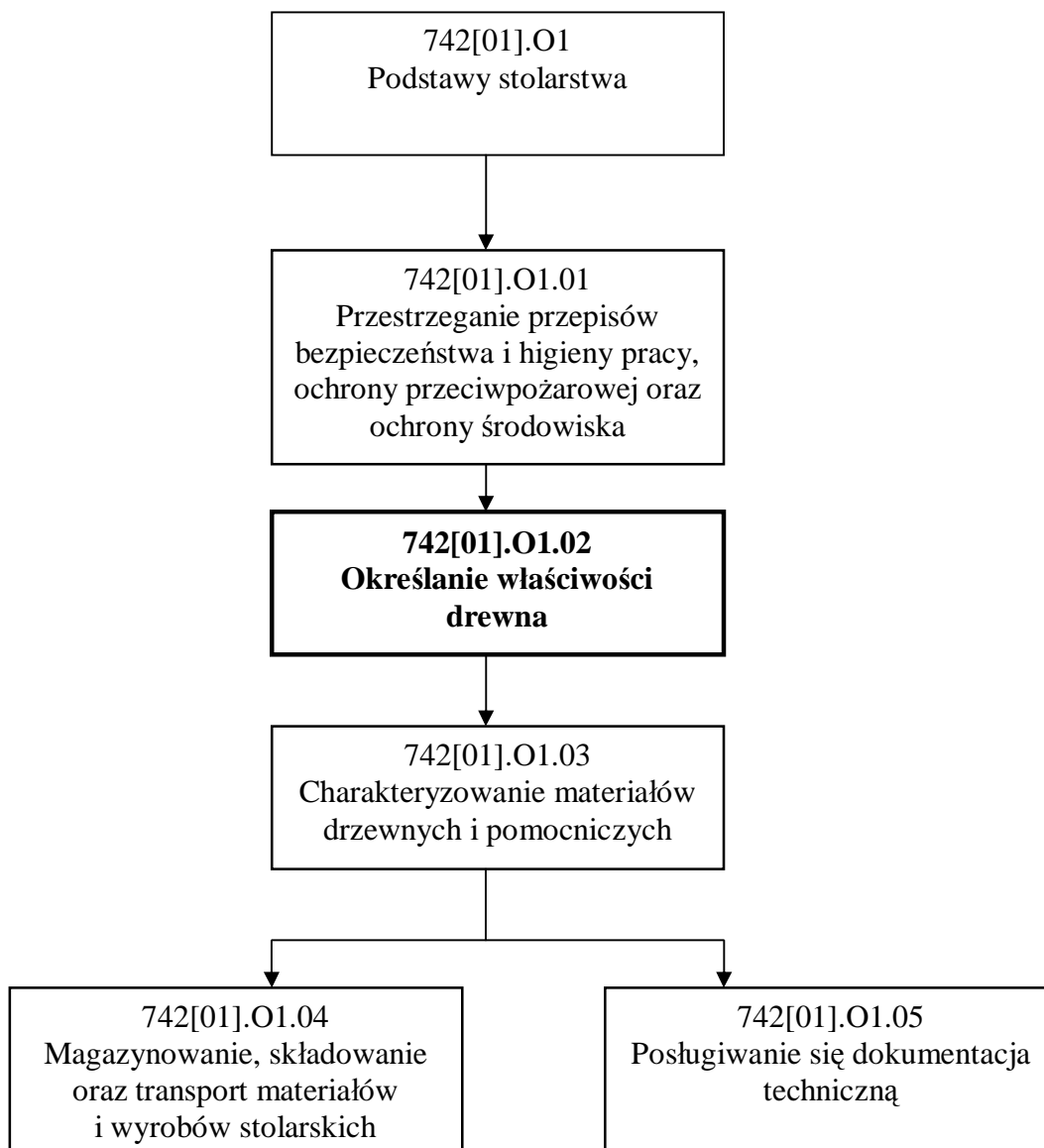
W poradniku zamieszczono:

1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych wiadomości, które powinieneś posiadać, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej, które określają umiejętności, jakie opanujesz w wyniku procesu kształcenia.
3. Materiał nauczania, który zawiera informacje niezbędne do realizacji zaplanowanych szczegółowych celów kształcenia, umożliwia samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Wykorzystaj do poszerzenia wiedzy wskazaną literaturę oraz inne źródła informacji.

Obejmuje on również:

- zadania sprawdzające wiedzę niezbędną do wykonania ćwiczeń,
 - ćwiczenia z opisem sposobu ich wykonania oraz wyposażenia stanowiska pracy,
 - sprawdzian postępów, który umożliwi sprawdzenie poziomu Twojej wiedzy po wykonaniu ćwiczeń.
4. Sprawdzian osiągnięć w postaci zestawu pytań sprawdzających umożliwi Tobie opanowanie umiejętności z zakresu całej jednostki. Zaliczenie jego jest dowodem umiejętności określonych w tej jednostce modułowej
 5. Wykaz literatury dotyczącej programu jednostki modułowej.

Jeżeli masz trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela lub instruktora o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie czy dobrze wykonujesz daną czynność. Po przerobieniu materiału spróbuj zaliczyć sprawdzian z zakresu jednostki modułowej. Wykonując sprawdzian postępów powinieneś odpowiadać na pytania tak lub nie, co oznacza, że opanowałeś materiał lub nie.



Schemat układu jednostki modułowej

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować przyrządy pomiarowo – kontrolne zgodnie z ich przeznaczeniem,
- organizować stanowisko pracy zgodnie z zasadami bhp,
- dobierać próbki drewna do ćwiczeń praktycznych,
- wykonywać i odczytywać schematy, wykresy i szkice,
- posługiwać się dokumentacją techniczną,
- posługiwać się normami,
- pracować w grupie i indywidualnie.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- określić budowę drzew i drewna,
- określić właściwości fizyczne i mechaniczne drewna,
- rozpoznać i określić wady drewna,
- rozpoznać i nazwać poszczególne gatunki drewna,
- dobrać drewno do wykonania różnych wyrobów.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Budowa drzewa i drewna

4.1.1. Materiał nauczania

Drzewo i jego części składowe

Rośliny drzewiaste są roślinami wieloletnimi o zdrewniałej łodydze. Dzieli się one na trzy grupy: drzewa, krzewy i krzewinki.

Drzewa mają łodygę pojedynczą, zwaną pniem, na której w pewnej wysokości tworzą się konary i ulistnione gałęzie stanowiące koronę.

Krzewy i krzewinki mają większą liczbę pędów nadziemnych wyrastającej z szyi korzeniowej do wysokości 0,5÷5 m.

W każdym drzewie wyróżnia się następujące części składowe: korzenie, pień, koronę.

Korzenie stanowią podziemną część składową drzewa. Zadaniem ich jest pobieranie z gleby wody wraz z solami mineralnymi oraz mechaniczne wiązanie drzewa z podłożem.

Pień nazywamy również strzałą (iglaste) obejmuje nadziemną część masy drzewnej między szyją korzeniową a wierzchołkiem drzewa. Pień spełnia w drzewie funkcję mechaniczną i fizjologiczną, związaną z magazynowaniem i przewodzeniem substancji odżywczych od korzeni do liści oraz substancji organicznych przewodzonych od korony w dół. W drzewie ściętym stanowi on największą wartość mechaniczno-użytkową jako surowiec drzewny.

Korona jest to zespół konarów i gałęzi, który wraz z ulistnieniem stanowi dla drzewa podstawowy aparat asymilacyjny.

Pokrój drzew

W botanice leśnej pokrój oznacza kształt drzewa, który określa się przeważnie w zależności od jego rodzaju i warunków wzrostu.

Na kształt drzewa wpływa przede wszystkim budowa korony i jej wzajemny układ w stosunku do pnia. Drzewa iglaste, rosnące w zwarciu mają przeważnie korony symetryczne w przeciwieństwie do drzew liściastych, u których korony są najczęściej rozłożyste (kopulaste), utworzone przez liczne konary i gałęzie. Drzewa iglaste mają wyraźnie wykształcony pień od podstawy do wierzchołka i dlatego nazywa się go strzałą. Pień drzew liściastych jest nazywany kłoda, ponieważ u większości drzew już w pewnej wysokości nad ziemią przechodzi w silnie rozwinięte konary i gałęzie, a w koronie staje się mało widoczny.

Właściwy kształt pnia zależy nie tylko od rodzaju i gatunku drzewa, lecz także od warunków klimatycznych i siedliska. Drzewa wyrosłe w zwarciu zwłaszcza iglaste, mają pnie (strzały) pełne (gonne) i są wysokie w przeciwieństwie do drzew rosnących w odosobnieniu.

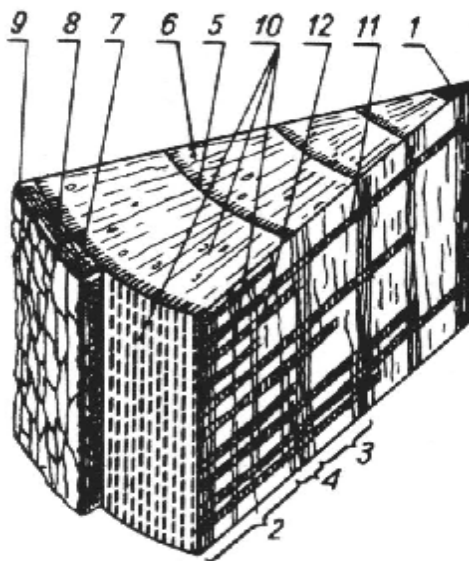
Budowa makroskopowa drewna

Elementami makroskopowej budowy drewna określa się te jego części składowe, które są dostrzegalne okiem, nie uzbrojonym. Są to: rdzeń, drewno (słoje roczne, biel i twarde), kora oraz niekiedy promienie rdzeniowe.

Rdzeń

Rdzeń stanowi fizjologiczną oś pnia. Zbudowany jest z cienkościennych komórek miękiszowych, które z czasem obumierają i wypełnione są powietrzem. Na przekroju poprzecznym pnia widoczny jest jako większa lub mniejsza plamka o zabarwieniu różnym (ciemniejszym lub jaśniejszym) od otaczającego drewna. Na przekroju podłużnym zaznacza się jako ciemny pasek wzdłuż pnia. Średnica rdzenia wynosi 1÷5 mm, nieco większa jest w drewnie drzew liściastych. Kształt rdzenia bywa przeważnie okrągły lub owalny. Niekiedy

jego zarys jest cechą rozpoznawczą pewnych rodzajów drzew, np.: trójkątny olchy, czworokątny jesionu, pięciokątny topoli, gwiaździsty dębu.

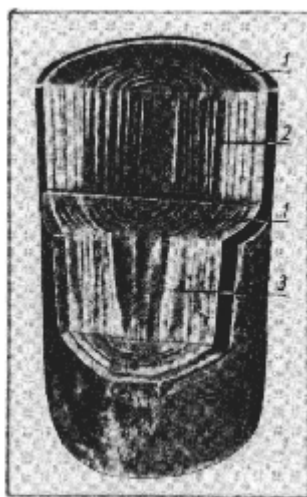


Rys. 1. Schemat budowy pnia czteroletniej sosny w powiększeniu: 1 – rdzeń, 2 – słoje roczne, 3 – drewno wczesne, 4 – drewno późne, 5 – granica słoja, 6 – przewód żywiczny, 7 – miazga, 8 – łyko, 9 – kora, 10 – promień rdzeniowy, 11 – promień rdzeniowy pierwotny, 12 – promień rdzeniowy wtórny [3, s. 18]

Drewno

Drewno stanowi zasadniczą część pnia. Zajmuje ono przestrzeń między rdzeniem a warstwą łyka i kory. Drewno jest materiałem o nierównomiernej budowie, ma różny wygląd zewnętrzny, a jego cechy fizyczne i mechaniczne (wytrzymałość) zmieniają się zależnie od rozpatrywanego kierunku przekroju. Określa się, więc drewno jako materiał niejednorodny, różnokierunkowy, czyli anizotropowy.

Zróznicowaną budowę drewna dostrzega się na podstawie trzech przekrojów.



Rys. 2. Zasadnicze przekroje drewna: 1 – poprzeczny, 2 – promieniowy, 3 – styczny [3, s. 19]

Na przekroju poprzecznym zaznaczają się warstwy rocznych przyrostów – słoje roczne. Na przekroju podłużnym promieniowym przyrosty roczne – słoje roczne – występują w postaci pionowo przylegających warstw ułożonych równoległe do kierunku rdzenia, a na przekroju podłużnym stycznym – w postaci parabolicznych smug.

Słoje roczne są wytwarzane na skutek podziału komórek miazgi twórczej. W każdym okresie wegetacji powstaje jeden słoje roczny, dzięki czemu drzewo przyrasta, co roku na

grubość i wysokość. Z liczby słoju rocznych na przekroju poprzecznym pnia w części odziomkowej można określić w przybliżeniu wiek drzewa.

Najlepsze właściwości ma drewno o równomiernym przebiegu i układzie słoju. W każdym słoju rocznym na przekroju poprzecznym uwydatniają się bardziej lub mniej warstwy drewna wczesnego i późnego.

Drewno wczesne powstaje na początku okresu wegetacyjnego przez podział cienkościennych komórek i jest jaśniejsze od ciemnej warstwy drewna późnego.

Drewno późne powstaje jako przyrost późny w końcu okresu wegetacji zewnętrznej warstwy słoju rocznego. Gęstość drewna późnego w słoju rocznym jest prawie 1,5 raza większa od gęstości drewna wczesnego, a ponadto odznacza się ono większą twardością i wytrzymałością.

Na przekroju poprzecznym drewna wielu rodzajów drzew część zewnętrzna jest jaśniejsza od części wewnętrznej położonej wokół rdzenia i nazywa się białem. Natomiast wewnętrzna o ciemnym zabarwieniu (fizjologicznie nieaktywna w drzewie), nazywa się twardzią.

Biał zbudowany z żywych komórek miękiszu drzewnego i żywych promieni rdzeniowych bierze udział w życiowych funkcjach drzewa związanych z przewodzeniem wody i gromadzeniem substancji odżywczych.

Twardziel w przeciwieństwie do biału, jest wypełniona komórkami martwymi i spełnia w drzewie funkcje mechaniczne. Pojawia się ona zwykle między 20 a 40 rokiem życia drzewa.

Ze względu na występowanie twardzieli rozróżnia się cztery grupy drzew:

- drzewa twardzielowe o zabarwionej twardzieli (np. sosna, modrzew, cis, jałowiec, dąb, jarzębina, jabłoń, kasztan, morwa, orzech, śliwa, topole, wierzby),
- drzewa twardzielowe o nie zabarwionej twardzieli (np. jesion i wiąz),
- drzewa beztwardzielowe czyli bielaste (np. brzoza, buk, grab, głóg, grusza, jawor, kasztanowiec, klon, olcha osika).

U wielu drzew liściastych beztwardzielowych występuje po ich ścięciu fałszywa twardziel. Pojawia się ona najczęściej w drewnie buka, brzozy i klonu.

Zawartość substancji twardzielowych w drewnie zwiększa jego gęstość, twardość, trwałość, zmniejsza przepuszczalność cieczy i gazów.

Drewno beztwardzielowe (bielaste) jest miękkie, porowate, ma stosunkowo niedużą gęstość pod wpływem zmian wilgotności wykazuje skłonność do pęcznienia i kurczenia. Ma większą zdolność wchłaniania impregnatów niż drewno twardzielowe, lepiej też nadaje się do obróbki plastycznej.

Kora i miazga

Kora składa się z dwóch różnych warstw – wewnętrznej zwanej łykiem i zewnętrznej – zwanej tkanką korkową lub korowiną. Kora niektórych rodzajów drzew (np. dębu) zawiera liczne garbniki, olejki eteryczne oraz inne substancje, które stosuje się w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym.

Miazga jest to cienka warstwa niewidoczna gołym okiem występująca między łykiem, a drewnem. Składa się ona z cienkościennych żywych komórek o kształcie wydłużonym i spłaszczonym w kierunku promieniowym. W wyniku podziału komórek miazgi powstają na zewnątrz elementy łyka, a do wewnątrz elementy drewna (warstwa kolejnego słoju rocznego).

Budowa mikroskopowa drewna

Komórki i tkanki

Komórki tworzące drewno mają różną budowę, kształt i wielkość; są żywe i martwe. Można je ogólnie podzielić na dwie podstawowe grupy: komórki miękiszowe i komórki włókniste.

Komórki miękiszowe są cienkościenne, mają kształt owalny lub wieloboczny oraz prawie jednakowe wymiary we wszystkich kierunkach, tj. $0,01 \div 0,1$ mm.

Komórki włókniste są grubościenne, mają wygląd długich włókien i są znacznie większe od komórek miękiszowych.

Każda komórka składa się z części wewnętrznej i zewnętrznej – błony komórkowej. Wnętrze żywych komórek wypełnia plazma jako galaretowata substancja, jądro i wodniczki oraz martwe składniki w postaci ziaren skrobi, białka, olejków eterycznych. Plazma wraz z jądrem decyduje o życiu komórki.

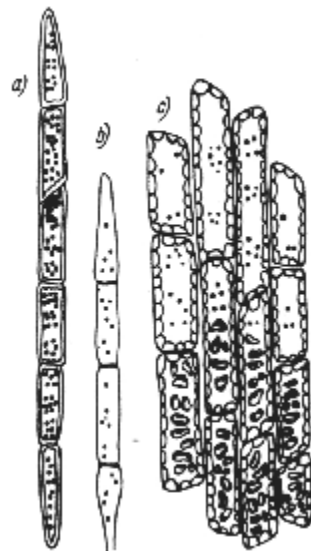
Większe zespoły komórek, przystosowane budową i kształtem do spełniania określonych funkcji noszą nazwę tkanek. U roślin drzewiastych rozróżnia się następujące rodzaje tkanek:

- twórczą – występującą w miazdze i stożkach wzrostu,
- miękiszową – występującą w liściach (tkanka asymilacyjna i tkanka wydzielnicza) oraz w promieniach rdzeniowych i miękiszu włóknistym (tkanka zapasonośna lub spichrzowa),
- przewodzącą – stanowiącą cewki i naczynia,
- wzmacniającą – zbudowaną z grubościennych włókien drzewnych, tworzących szkielet konstrukcyjny, nadający drewnu właściwości mechaniczne,
- okrywającą – występującą w korowinie.

Elementy anatomicznej budowy drewna

Zależnie od podstawowych funkcji fizjologicznych poszczególnych zespołów komórek rozróżnia się następujące elementy anatomicznej budowy drewna: miękisz włóknisty, włókna drzewne, naczynia, wcistki, cewki, promienie rdzeniowe i przewody żywiczne.

Miękisz drzewny (włóknisty występuje głównie w drewnie drzew liściastych i w nieznacznym stopniu drewnie drzew iglastych. W jego komórkach odbywa się gromadzenie substancji odżywczych.



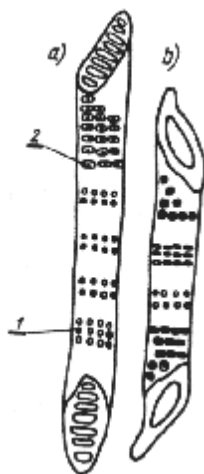
Rys. 3. Miękisz włóknisty: a) włókno zastępcze buka, b) włókno zastępcze lipy, c) miękisz dębu [3, s. 27]

Włókna drzewne stanowią najliczniejszy składnik drewna drzew liściastych, brak jest ich niemal całkowicie w drewnie drzew iglastych. Są to wydłużone elementy ($0,3 \div 2$ mm) o silnie zgrubiałych i zdrewniałych ściankach przystosowane do spełniania funkcji mechanicznych. W drewnie niektórych drzew liściastych stanowią one $60 \div 75\%$ ogólnej jego objętości.



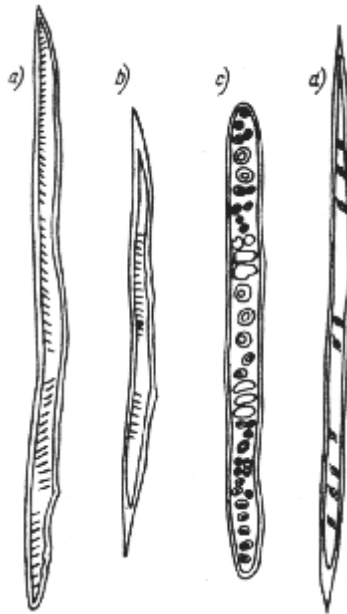
Rys. 4. Włókna drzewne: a) buka, b) dębu, c) jaworu, d) lipy, e) brzozy [3, s. 27]

Naczynia są podstawowym elementem tkanki przewodzącej i podobnie jak włókna drzewne występują przede wszystkim w drewnie drzew liściastych. Są to martwe wielokomórkowe przewody o zdrewniałych ścianach, biegnące wzdłuż pnia w kształcie rur o długości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów.



Rys. 5. Człony naczyń: a) człon naczynia o perforacji drabinkowej, b) człon naczynia o przebiciu prostym, 1 – jamki proste, 2 – jamki lejkowate [3, s. 28]

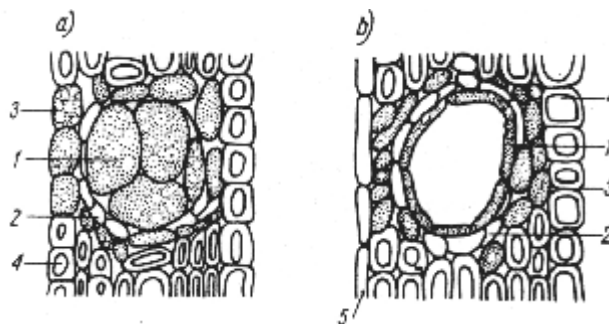
Cewki są to wrzecionowate wydłużone komórki ze zdrewniałymi błonami, długości 1÷10 mm. Cewki spełniają równocześnie czynności przewodzenia wody i funkcje mechaniczne. Cewki są głównym elementem w drewnie drzew iglastych; stanowią około 90% całej objętości drewna.



Rys. 6. Cewki: a) dębu, b) gwajaku, c) wczesnego drewna sosny, d) późnego drewna sosny [3, s. 28]

Promienie rdzeniowe składają się z żywych komórek miękiszowych, a u niektórych rodzajów drzew (np. sosna) także z cewek ułożonych poziomo, które spełniają funkcje przewodzenia substancji odżywczych (w kierunku promieniowym – poprzecznym) i ich magazynowania w okresie spoczynku wegetacyjnego. Drewno o dużej liczbie promieni rdzeniowych, widocznych okiem nieuzbrojonym w postaci smug lub plam o wyraźnym połysku (jak np. dąb, wiąz i buk), nazywa się materiałem błyszczowym. Ta cecha drewna podnosi wartość estetyczną szczególnie takich sortymentów jak: okleiny i deszczułki posadzkowe.

Przewody żywiczne określa się jako system komórek żywicznych, które gromadzą i wydzielają żywicę. Występują one w drewnie wielu drzew iglastych takich jak: sosna, modrzew, świerk, brak jest ich natomiast w drewnie jodły, cisa i jałowca. Jodła ma jedynie pęcherze żywiczne w korze.

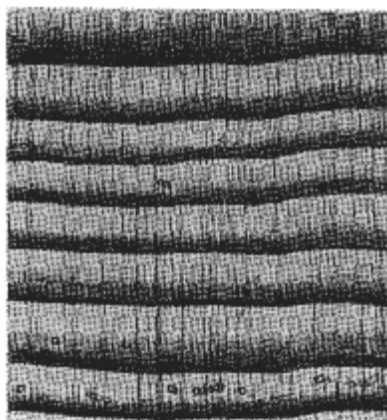


Rys. 7. Przewód żywiczny podłużny w drewnie sosny: a) pusty, b) wypełniony żywicą,
1 – komórki żywicorodne (wysielające), 2 – martwe komórki miękiszowe,
3 – żywe komórki miękiszowe (towarzyszące), 4 – cewki, 5 – promień rdzeniowy [3, s. 30]

Budowa i charakterystyka drewna drzew iglastych

Drewno drzew iglastych odznacza się stosunkowo prostą budową. Zbudowane jest równomiernie, z jednolitych i bardzo drobnych cewek, (które stanowią 90% ogólnej objętości drewna) i promieni rdzeniowych. Brak jest natomiast naczyń i włókien drzewnych. Licznie występujące cewki spełniają funkcje mechaniczne i równocześnie przewodzą wodę. Promienie rdzeniowe są na ogół niewidoczne. Słoje roczne na przekroju poprzecznym pnia są wyraźnie zaznaczone i zróżnicowane: tworzą strefę przyrostu drewna wczesnego (jasno

zabarwioną mniej zwartą) i strefę drewna późnego (ciemno zabarwioną i zwartą). Cechą charakterystyczną w drewnie niektórych drzew iglastych są przewody żywiczne (sosna, modrzew, świerk).



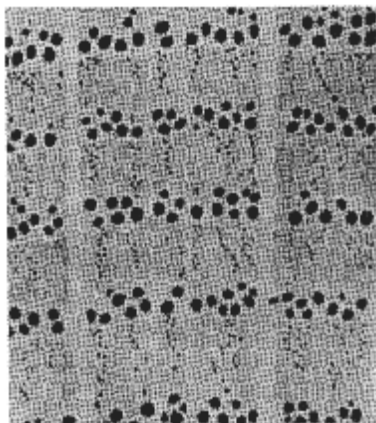
Rys. 8. Słoje roczne w drewnie drzew iglastych na przekroju poprzecznym w pięciokrotnym powiększeniu [3, s. 31]

Budowa i charakterystyka drzew liściastych

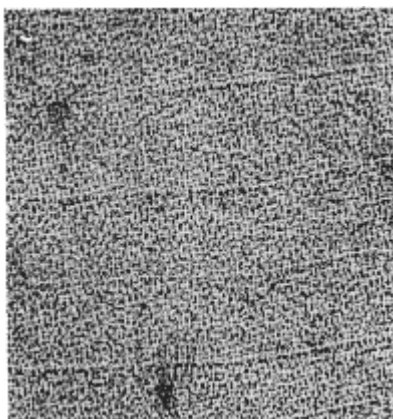
Drewno drzew liściastych ma bardziej złożoną budowę anatomiczną niż drewno drzew iglastych. Podstawowymi elementami drewna liściastego są głównie włókna drzewne i naczynia (ok. 50% ogólnej objętości drewna), a w niewielkiej ilości występują również cewki oraz miękisz włóknisty przynaczyniowy. Promienie rdzeniowe są podobnie jak naczynia zróżnicowane, i wykazują dużą różnorodność form. Występują one jako promienie jednoszeregowy i wieloszeregowy wąskie (brzoza, jesion, orzech) oraz wąskie i szerokie (dąb i buk).

Cechą charakterystyczną niektórych gatunków drzew liściastych (np. dąb, wiąz, jesion, grochodrzew) są stosunkowo duże naczynia, dobrze widoczne, ułożone centrycznie na granicy słoju rocznego w wyraźne pierścienie; stąd ich nazwa pierścieniowonaczyniowe.

Pozostałe rodzaje drewna drzew liściastych przeważnie beztwardzielowe i niektóre twarde mają naczynia małe, rozrzucone równomiernie na całej powierzchni słoju rocznego i dlatego noszą nazwę rozprzchnonaczyniowych.



Rys. 9. Słoje roczne w drewnie drzew liściastych pierścieniowo naczyniowych na przekroju poprzecznym w pięciokrotnym powiększeniu [3, s. 32]



Rys. 10. Słoje roczne w drewnie drzew liściastych rozpierchłonaczyniowych na przekroju poprzecznym w pięciokrotnym powiększeniu [3, s. 32]

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie elementy wchodzi w skład budowy makroskopowej drewna?
2. Jak powstają słoje roczne w drzewach?
3. Jakie gatunki drzew mają części twardzielowe?
4. Które drzewa nazywamy beztwardzielowymi (bielastymi)?
5. Jakie właściwości ma drzewo twardzielowe i bielaste?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj podziału próbek drewna na gatunki twardzielowe i beztwardzielowe.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić kryteria podziału drewna na gatunki twardzielowe i beztwardzielowe,
- 2) rozpoznać gatunki drewna z których wykonano próbki,
- 3) podjąć decyzje o zaszeregowaniu poszczególnych próbek do grupy gatunku twardzielowych i beztwardzielowych,
- 4) wykonać notatkę o rozpoznanych gatunkach drewna wraz z podziałem,
- 5) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki drewna gatunków iglastych i liściastych,
- plansze i katalogi z ilustracjami różnych gatunków drewna,
- notatnik,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Na podstawie próbek określ makroskopową budowę drewna gatunków twardzielowych i beztwardzielowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić budowę makroskopową i charakterystyczne cechy poszczególnych gatunków drewna,
- 2) określić gatunki drewna o nie zabarwionej twardzieli,
- 3) rozróżnić poszczególne gatunki drewna i wymienić ich elementy budowy makroskopowej,
- 4) sporządzić notatkę z określeniem elementów budowy makroskopowej udostępnionych próbek drewna,
- 5) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki drewna gatunków liściastych i iglastych,
- notatnik,
- przybory do pisania,
- plansze,
- literatura z rozdziału 6.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić główne części składowe drzew i określić ich funkcje?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) rozpoznać i nazwać poszczególne gatunki drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) dokonać podziału drewna na gatunki twardzielowe i beztwardzielowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić elementy budowy makroskopowej drzew i drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) powiedzieć jakie czynniki wpływają na możliwość rozróżnienia elementów makroskopowej budowy drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wymienić elementy budowy mikroskopowej drzew iglastych i liściastych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Fizyczne właściwości drewna

4.2.1. Materiał nauczania

Fizycznymi właściwościami drewna nazywa się cechy, które materiał ten wykazuje w wyniku działania czynników zewnętrznych, nie naruszających jego składu chemicznego ani jednolitości struktury.

Barwa drewna

Barwa drewna zależy od wielu czynników, głównie od gatunków drewna, jego wieku, warunków siedliskowych i klimatycznych.

W klimacie umiarkowanym przeważają gatunki drzew o zabarwieniu jaśniejszym niż w strefie podzwrotnikowej, w której większość drzew ma bardzo intensywne zabarwienie.

Jednolite zabarwienie jest cechą charakterystyczną drewna drzew bielastych (beztwardzielowych) oraz młodych drzew twardej drewna. Z wiekiem następuje stopniowe zróżnicowanie barwy, wyodrębniające jaśniejszy biel i ciemniej zabarwioną twardej drewna. Barwa świeżo ściętego drzewa stopniowo ciemnieje w wyniku procesów utleniających, zachodzących na wolnym powietrzu. Duży wpływ na intensywność zabarwienia drewna mają garbniki, które w połączeniu np. z solami metali powodują nawet czernienie (drewno dębu). Zmianę barwy drewna mogą powodować grzyby, które mogą być przyczyną powstawania sinizny lub czerwieni bielu i twardej drewna.

Barwa jest cechą określonego gatunku drewna stanowi jedną z istotnych jego cech rozpoznawczych.

Połysk drewna

Drewno w stanie naturalnym nie ma wyraźnego połysku. Tę właściwość uzyskuje ono dopiero po wygładzeniu powierzchni. Drewno drzew iglastych i miękkich liściastych mimo gładkości powierzchni ma zawsze mniejszy połysk niż twarde drewno drzew liściastych.

Połysk drewna zależy w dużym stopniu od występujących promieni rdzeniowych, które wyraźnie zaznaczają się na przekroju promieniowym i stycznym, np. w drewnie dębu, buka, wiązu, platanu. Materiały z dużą ilością promieni rdzeniowych są chętnie stosowane do produkcji oklein, deszczulek posadzkowych, galanterii drzewnej itp.

Rysunek drewna

Rysunek drewna tworzą słoje roczne, promienie rdzeniowe, układ włókien, sęki oraz inne dostrzegalne cechy makroskopowej budowy drewna, m.in. barwa i połysk drewna. Rysunek drewna drzew liściastych jest urozmaicony a iglastych – mniej.

Rysunek drewna urozmaicają także pewne nieprawidłowości, wynikające z budowy anatomicznej drewna, np. falisty lub zawity układ włókien, różnego rodzaju obrzęki (narośla) na pniu. Atrakcyjny rysunek drewna, spowodowany obecnością drobnych sęczków, mają pewne gatunki klonu nazywane „ptasim oczkiem”.

Zapach drewna

Drewno wydziela zapach spowodowany obecnością żywic, gum, olejków eterycznych, garbników, tłuszczów itp. Zapach drewna zmienia się w miarę ulatniania różnych substancji aromatycznych. Z gatunków krajowych najbardziej swoisty i trwały zapach ma jałowiec i jodła. Większość drzew iglastych ma zapach żywicy, niektóre zaś drzewa liściaste np. dąb, mają zapach garbników.

Charakterystyczny zapach niektórych gatunków drewna może stanowić jedną z cech rozpoznawczych.

Rodzaje wody w drewnie

W drewnie świeżo ściętym lub mokrym rozróżnia się wodę:

- wolną, czyli kapilarną, która wypełnia wnętrza komórek i przestrzenie międzykomórkowe, stanowiące około 65% ogólnej zawartości wody w drewnie,

- związaną, czyli higroskopijną, która nasycza błony komórkowe, stanowiąc około 30% ogólnej zawartości wody w drewnie,
- konstytucyjną, czyli chemiczną, która wchodzi w skład związków chemicznych drewna, stanowiąc ok. 5% ogólnej zawartości wody w drewnie; woda ta nie ma praktycznego znaczenia w procesie suszenia drewna.

Wilgotność drewna

Do określenia wilgotności drewna bierze się pod uwagę wodę wolną, czyli kapilarną oraz wodę związaną, czyli higroskopijną.

Wilgotność drewna określa procentowy stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna. Oznacza się ją w jednostkach wagowych albo w procentach. Rozróżnia się wilgotność bezwzględna i wilgotność względną.

Wilgotność bezwzględną określa się jako stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna całkowicie suchego.

Wilgotność względną drewna jest to stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna wilgotnego.

W praktyce używa się wyłącznie określenia wilgotności bezwzględnej (nazywanej krótko: wilgotnością), którą oblicza się ze wzoru:

$$W_o = \frac{G_w - G_o}{G_o} [g / g]$$

lub

$$W_o = \frac{G_w - G_o}{G_o} \cdot 100 [\%]$$

w którym:

W_o – wilgotność bezwzględna drewna wyrażona w jednostkach wagowych lub procentach,

G_w – masa drewna wilgotnego w gramach,

G_o – masa drewna całkowicie suchego w gramach.

Wilgotność względną drewna W_w można podobnie określić w jednostkach wagowych lub procentach.

$$W_w = \frac{G_w - G_o}{G_w} [g / g]$$

lub

$$W_w = \frac{G_w - G_o}{G_w} \cdot 100 [\%]$$

Świeżo ścięte drewno wykazuje duże różnice wilgotności zależnie od jego rodzaju i wieku, warunków siedliska, pory ciecicia i występowanie twardzieli. Wilgotność bezwzględna drewna z drzewa iglastego świeżo ściętego wynosi 100÷150%, drewna z drzewa miękkiego liściastego – 80÷120%, a z twardego liściastego – 55÷65%. Zależnie od wilgotności materiału drzewnego rozróżnia się drewno: mokre, świeże, załadowczo – suche, powietrzno – suche i użytkowo – suche. Wilgotność drewna mokrego wynosi ponad 70% drewna świeżego – 25÷70%. Drewno o wilgotności 20÷25% nazywa się załadowczo – suchym, a drewno o wilgotności w granicach 13÷20% nosi nazwę powietrzno – suchego.

Suszenie drewna w warunkach naturalnych powoduje zmniejszenie jego wilgotności do 15÷28%. Wilgotność drewna 8÷12% uzyskuje się dzięki sztucznemu suszeniu materiałów drzewnych w suszarniach.

Rozróżnia się wilgotność techniczną drewna, związaną z wymaganiami obróbki oraz wilgotność użytkową zależną od jego zastosowania i warunków użytkowania. Wilgotność techniczna powinna być równa lub mniejsza o 2% od wilgotności użytkowej.

Wilgotność podstawowych wyrobów stolarskich wg PN powinna wynosić:

- stolarka meblowa i budowlana w pomieszczeniach ogrzewanych centralnie 8÷10%,
- ogrzewanych piecami 10÷12%,
- stolarka budowlana stykająca się z powietrzem wewnętrznym i atmosferycznym 12÷15%,
- konstrukcje drewniane kryte dachem lecz nie zamknięte 15÷17%,
- konstrukcje drewniane nie chronione dachem 17÷22%,
- budownictwo wodne 22÷30%.

Oznaczanie wilgotności drewna

Wilgotność drewna można określać różnymi metodami: suszarkowo-wagową, destylacyjną oraz za pomocą wilgotnościomierza elektrycznego.

Do oznaczania wilgotności drewna metodą suszarkowo-wagową potrzebne są próbki o wymiarach 20x20x20 mm lub 20x20x30 mm, pobrane ze środkowej partii materiału i odpowiednio ponumerowane.

Ważenie próbek, zwłaszcza o masie mniejszej od 20 g odbywa się w szklanym naczynku wagowym. Ważenie próbek i naczynek odbywa się na wadze technicznej z dokładnością do 0,01 g lub na wadze analitycznej z dokładnością do 0,001 g, zależnie od potrzeb określających dokładność wyników badań. Po zważeniu próbki umieszcza się w elektrycznej suszarce laboratoryjnej w temperaturze 100±5°C.

Po 6h suszenia próbek drewna drzew iglastych lub 12h suszenia próbek drewna drzew liściastych studzi się je do temperatury otoczenia (w specjalnych naczyniach zwanych ekсыkatorami, w których na dnie znajduje się kwas siarkowy lub bezwodny chlorek wapnia silnie chłonna wilgoć). Próbki ostudzone w ekсыkatorze do temperatury otoczenia waży się i ponownie umieszcza w suszarce elektrycznej. Czas suszenia powinien wynosić tyle, ile za pierwszym razem. Cykl suszenia, studzenia i ważenia próbek powtarza się 3 razy. Gdy ubytek masy badanych próbek między kolejnymi ważeniami przekracza 0,2%, uważa się je za całkowicie suche, wtedy oblicza się wilgotność drewna ze wzoru:

$$W_o = \frac{G_1 - G_2}{G_2 - G} \cdot 100[\%]$$

w którym:

W_o – wilgotność bezwzględna próbki w procentach,

G – masa naczynka wagowego w gramach,

G_1 – masa naczynka wagowego z próbka przed suszeniem w gramach,

G_2 – masa naczynka wagowego z próbka po wysuszeniu w gramach.

Drugą metodą wykonywaną w warunkach laboratoryjnych jest metoda destylacyjna. Polega ona na odparowywaniu wody z drewna dzięki gotowaniu próbki w cieczy wrzącej nie łączącej się z wodą. Stosuje się ją zwykle do badania próbek drewna, zawierającego dużo substancji lotnych (np. terpentyny, olejków eterycznych, impregnatów) łatwo wydzielających się podczas suszenia drewna. Przeciętny czas potrzebny do określenia wilgotności tą metodą wynosi ok. 6h. Podstawą do ustalenia wyników badań jest wzór:

$$W_o = \frac{G_2}{G_1 - G_2} \cdot 100[\%]$$

w którym:

W_o – wilgotność bezwzględna w procentach,

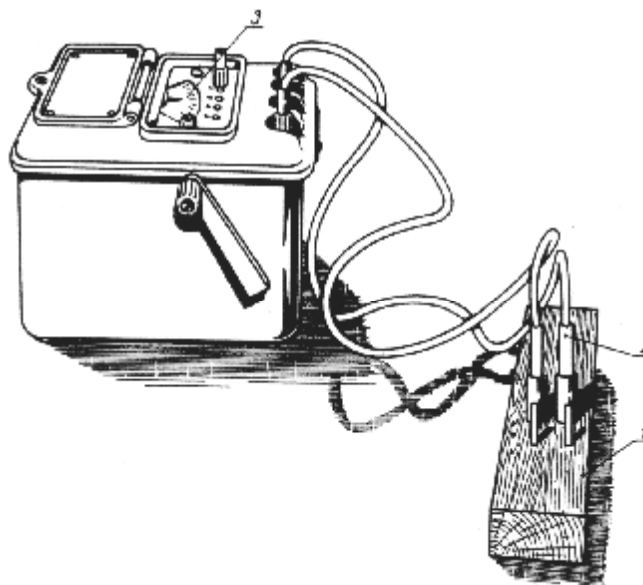
G_1 – masa drewna wilgotnego w gramach,

G_2 – masa odparowanej i skroplonej wody w gramach.

Obydwie metody są czasochłonne i pracochłonne, a w związku z tym mało praktyczne.

Stosunkowo najszybciej można oznaczyć wilgotność drewna za pomocą wilgotnościomierza elektrycznego. Działanie tego przyrządu polega na pomiarze pojemności elektrycznej drewna lub pomiarze oporu jaki stawia drewno przepływającemu prądowi elektrycznemu. Opór elektryczny i pojemność elektryczna drewna zmieniają się wyłącznie wtedy, gdy wilgotność jego wynosi 0÷30%. Powyżej tej granicy wilgotnościomierze elektryczne wykazują wilgotność drewna o wartości 30%.

Zaletą wilgotnościomierzy elektrycznych jest możliwość wykonania bardzo szybko pomiaru przez 2÷3 minut, wadą zaś ograniczona możliwość zastosowania i stosunkowo mała dokładność pomiaru (tolerancja 1÷2%).



Rys. 11. Wilgotnościomierz elektryczny Weissa: 1 – badana próbka, 2 – elektrody nożykowe, 3 – skala do określenia wilgotności drewna [3, s. 39]

Higroskopijność drewna

Higroskopijność drewna jest to zdolność do zmiany jego wilgotności zależnie od stanu temperatury i wilgotności otaczającego powietrza. Zdolność tę drewno ma tylko w przedziale 0÷30% wilgotności, tj. aż do osiągnięcia punktu nasycenia włókien.

Zjawisko pobierania pary wodnej z powietrza przez drewno, nazywa się sorpcją, zaś zjawisko odwrotne, polegające na oddawaniu wody (związane z wysychaniem drewna) desorpcją.

Ilość pary wodnej, jaka może wchłonąć drewno zależy od temperatury i wilgotności otaczającego powietrza. Wzrost temperatury powietrza bez zmian jego wilgotności powoduje parowanie wody z drewna i zmniejszenie wilgotności drewna. Zjawisko odwrotne następuje wówczas, gdy zwiększa się wilgotność powietrza, a temperatura jego nie ulega zmianie.

Stan, w którym drewno nie przyjmuje z powietrza pary wodnej ani jej nie oddaje nazywa się równowagą higroskopijną. Oznacza to, że ciśnienie pary wodnej jest jednakowe na powierzchni drewna i w powietrzu.

W normalnych warunkach temperatura i względna wilgotność powietrza ulegają częstym zmianom; w konsekwencji następują odpowiednie zmiany wilgotności drewna.

Nasiąkliwość i przesiąkliwość drewna

Nasiąkliwość drewna jest to zdolność drewna zanurzonego w wodzie do wchłaniania tej wody. Ilość wody wchłoniętej przez drewno zależy od porowatości drewna i czasu zanurzenia. Największą zdolność wchłaniania wody ma drewno w stanie całkowicie suchym, ponieważ wnika wówczas do błon komórkowych maksymalna ilość wody wolnej i wody związanej. Tę ilość wchłoniętej wody w odniesieniu do masy drewna całkowicie suchego nazywa się wilgotnością maksymalną drewna.

Drewno lekkie zawiera więcej porów, jego struktura jest mniej zwarta, co sprawia, że wchłania ono więcej wody niż drewno ciężkie.

Przesiåkliwością drewna nazywa się zdolność przenikania cieczy przez drewno. Właściwość ta zależy od rodzaju i gatunku drewna, a także od tego, z jakiej części pnia pochodzi próbka badanego drewna. Przesiåkliwość drewna drzew liściastych jest większa niż drewna drzew iglastych. Jest ona także znacznie większa, gdy ciecz przenika wzdłuż włókien, niż w poprzek włókien przez przekrój promieniowy. Podobnie, przesiåkliwość jest większa w drewnie bielastym niż w twardełowym.

Pęcznienie i kurczenie się drewna

Pęcznienie drewna jest to zwiększanie się jego wymiarów liniowych i objętości na skutek wzrostu zawartości wody związanej (higroskopijnej) w drewnie. Drewno pęcznieje w przedziale wilgotności higroskopijnej 0÷30%, czyli od stanu absolutnie suchego do punktu nasycenia włókien. Powyżej punktu nasycenia włókien wchłaniana woda wolna wypełnia przestrzenie międzykomórkowe, nie powoduje pęcznienia drewna.

Kurczenie się drewna jest zjawiskiem odwrotnym do pęcznienia polegającym na zmniejszaniu się wymiarów (liniowych i objętościowych) wskutek zmniejszania się zawartości wody związanej. Drewno o wilgotności większej od 30% oddaje podczas wysychania tylko wodę wolną, wobec czego następuje stopniowe zmniejszenie masy drewna bez zmian jego wymiarów. Oddawanie wody związanej (higroskopijnej) następuje podczas kurczenia drewna od punktu nasycenia włókien (30%) do stanu całkowicie suchego (0%).

Niejednorodna budowa anatomiczna drewna jest przyczyną niejednakowego skurczu lub pęcznienia drewna na przekrojach – w kierunku stycznym i wzdłuż włókien, skurcz wzdłuż włókien natomiast jest tak mały, że na ogół nie jest brany pod uwagę.

Wartość skurczu, zależnie od rodzaju drewna, jego anatomicznej budowy i kierunku działania, wynosi:

- skurcz styczny – 6,0÷13,0%,
- skurcz promieniowy – 2,0÷8,5%,
- skurcz wzdłuż włókien – 0,1÷0,35%,
- skurcz objętościowy – 0,7÷22,5%.

Gęstość i porowatość drewna

Gęstość drewna jest to stosunek masy drewna do jego objętości w stanie określonej wilgotności lub stanie całkowicie suchym. Gęstość drewna określa się w g/cm³ lub w kg/m³. W zależności od stopnia wilgotności rozróżnia się: gęstość drewna świeżo ściętego, drewna powietrzno-suchego i całkowicie suchego. Odrębnym pojęciem jest gęstość substancji drzewnej. Jest to stosunek masy (substancji drzewnej) do objętości drewna z wyłączeniem porów i zawartości wody. Określa się ją w odniesieniu do wszystkich gatunków drewna jako wartość stałą, która wynosi średnio 1540 kg/cm³.

Gęstość drewna określa się przy pomocy próbek o wymiarach 2x2x2 cm lub 2x2x3 cm. Masę próbek określa się najczęściej za pomocą wagi technicznej z dokładnością do 0,01 g. Objętość oznacza się objętościomierzem rtęciowym lub za pomocą suwmiarki mierząc trzy wymiary próbki. Suszenie próbek odbywa się w suszarce z termoregulatorem w temperaturze 100±5°C, podobnie jak w metodzie suszarkowo-wagowej. Obliczanie gęstości drewna dokonuje się według wzoru:

$$V_o = \frac{G_o}{V_o} [g / cm^3]$$

lub

$$V_w = \frac{G_w}{V_w} [g / cm^3]$$

ζ_o – gęstość drewna w stanie całkowicie suchym w g/cm³,

ζ_w – gęstość drewna o wilgotności W (%) w g/cm³,

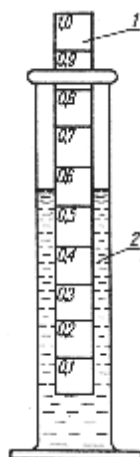
G_o – masa próbki całkowicie suchej w gramach,

G_w – masa próbki o wilgotności W (%) w gramach,

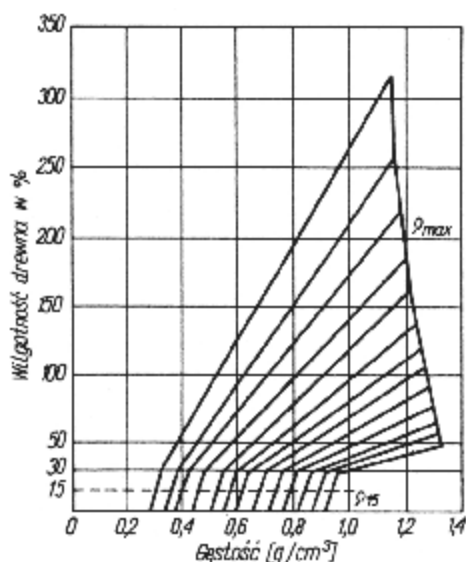
V_o – objętość próbki całkowicie suchej w cm³,

V_w – objętość próbki o wilgotności W (%) w cm³.

Przybliżonym sposobem określenia gęstości drewna jest metoda hydrostatyczna. Do badania przygotowuje się próbki o wymiarach 9x1x1 lub 25x4x4 cm. Długość badanej próbki dzieli się na 10 równych części zaznaczając je kreskami. Próbkę zanurza się w parafinie i wkłada do cylindra szklanego wypełnionego wodą. Kreska podziałki stykającej się z lustrem wody wskazuje orientacyjnie gęstość drewna. Gęstość drewna o dowolnej wilgotności można również ustalić, na podstawie gęstości drewna całkowicie suchego, za pomocą nomogramu Czulickiego.



Rys. 12. Cylinder do oznaczania gęstości drewna metodą hydrostatyczną: 1 – wyskalowana próbka drewna, 2 – cylinder z wodą [3, s. 47]



Rys. 13. Nomogram do oznaczania gęstości drewna (wg Czulickiego) [3, s. 47]

Zależnie od gęstości drewna w stanie powietrzno-suchym F. Krzysik rozróżnia 6 klas drewna:

- 1) drewno bardzo ciężkie (ponad $0,8 \text{ g/cm}^3$): grab, cis, gwajak, heban, eukaliptus;
- 2) drewno ciężkie ($0,71 \div 0,80 \text{ g/cm}^3$): grochodrzew, buk, dąb, jesion, orzech, grusza, śliwa, przeorzech (hikory);
- 3) drewno umiarkowanie ciężkie ($0,61 \div 0,70 \text{ g/cm}^3$): brzoza, klon, jawor, modrzew, ciąż;
- 4) drewno lekkie ($0,51 \div 0,60 \text{ g/cm}^3$): kasztanowiec, mahoń, jałowiec;
- 5) drewno umiarkowanie lekkie ($0,41 \div 0,50 \text{ g/cm}^3$): sosna pospolita, świerk, jodła, lipa, olcha, osika, cedr, tsuga, cyprys, teak;
- 6) drewno bardzo lekkie (poniżej $0,40 \text{ g/cm}^3$): topola, sosna wejmutka.

Najmniejszą gęstość ma drewno gatunku *Alstonia spathulata*, która wynosi $0,058 \text{ g/cm}^3$. Największą gęstość ma drewno gwajakowe – $1,30 \text{ g/cm}^3$. Są to gatunki drewna pochodzące z krajów tropikalnych.

Porowatością drewna określa się stosunek objętości porów w nim zawartych, do objętości drewna w stanie całkowicie suchym. Zależność porowatości od gęstości jest odwrotnie proporcjonalna, czyli im większa gęstość tym mniejsza jego porowatość. Porowatość krajowych gatunków drewna waha się w granicach $50 \div 80\%$. W drewnie całkowicie suchym pory wypełnione są powietrzem, zaś w drewnie nasyconym wszystkie pory wypełnione są wodą, wobec tego drewno takie jest cięższe od wody i tonie.

Właściwości cieplne drewna

Ciepło właściwe drewna jest to ilość ciepła potrzebna do ogrzania jednostki masy drewna o 1°C .

Ciepło właściwe drewna jest przeszło 3 razy większe od ciepła właściwego żelaza i stali (0,11). Do ogrzania drewna potrzeba zatem trzykrotnie więcej ciepła niż do ogrzania żelaza o takiej samej masie.

Przewodność cieplna ciepła jest to zdolność przewodzenia ciepła pozwalające na wyrównanie różnic temperatur w całym materiale. Przewodność cieplną określa się za pomocą współczynnika przewodzenia ciepła, który wskazuje ile ciepła przepływa w ciągu 1 godziny przez 1 cm^2 powierzchni, gdy odległość przeciwległych ścian wynosi; 1 m, a różnica temperatury 1°K . Współczynnik ten oznacza się symbolem λ , jednostką jest $\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$. Współczynnik przewodzenia ciepła decyduje o wartości danego materiału jako izolatora; im mniejszy współczynnik, tym lepsze właściwości izolacyjne materiału. Wartość

współczynnika przewodności cieplnej drewna zależy od jego wilgotności, temperatury, kierunku przebiegu włókien oraz gęstości i wynosi $0,140 \div 0,407 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$. Im większa jest gęstość drewna, tym większy jest jego współczynnik przewodzenia ciepła. Wzdłuż włókien przewodność cieplna jest ok. 1,8 razy większa niż w poprzek.

Rozszerzalność cieplną określa się za pomocą rozszerzalności liniowej i objętościowej obliczanych w stosunku do wymiarów przed ogrzaniem badanego materiału, jeśli grzejemy go o 1°C . Rozszerzalność cieplną drewna określa się również za pomocą współczynnika rozszerzalności cieplnej, który jest bardzo mały, szczególnie wzdłuż przebiegu włókien.

Właściwości elektryczne drewna

Przewodność elektryczna drewna określa się za pomocą elektrycznego oporu właściwego drewna wyrażonego w omometrach ($\Omega \times \text{m}$), który stawia próbka długości 1 m; o przekroju 1 mm^2 . Opór elektryczny jest zjawiskiem odwrotnym do przewodności elektrycznej. Opór ten jest mniejszy wzdłuż włókien niż w poprzek. Drewno suche jest słabym przewodnikiem i można je używać jako materiału izolacyjnego w elektrotechnice. Opór elektryczny maleje w miarę wzrostu wilgotności drewna w przedziale higroskopijnym $0 \div 30\%$. Powyżej wilgotności punktu nasycenia włókien przewodnictwo drewna zwiększa się nieznacznie.

Właściwości dielektryczne drewna mają duże znaczenie zwłaszcza w badaniach laboratoryjnych i wykorzystuje się je do szybkiego suszenia drewna w polu działania prądów wysokiej częstotliwości.

Właściwości akustyczne drewna

Akustyczne właściwości drewna są to cechy, które wywierają wpływ na przenikanie dźwięku przez drewno. Właściwości takie mają tylko niektóre rodzaje drewna, określane jako materiały drzewne renesansowe, np. świerk, jodła, jawor, klon.

O właściwościach akustycznych drewna jako materiału rezonansowego decydują przede wszystkim takie czynniki, jak: prędkość rozchodzenia się dźwięku w drewnie oraz pochłanianie i tłumienie dźwięku.

Średnia prędkość rozchodzenia się dźwięku w drewnie w zależności od kierunku przebiegu (wzdłuż włókien, promieniowo i stycznie) wyraża się stosunkiem $15 \div 5 \div 3$.

Pochłanianie i tłumienie dźwięku w drewnie określa się za pomocą współczynnika pochłaniania wyrażonego stosunkiem energii dźwiękowej pochłoniętej przez drewno do energii dźwiękowej padającej na jego powierzchnię. Badanie izolacyjności drewna wykazują, że współczynnik pochłaniania dźwięku przez drewno jest niewielki, a tym samym mała jest również jego dźwiękochłonność. Izolacyjność drewna zależy w dużym stopniu od jego porowatości oraz gęstości. Z materiałów drzewnych najlepsze właściwości izolacyjne mają płyty pilśniowe porowate oraz korkowe lub asfaltowo-korkowe.

Trwałość drewna

Trwałość drewna jest to odporność na niszczące działanie czynników zewnętrznych, powodujących jego rozkład. Ocenia się ją na podstawie czasu, w którym drewno zachowuje swoje właściwości fizyczne i mechaniczne. Dużą trwałość mają: drewno twarde i twardzielowe o ścisłej budowie i dużej gęstości, drewno drzew iglastych i liściastych zawierające garbniki, gumi, olejki eteryczne, drewno pozyskane z terenów górskich i północnych przeważnie ze ścinki zimowej i drewno w średnim wieku.

Drewno niezależnie od rodzaju ma na ogół dużą trwałość, jeśli znajduje się w suchym, przewiewnym pomieszczeniu, o nieznacznych zmianach temperatury i wilgotności powietrza.

Na trwałość drewna mają wpływ:

- czynniki biologiczne (grzyby, owady, drobnoustroje),
- czynniki fizyczne (atmosferyczne zmiany temperatury, wilgotności powietrza i opady),
- czynniki chemiczne (roztwory kwaśne lub alkaliczne o dużym stężeniu).

Z punktu widzenia trwałości naturalnej drewna dzieli się na 3 podstawowe grupy:

- bardzo trwałe: modrzew, dąb, wiąz, cis, cyprys, cedr, dagleżja, grochodrzew (akacja), kasztan, orzech, heban, eukaliptus,
- średnio trwałe: jodła, sosna, świerk, buk, jesion,
- nietrwałe: brzoza, jawor, kasztanowiec, lipa, olcha, osika, przeorzech, topola, wierzba.

Trwałość drewna można zwiększyć przez przesuszenie, nasycanie środkami przeciwnilnymi i pokrywanie powłokami ochronnymi. Drzewa świeżo ścięte okorowuje się (zdejmując korę, co przyspiesza wysychanie) lub przechowuje drewno okrągłe w basenie z wodą, co zabezpiecza je przed rozwojem grzybów powodujących m.in. zgniliznę.

Tabela 1. Trwałość drewna w latach [3, s. 53]

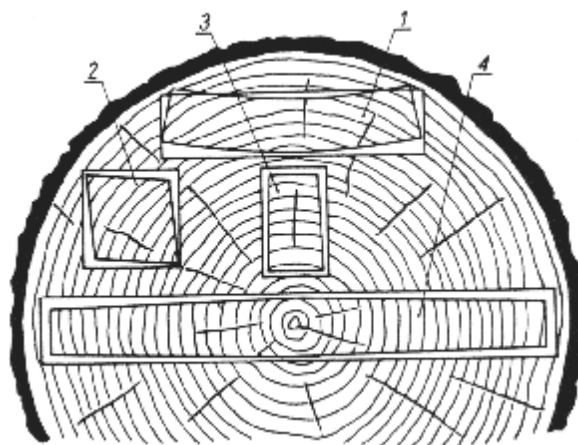
Rodzaj drewna	Na wolnym powietrzu	W pomieszczeniu zamkniętym bez przewiewu	W warunkach niezmiennie suchych	W warunkach niezmiennie wilgotnych
Sosna	80	120	1000	500
Świerk	50	25	900	70
Jodła	45	20	900	60
Modrzew	90	150	1800	600
Dąb	120	200	1800	700
Wiąz	100	180	1500	1000
Jesion	20	3	500	10
Buk	10	5	800	10
Klon	10	5	1000	10
Brzoza	5	3	500	10
Olcha	5	2	400	800
Osika	3	1	500	10
Wierzba	5	4	600	20

Pękanie i paczenie się drewna

Pękanie drewna jest to zjawisko występujące podczas nadmiernego wysychania drewna. Przyczyną pęknięcia drewna jest nierównomierne wysychanie warstw wewnętrznych i zewnętrznych. Wielkość pęknięć zależy od szybkości wyparowywania wody, rodzaju i grubości drewna oraz od różnicy naprężeń warstw wewnętrznych. Drewno drzew iglastych mniej pęka niż drewno drzew liściastych, np. buk, grab. Bardziej pękają grube wyroby z drewna niż cienkie.

Paczenie się, czyli zmiana kształtu drewna, występuje w materiałach tartych, podobnie jak pęknięcia drewna, podczas nierównomiernego wysychania i zróżnicowanego kurczenia się drewna w kierunku stycznym i promieniowym.

Wielkość i rodzaj odkształceń tarcicy zależy od rodzaju drewna, wymiarów oraz od tego, z jakiej części kłody zostały one pozyskane.



Rys. 14. Paczenie się materiałów tartych w zależności od miejsca położenia w kładzie: 1, 2 – skurcz styczny, 3 – skurcz promieniowy równomierny, 4 – skurcz styczny i promieniowy [3, s. 45]

Paczenie się i pęknięcie materiałów drzewnych poważnie utrudnia ich obróbkę oraz powoduje nadmierne zwiększenie odpadów podczas produkcji.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polega badanie wilgotności drewna metodą suszarkowo-wagową?
2. W jaki sposób przeprowadza się badanie wilgotności drewna metodą elektrometryczną?
3. W jakim zakresie można określić wilgotność drewna za pomocą wilgotnościomierza elektrycznego?
4. Co to jest wilgotność bezwzględna drewna?
5. Co to jest wilgotność względna drewna?
6. Co to jest gęstość drewna?
7. Jakimi sposobami można określić gęstość drewna?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj mierzenie wilgotności drewna metodą suszarkowo-wagową.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić wymiary próbek do określania wilgotności drewna metodą suszarkowo-wagową,
- 2) dobrać urządzenia i sprzęty laboratoryjne potrzebne są do badania wilgotności drewna metodą suszarkowo-wagową,
- 3) przeczytać instrukcję obsługi i określić zasady bhp przy posługiwaniu się potrzebnym sprzętem,
- 4) określić wzór do obliczania wilgotności drewna,
- 5) przygotować próbki,
- 6) wykonać ćwiczenie zgodnie z zasadami podanymi w instrukcji,
- 7) obliczyć, jaką wilgotność ma drewno poddane badaniom,
- 8) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki drewna potrzebne do przeprowadzenia ćwiczenia,
- waga laboratoryjna i suszarka,
- naczynka wagowe,
- eksykator,
- notatnik,
- instrukcje obsługi urządzeń laboratoryjnych,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Zmierz wilgotności drewna za pomocą wilgotnościomierza elektrycznego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać instrukcję obsługi i określić zasady bhp podczas posługiwania się wilgotnościomierzem,
- 2) przygotować próbki drewna do badania wilgotności,
- 3) wykonać ćwiczenie zgodnie z instrukcją,
- 4) zanotować wyniki mierzenia wilgotności,
- 5) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wilgotnościomierz elektryczny,
- młotek do wbijania elektrod w drewno i próbki drewna,
- instrukcja obsługi wilgotnościomierza,
- notatnik,
- długopis,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 3

Oblicz gęstości różnych gatunków drewna.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić wymiary próbek do oznaczania gęstości drewna,
- 2) wybrać potrzebną ilość próbek (do 2 metod),
- 3) określić objętość wybranych próbek,
- 4) ustalić masę próbek przed suszeniem,
- 5) próbki poddać suszeniu (trzykrotnie),
- 6) zważyć próbki po suszeniu,
- 7) obliczyć gęstość drewna na podstawie wzoru,
- 8) określić gęstość drewna metodą hydrostatyczną,
- 9) określić gęstość drewna za pomocą nomogramu Czulickiego,
- 10) zanotować wyniki badań,
- 11) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki z różnych gatunków drewna,
- waga techniczna,
- suszarka z termoregulatorem,
- suwmiarka,
- parafina,
- cylinder szklany wypełniony wodą,
- nomogram Czulickiego,
- notatnik,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić czynniki wpływające na barwę drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić, jakie elementy budowy mikroskopowej mają wpływ na połysk drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić, na jakim przekroju drewna najładniejszy rysunek (usłojenie)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić, które składniki decydują o zapachu drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić rodzaje wody w drewnie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić, jaką wilgotność powinny mieć podstawowe wyroby stolarskie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wyjaśnić zjawisko higroskopijności drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) omówić zjawisko pęcznienia i kurczenie się drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wymienić czynniki wpływające na trwałość drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) wyjaśnić zjawisko pęknięcia i paczenia się drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) określić cieplne, akustyczne i elektryczne właściwości drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Mechaniczne właściwości drewna

4.3.1. Materiał nauczania

Mechanicznymi właściwościami drewna określa się jego zdolność przeciwstawiania się działaniu sił zewnętrznych, które powodują przejściowe lub trwałe jego odkształcenie a nawet zniszczenie. Siły działające na drewno mogą występować jako obciążenie statyczne – wzrastające powoli i równomiernie w jednym kierunku działanie siły, bądź jako obciążenia dynamiczne, działające jednakowo, lecz z szybką zmianą kierunku i wartości działania siły. Tego rodzaju obciążenia ze zmiennym kierunkiem działania sił nazywają się obciążeniami wibracyjnymi (np. uderzenia, drgania).

Zmiany wymiarów lub kształtu drewna nazywają się odkształceniami. Mogą one mieć charakter odkształceń sprężystych, zanikających po ustaniu działania siły, lub odkształceń trwałych pozostających po ustaniu działania siły. Opór stawiany przed drewno w wyniku działania sił zewnętrznych nazywa się naprężeniem, które określa się stosunkiem działania sił do powierzchni przekroju. Stałe naprężenia drewna, w wyniku długotrwałych małych obciążeń nie przekraczających jego odporności w konsekwencji powodują zmęczenie drewna.

Badania mechanicznych właściwości drewna i wytrzymałości, wyrażonej w megapaskalach, są niezbędne do ustalenia jego użyteczności oraz określenia przekrojów elementów wpływających na trwałość konstrukcyjną wyrobów.

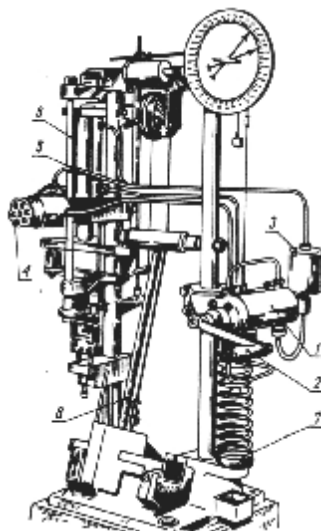
Zasady przygotowywania próbek drewna do badań i maszyny pobiercze

Do badań wytrzymałościowych stosuje się próbki drewna, których jakość, kształt i wielkość są znormalizowane (polskie normy – PN). Próbki te niezależnie od rodzaju badań przygotowuje się według ujednoliconych zasad.

Wszelkie wady drewna w próbkach laboratoryjnych są niedopuszczalne. Próbki przygotowane pod względem kształtu i wymiarów poddaje się klimatyzacji, w wyniku, której wilgotność próbek do badań wytrzymałościowych powinna wynosić $12 \pm 3\%$.

Podstawową maszyną pobierczą do badań wytrzymałościowych jest maszyna Amstlera przystosowana do tego typu badań (z wyjątkiem badań na rozciąganie drewna wzdłuż włókien).

Maszyna tego typu jest przystosowana do dwóch zakresów obciążeń: w granicach 0÷4 kN oraz 0÷40 kN.



Rys. 15. Uniwersalna maszyna Amstlera do badania wytrzymałości drewna: 1 – po MPa olejowa, 2 – korba, 3 – zbiornik oleju, 4 – zawór przepustowy, 5 – cylinder, 6 – rama, 7 – sprężyna, 8 – młot udarowy [3, s. 79]

Wytrzymałość drewna na ściskanie

Wytrzymałość drewna na ściskanie jest to opór, jaki stawia drewno poddane działaniu sił ściskających powodujących jego odkształcenie lub zniszczenie.

Miarą wytrzymałości drewna na ściskanie jest naprężenie w MPa, przy którym następuje zniszczenie badanej próbki. Wytrzymałość ta zależy od jego kierunku anatomicznego. Rozróżnia się wytrzymałość drewna na ściskanie wzdłuż włókien oraz na ściskanie prostopadłe do włókien (kierunek promieniowy i styczny).

Przeciętna wytrzymałość drewna na ściskanie wzdłuż włókien wynosi 39,3÷49,2 MPa, zaś na ściskanie w kierunku prostopadłym do włókien jest 6÷10 razy mniejsza.

Wytrzymałość próbki na ściskanie oblicza się ze wzoru:

$$R_{CW} = \frac{P_{Cmax}}{F} [MPa]$$

w którym:

R_{CW} – wytrzymałość na ściskanie drewna o wilgotności W% w MPa,

P_{Cmax} – siła niszcząca odczytana na siłomierzu,

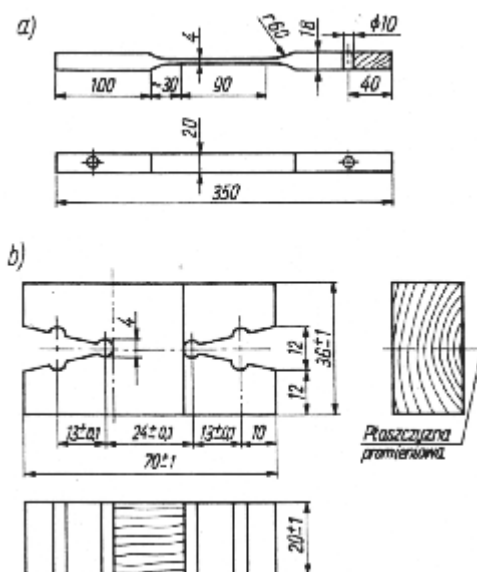
F – powierzchnia obciążonego przekroju próbki w mm².

Badanie wytrzymałości drewna na ściskanie wzdłuż i prostopadłe do włókien wykonuje się tak samo.

Wytrzymałość drewna na rozciąganie

Wytrzymałość drewna na rozciąganie jest to opór, jaki stawia materiał drzewny poddany działaniu sił rozciągających, dążących do jego odkształcenia lub rozerwania. Miarą wytrzymałości drewna na rozciąganie jest naprężenie w MPa, przy którym następuje zniszczenie badanej próbki. Siły rozciągające mogą działać wzdłuż włókien i prostopadłe do nich. Drewno poddane rozciąganiu wzdłuż włókien wykazuje największą wytrzymałość. Zwiększa się ono także w miarę wzrostu gęstości drewna.

Gdy kąt nachylenia włókien od kierunku działania siły wzrasta 0÷15°, wówczas wytrzymałość drewna na rozciąganie zmniejsza się do 50% i więcej w stosunku do wytrzymałości drewna o prostoliniowym układzie włókien.



Rys. 16. Próbkę do badania wytrzymałości drewna na rozciąganie (wymiary w mm):

a) wzdłuż włókien, b) prostopadłe do włókien [3, s. 82]

Wytrzymałość drewna na rozciąganie wzdłuż i prostopadle do włókien oblicza się wg wzoru:

$$R_{rw} = \frac{P_{r\max}}{F} [MPa]$$

w którym:

R_{rw} – wytrzymałość na rozciąganie drewna o wilgotności $W\%$ w MPa,

$P_{r\max}$ – siła niszcząca odczytana na siłomierzu w N,

F – powierzchnia przekroju próbki w mm^2 .

Zależnie od rodzaju drewna wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien jest 5÷40 razy mniejsza od wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż włókien.

Wytrzymałość drewna na ścinanie

Wytrzymałość drewna na ścinanie określa się wartością przyłożonej siły ścinającej działającej równolegle do włókien, (która powoduje zniszczenie); odniesiona do wartości obciążonego przekroju. Naprężenia ścinające występują wówczas, gdy na badaną próbkę drewna działają dwie siły równoległe przeciwnie skierowane, dążące do przesunięcia (ścięcia) części drewna w kierunku stycznym do przekroju badanego.

Wytrzymałość na ścinanie drewna oblicza się wg wzoru:

$$R_{tw} = \frac{P_{t\max}}{F} [MPa]$$

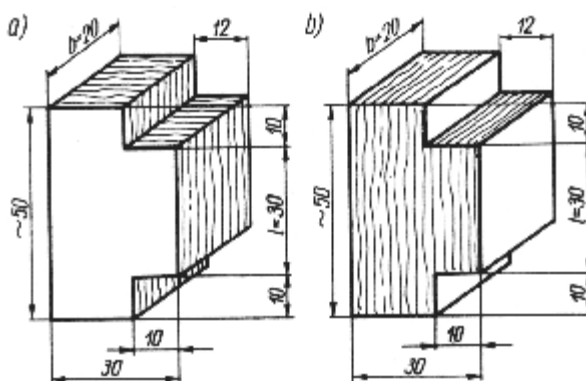
w którym:

R_{tw} – wytrzymałość na ścinanie drewna o wilgotności $W\%$ w MPa,

$P_{t\max}$ – siła niszcząca w N odczytana na siłomierzu,

F – powierzchnia obciążanego przekroju próbki w mm^2 .

Wytrzymałość drewna na ścinanie w kierunku równoległym do włókien w płaszczyźnie promieniowej jest zwykle większa, niż w płaszczyźnie stycznej do przebiegu słoju rocznych.



Rys. 17. Próбка do badania wytrzymałości drewna na ścinanie w płaszczyźnie: a) promieniowej do przebiegu słoju rocznych, b) stycznej do przebiegu słoju rocznych (wymiar w mm) [3, s. 84]

Przeciętna wytrzymałość drewna na ścinanie wynosi 1/8÷1/6 wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien oraz 1/10÷1/8 wytrzymałości na rozciąganie w kierunku równoległym do włókien.

Wytrzymałość drewna na zginanie statyczne

Zginanie statyczne występuje w drewnie podczas wzrastającego powoli obciążenia zginającego, działającego bez zmiany kierunku.

Badaną próbkę niezależnie od jej wielkości obciąża się w środku długości prostopadle do jej przekroju promieniowego. Przeciętny przyrost obciążenia, gdy bada się próbki małe, powinien wynosić $1,78 \div 1,77$ kN w ciągu 1 minuty.

Wytrzymałość drewna na zginanie statyczne oblicza się ze wzoru:

$$R_{gw} = \frac{3 P_g l}{2 b \cdot h^2} [MPa]$$

w którym:

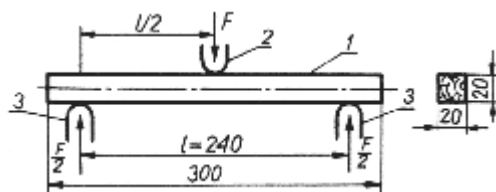
R_{gw} – wytrzymałość na zgięcie statyczne drewna o wilgotności W (%) w MPa,

P_g – siła niszcząca w N (odczytana na siłomierzu),

l – rozstaw podpór w mm,

b – wymiar przekroju próbki w kierunku promieniowym w mm,

h – wymiar przekroju próbki w kierunku statycznym w mm.



Rys. 18. Badanie wytrzymałości drewna na zginanie statyczne: 1 – belka, 2 – napora, 3 – podpory, F – obciążenie zginające [3, s. 84]

Średnia wytrzymałość drewna na zginanie statyczne wynosi $78,5 \div 98,1$ MPa. Jest ona mniejsza niż wytrzymałość na rozciąganie, lecz większa niż wytrzymałość na ściskanie.

W drewnie drzew iglastych wytrzymałość na zgięcia statyczne w kierunku statycznym może być ok. 12% większa niż w kierunku promieniowym.

Wytrzymałość drewna na skręcanie

Skręcanie drewna jest wynikiem działania pary sił powodujących jego obrót oraz spiralne skręcenie włókien drzewnych.

Do badań na skręcanie drewna stosuje się specjalne próbki o kolistym przekroju i równoległym układzie włókien, które na skutek skręcania pękają podłużnie.

Wytrzymałość na skręcanie oblicza się ze wzoru:

$$\tau_s = \frac{16 M_{smax}}{p d^3} [MPa]$$

w którym:

τ_s – wytrzymałość drewna na skręcanie w MPa,

M_{smax} – maksymalny moment skręcający MPa,

d – średnica badanej próbki w mm,

Przeciętna wytrzymałość drewna na skręcanie, zależnie od jego gatunku wynosi $2,94 \div 14,7$ MPa, gdy układ włókien jest równoległy do osi podłużnej. Największą wytrzymałość na skręcanie ma drewno jesionu.

Udarność

Udarność drewna jest to zdolność drewna do pochłaniania energii mechanicznej podczas zginania dynamicznego.

Charakteryzuje się ona wytrzymałością drewna na obciążenia dynamiczne, działające na skutek jednorazowego silnego uderzenia.

Można ją określić jako stosunek ilości pracy potrzebnej do zniszczenia próbki w odniesieniu do powierzchni przekroju poprzecznego tej próbki. Badania przeprowadza się młotem udarowym. Do wykonania badań na udarność stosuje się najczęściej próbki o wilgotności 15% i wymiarach 20x20x300 mm. oraz rozstawie podpór 240 mm, czyli takiej samej jak do określania wytrzymałości na zginanie statyczne.

Udarność oblicza się ze wzoru:

$$U_w = \frac{L}{b \cdot h} [MJ / mm^2]$$

w którym:

U_w – udarność próbki o wilgotności $W(\%)$ w MJ / mm^2 ,

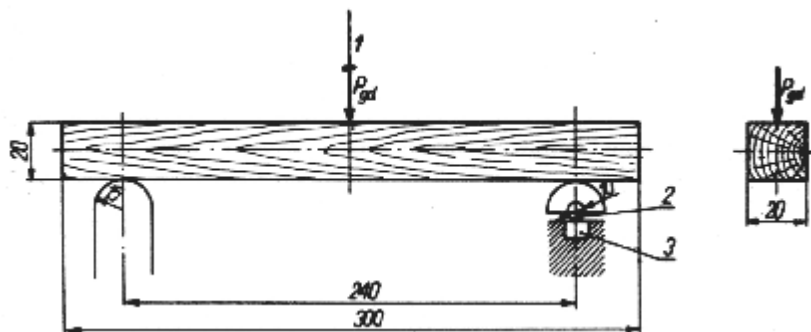
L – praca potrzebna do zniszczenia próbki w MJ,

b, h – wymiary przekroju poprzecznego próbki w mm.

Przeliczając wyniki badań na udarność do poziomu wilgotności $12 \pm 3\%$ stosuje się współczynnik $\alpha = 0,03$.

Wytrzymałość drewna na zginanie dynamiczne

Do badania wytrzymałości drewna na zginanie dynamiczne stosuje się specjalne urządzenia, które w przeciwieństwie do udarności rejestrują siłę dynamiczną niszczącą próbkę, zamiast pracy zużytej na jej zniszczenie. Jedną z podpór urządzenia do badania wytrzymałości drewna jest ruchoma i zaopatrzona w stalową kulę, opierającą się na aluminiowym pręcie, druga zaś jest umocowana na stałe.



Rys. 19. Belka do badania wytrzymałości drewna na zginanie dynamiczne,
1 – ruchoma napora, 2 – kulka stalowa, 3 – pręt aluminiowy [3, s. 87]

Wytrzymałość na zginanie dynamiczne drewna o wilgotności $W(\%)$ ($12 \pm 3\%$) określa się symbolem R_{gdw} i oblicza za pomocą takiego samego wzoru, jak wytrzymałość na zginanie statyczne R_{gw} , przy czym zamiast zginającej siły niszczącej P_g wprowadza się dynamiczną siłę niszczącą o symbolu P_{gd} .

Wytrzymałość drewna na zmęczenie

Drewno poddawane przez dłuższy czas naprężeniom zmiennym, w wyniku działania obciążeń zmiennych, ulega zniszczeniu nawet wtedy, gdy te naprężenia są mniejsze od wytrzymałości na obciążenia statyczne. Zjawisko to nazywa się zmęczeniem drewna. W badaniach wytrzymałości drewna na zmęczenie uwzględnia się wytrzymałość doraźną i trwałą.

Wytrzymałość doraźną ustala się za pomocą maszyny probierczej, umożliwiającej określenie największego obciążenia drewna, jakie ono może przenieść bez jego zniszczenia w ciągu możliwie najkrótszego czasu.

Wytrzymałość trwała jest wskaźnikiem rzeczywistej wytrzymałości drewna na największe obciążenia działające przez dowolnie długi czas. Ta wytrzymałość w praktyce stanowi około 70% wytrzymałości doraźnej.

Wytrzymałość drewna na zmęczenie wzrasta w miarę wzrostu gęstości drewna. Próby badań zmęczeniowych przeprowadza się w specjalnych maszynach probierczych przy zastosowaniu próbek drewna o ustalonych wymiarach i wilgotności ($12\pm 3\%$).

Współczynnik bezpieczeństwa i naprężenia dopuszczalne

W projektowaniu różnych konstrukcji drewnianych, gdzie w grę wchodzi obciążenia statyczne i dynamiczne, uwzględnia się współczynnik bezpieczeństwa.

Wartość naprężeń dopuszczalnych dla drewna powietrzno – suchego gatunków iglastych i niektórych liściastych przedstawia poniższa tabela:

Tabela 2. Wartość naprężeń dopuszczalnych dla drewna powietrzno – suchego gatunków iglastych i niektórych liściastych [3, s. 89]

Naprężenie	Drewno iglaste	Dąb i buk
Ściskanie wzdłuż włókien	7,85	9,81
Ściskanie w poprzek włókien	1,96	3,92
Rozciąganie wzdłuż włókien	8,83	10,30
Zginanie statyczne	9,81	10,79
Ścinanie wzdłuż włókien	1,18	1,96

Wyboczenie drewna

Wyboczenie pręta drewnianego ściskanego osiowo jest to jego wygięcie (utrata prostoliniowego kształtu), które następuje, gdy siła ściskająca przekroczy wartość jako krytyczną.

Wyboczenie pręta następuje wówczas, gdy stosunek dowolnej długości pręta l do jego grubości d osiągnie wartość $l/d=12$. Im większa jest smukłość elementu i duże siły działające pionowo, tym większe istnieje niebezpieczeństwo wyboczenia.

Sprężystość i plastyczność drewna

Sprężystość drewna jest to właściwość polegająca na zdolności powracania materiału drewnianego do pierwotnego kształtu i wymiarów po ustaniu działania siły powodującej odkształcenie.

Największe dopuszczalne naprężenie drewna, które nie powoduje jego zniszczenia a po osiągnięciu, którego (i po ustaniu działania sił obciążających) materiał może wrócić do pierwotnego kształtu i wymiarów, nazywa się granicą sprężystości.

Plastycznością drewna określa się jego zdolność do przyjmowania i zachowywania trwałych odkształceń powstających w wyniku działania sił mechanicznych; odkształcenia nie zmieniają się po ustaniu działania tych sił. Jest to właściwość przeciwstawna sprężystości drewna. Plastyczność drewna wzrasta w wyniku działania temperatury i wilgotności, a maleje pod wpływem oziębienia i wysuszenia drewna.

Łupliwość

Łupliwość jest to odporność drewna na dzielenie na mniejsze części wzdłuż włókien za pomocą narzędzi w kształcie klina. Określa się ją wartością siły potrzebnej do rozłupania oraz gładkością powierzchni uzyskanych po rozłupaniu. Drewno jest łupliwe tylko wzdłuż włókien.

Drewno suche o budowie regularnej i bez sęków jest bardziej łupliwe niż drewno o falistym układzie włókien z sękami. Łupliwość drewna zależy od rodzaju jego gęstości

i wilgotności. Największą łupliwość ma drewno świerka, jodły, topoli i osiki. Do trudno łupliwych zalicza się drewno: jaworu, jesionu oraz gatunków owocowych, a do bardzo trudno łupliwych drewno: wiązu, grabu, grochodrzewu i brzozy. Najmniej łupliwe jest drewno o wilgotności około 10%. Większa lub mniejsza wilgotność drewna powoduje wzrost łupliwości.

Twardość drewna

Twardość drewna jest to odporność na odkształcenia powodowane siłami skupionymi działającymi na jego powierzchnię (powyżej 1 cm²) wyrażona wartością siły lub odkształcenia.

Odporność drewna na odkształcenia jest inna podczas działania sił statycznych i dynamicznych. Twardość drewna wzrasta w miarę wzrostu jego gęstości. Jest ona z reguły większa na przekroju poprzecznym (czołowym) niż na przekroju podłużnym stycznym i promieniowym. Badania twardości przeprowadza się metodą Janki lub Brinella.

Metoda Janki polega na wciskaniu w drewno stalowej kulki o przekroju średnicowym 100 mm² na głębokość jej promienia w określonym czasie (ok. 2 minut). Miarą twardości drewna jest siła potrzebna do wciśnięcia kulki, którą odczytuje się na siłomierzu maszyny probierczej. Próby badania twardości drewna przeprowadza się na próbkach o wymiarach 50x50x50 mm.

Metoda Brinella polega na wciskaniu w drewno kulki stalowej o średnicy 10 mm; siłę wcisku odczytuje się na siłomierzu. Po dokonanej próbie mierzy się średnicę wcisku za pomocą mikroskopu pomiarowego, a twardość badanej próbki odczytuje z tablic.

Na podstawie badań metodą Brinella drewno gatunków krajowych i egzotycznych dzieli się na 6 klas twardości:

- 1) drewno bardzo miękkie o twardości do 35 MPa, np.: osika, topola, wierzba, balsa, jodła, wejmutka, świerk, limba,
- 2) drewno miękkie o twardości 36÷49 MPa, np.: brzoza, olcha, jawor, lipa, sosna, modrzew, jałowiec, daglezwia, mahoń, platan,
- 3) drewno średnio twarde o twardości 50÷59 MPa, np.: wiąz, orzech, sosna czarna,
- 4) drewno twarde o twardości 60÷65 MPa, np.: dąb, jesion, grusza, jabłoń, wiśnia, tik,
- 5) drewno bardzo twarde o twardości 66÷146 MPa, np.: buk, grab, dąb bezszypułkowy, grochodrzew, palisander, cis, przeorzech (hikory), bukszpan,
- 6) drewno twarde jak kość o twardości ponad 150 MPa np.: heban, gwajak, kokos.

Czynniki wpływające na właściwości mechaniczne drewna

Wytrzymałość drewna na obciążenia zależy znacznie od jego budowy anatomicznej, między innymi od udziału drewna późnego w przyroście słoju rocznych, a także od niektórych elementów submikroskopowej budowy błony komórkowej (np.: od zawartości celulozy i ligniny). Drewno wolne od wad jest bardziej wytrzymałe na obciążenia sił zewnętrznych niż drewno z wadami. Wytrzymałość jest tym mniejsza im większa jest kąt odchylenia między kierunkami włókien i działającej siły; skręt włókien uznaje się, więc za wadę techniczną drewna.

Wytrzymałość drewna zawsze maleje wraz ze wzrostem wilgotności w przedziale higroskopijności 0÷30%. W punkcie nasycenia włókien, czyli przy 30% wilgotności, wytrzymałość drewna jest najmniejsza.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co oznacza pojęcie mechaniczne właściwości drewna?
2. Co powodują siły zewnętrzne działające na drewno?

3. Na czym polega badanie plastyczności drewna?
4. Jakie odkształcenia powstają podczas badania plastyczności drewna?
5. Jakie właściwości powinno mieć drewno poddawane obróbce hydrotermicznej i gięciu?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź próby plastyczności różnych gatunków drewna.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przygotować próbki różnych gatunków drewna,
- 2) przygotować sprzęt potrzebny do przeprowadzenia ćwiczenia,
- 3) wybrane elementy (próbki) poddać działaniu ciepłej i gorącej wody,
- 4) przeprowadzić próby badania plastyczności drewna,
- 5) zanotować uwagi i spostrzeżenia z przeprowadzonych prób,
- 6) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki różnych gatunków drewna,
- kuwety z grzałkami do ogrzania wody,
- formy giętarskie,
- rękawice ochronne,
- fartuch gumowy,
- notatnik,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić rodzaje badań najczęściej przeprowadzanych w celu określenia wytrzymałości drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) omówić zasady badań wytrzymałościowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić, na czym polega wytrzymałość drewna na obciążenia statyczne i dynamiczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić czynniki wpływające na wytrzymałość drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać podziału gatunków drewna pod względem twardości?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Gatunki drewna, techniczna i użytkowa wartość drewna

4.4.1. Materiał nauczania

Drewno drzew iglastych

Sosna

Cechy rozpoznawcze: drzewo twarde – żywiczne, biel jasnożółty, twarde brunatno czerwone, słoje roczne wyraźne; strefa drewna późnego szeroka i wyraźnie zaznaczona; charakterystyczną wadą drewna jest sinizna bielu.

Zastosowanie ogólne: kopalniaki, słupy teletechniczne, budownictwo lądowe i wodne, materiały tarte, podkłady kolejowe, sprzęt gospodarczy.

Zastosowanie specjalne: obłogi, sklejka, płyty stolarskie, półfabrykaty meblowe i elementy konstrukcyjne stolarki budowlanej.

Modrzew

Cechy rozpoznawcze: drzewo twarde; biel żółtawo biały – wąski, twarde czerwone z odcieniem brązu; słoje roczne wyraźne, szeroka strefa drewna późnego podobnie, jak u sosny; przewody żywiczne są drobne i występują nielicznie.

Zastosowanie: małe, z uwagi na niewielkie zasoby tego gatunku drewna w kraju. Pozyskiwanie surowca ogranicza się tylko do produkcji oklein skrawanych i pojedynczych sztuk lub zestawów mebli na specjalne zamówienie.

Świerk

Cechy rozpoznawcze: drzewo białe z odcieniem jasno – żółtym, twarde nie zabarwione; słoje roczne wyraźne; drzewo przeważnie szeroko słoiste i słabo żywiczne, gatunki północne i wysokogórskie wąskosłoiste.

Zastosowanie: meble kuchenne, elementy graniakowe, półki, podzespoły ramowe i oskrzyniowe, środki płyt stolarskich i sklejka.

Jodła

Cechy rozpoznawcze: drzewo o twardej nie zabarwionej; barwa biała z szarym odcieniem; drzewo podobne do świerka, lecz matowe, brak przewodów żywicznych; słoje roczne wyraźne.

Zastosowanie: podobne jak drzewo świerku.

Drewno drzew liściastych pierścieniowonaczyniowych

Dąb

Cechy rozpoznawcze: słoje roczne i promienie rdzeniowe wyraźne, biel wąski żółtawo-biały, twarde brunatne.

Zastosowanie: elementy graniakowe mebli, rzeźby w meblach stylowych, doklejki do elementów płytowych, okleiny.

Jesion

Cechy rozpoznawcze: drzewo twarde, nie zabarwione jasnożółta lub brązowa twarde, biel wąski; słoje roczne wyraźne, duże naczynia widoczne w strefie drewna wczesnego.

Zastosowanie: elementy graniakowe mebli szkieletowych, doklejki do elementów płytowych i okleiny; sprzęt sportowy.

Wiąz

Cechy rozpoznawcze: drzewo twarde o wąskim jasnożółtym bielu; twarde od barwy szarobrunatnej (np. wiąz górski – brzość) do ciemnobrunatnej (np. wiąz polny); słoje roczne wyraźne; na przekroju stycznym lekko faliste; promienie rdzeniowe widoczne.

Zastosowanie: okleiny, graniakowe elementy mebli (krzesła, fotele), elementy toczone i gięte, ozdoby rzeźbione intarsja.

Grochodrzew (robinia akacyjowa)

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde o zabarwieniu zielonkawobrazowym, biel jasnożółta, wąski, nietrwały, słoje roczne wyraźne, promienie rdzeniowe słabo widoczne.

Zastosowanie: okleiny, boazerie, galanteria drewna, sprzęt sportowy.

Drewno drzew liściastych rozpierzchlonych

Buk

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde białe z odcieniem lekko różowym; cechą charakterystyczną jest często występująca fałszywa twardeł o szarobrunatnym zabarwieniu; słoje roczne i promienie rdzeniowe wyraźne.

Zastosowanie: meble gięte, graniakowe elementy mebli, obłogi i okleiny skrawane; sklejka.

Grab

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde z odcieniem szarobiałym; słoje roczne niewyraźne; promienie rdzeniowe na przekroju promieniowym widoczne; niekiedy występuje fałszywa twardeł szarobrunatna.

Zastosowanie: niewielkie, głównie jako drewno narzędziowe, częściowo w galanterii drzewnej.

Olcha

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde o zabarwieniu białym, czerwieniejące po ścięciu; słoje roczne niewyraźne; niekiedy występuje fałszywa twardeł z odcieniem szarobrunatnym; charakterystyczna cecha – liczne plamki rdzeniowe w kolorze brunatnym.

Zastosowanie: obłogi (podokleiny), sklejka, ponadto jako drewno modelarskie, przybory kreślarskie, okładki ołówkowe, rysownice.

Brzoza

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde białe ze złocistym odcieniem; słoje roczne niewyraźne; charakterystyczne cechy – liczne plamki rdzeniowe.

Zastosowanie: wyrzynane lub gięte elementy mebli szkieletowych (krzesła, fotele), doklejki do płytowych elementów mebli, elementy toczone, obłogi i okleiny skrawane; sklejka.

Topola

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde z odcieniem żółtym i ciemnobrunatnym (zależne od wieku), biel biała; słoje roczne szerokie – wyraźne, promienie rdzeniowe liczne, lecz mało widoczne.

Zastosowanie: obłogi i okleiny, meble kuchenne, rzeźba, galanteria drewna, ponadto – w produkcji zapalek i przemyśle celulozowo – papierniczym jako papierówka.

Jawor i klon

Cechy rozpoznawcze: drewno obu gatunków twarde, żółtawobiałe z odcieniem różowym słoje roczne wyraźne, zaś promienie rdzeniowe widoczne tylko na przekroju promieniowym.

Zastosowanie: obłogi, okleiny, graniakowe elementy mebli (krzesła, fotele), elementy toczone, ozdoby rzeźbione, intarsja, doklejki do elementów płytowych.

Lipa

Cechy rozpoznawcze: drewno białozółte; słoje niewyraźne, promienie rdzeniowe liczne i widoczne, zwłaszcza na przekroju stycznym.

Zastosowanie: podobnie jak drewna topoli.

Grusza

Cechy rozpoznawcze: drewno jasnoczerwone, twarde nie zabarwiona; słoje roczne wyraźne; występują nieliczne plamki rdzeniowe.

Zastosowanie: okleiny, elementy graniakowe, galanteria drewna, i meble artystyczne.

Niektóre rodzaje drewna tropikalnego

Orzech

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde, biel szeroka; białoszara lub jasnobrunatna, twarde zależnie od gatunku i strefy klimatycznej, ciemnobrunatna, często z odcieniem fioletowym i z ciemnymi prążkami; słoje roczne – wyraźne, szerokie i nieco faliste, naczynia duże również widoczne.

Mahoń

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde, biel wąska, żółtawobiała z odcieniem różowym, twarde brązowoczerwona, zróżnicowana w kolorze zależnie od wieku i strefy klimatycznej.

Gabun (okoume)

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde, biel wąska o jasnym zabarwieniu, twarde zwykle szaroróżowa lub czerwobrunatna (zależnie od wieku i strefy klimatycznej).

Palisander

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde, biel jasno zabarwiona, twarde (zależnie od wieku i strefy klimatycznej) brązowa lub fioletowa z ciemnymi lub czarnymi pasmami o różnej intensywności zabarwienia.

Heban

Cechy rozpoznawcze: drewno twarde, biel wąska białozłotawa, twarde (zależnie od wieku i strefy klimatycznej) ciemnobrunatna lub intensywnie czarna; słoje roczne niewyraźne, promienie rdzeniowe niewidoczne.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co należy brać pod uwagę przy rozpoznawaniu różnych gatunków drewna?
2. Na jakie główne grupy według cech rozpoznawczych dzielimy drewno iglaste?
3. Na jakie główne grupy według cech rozpoznawczych dzielimy drewno liściaste?
4. Jakie przyrządy mogą być pomocne przy oznaczaniu gatunków drewna?
5. Jakie czynniki wpływają na technologiczne i użytkowe właściwości drewna?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj gatunki drewna iglastego i liściastego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) podzielić próbki gatunków drewna iglastego, zależnie od budowy ich drewna, na poszczególne ich grupy,
- 2) podzielić próbki gatunków drewna liściastego, zależnie od budowy ich drewna na poszczególne ich grupy,
- 3) na podstawie dokonanego podziału i przy pomocy przyrządów optycznych (np. lupy) rozpoznać i nazwać poszczególne gatunki drewna,
- 4) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki różnych gatunków drewna,
- tablice poglądowe, atlasy i klucze do oznaczania gatunków drewna,
- przyrządy optyczne,
- notatnik,
- przybory do pisania
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Zbadaj i określ, które próbki drewna mogą utrudniać obróbkę i proces wykończenia ich powierzchni.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) obejrzeć każdą z próbek i określić które z nich mają wady mogące utrudnić procesy obróbki i wykończenia ich powierzchni,
- 2) zastanowić się i określić, które z próbek można dostosować do potrzeb technologicznych,
- 3) zanotować uwagi o zauważonych ujemnych cechach próbek, przedstawić propozycje zastosowania środków poprawiających ich jakość,
- 4) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki różnych gatunków drewna,
- tablice poglądowe,
- notatnik,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) omówić budowę poszczególnych gatunków drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić cechy drewna, które ułatwiają rozpoznanie poszczególnych gatunków?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić, jakie zastosowanie mają poszczególne gatunki drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić charakterystyczne cechy drewna gatunków egzotycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić, w jaki sposób wpływa budowa i wilgotność drewna na przebieg obróbki skrawaniem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić, w jaki sposób wpływa struktura i wilgotność drewna na proces klejenia i obróbkę wykończeniową?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

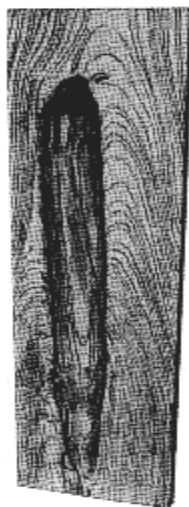
4.5. Wady drewna, czynniki wpływające na technologiczne właściwości drewna

4.5.1. Materiał nauczania

Sęki

Sęki są to części gałęzi wrosniętych w drewno. W drewnie okrągłym występują sęki otwarte oraz sęki niewidoczne, czyli zarośnięte (ślepe).

Sęki występują we wszystkich rodzajach drzew. Wpływają niekorzystnie na właściwości mechaniczne drewna zależnie od ich wymiarów, stanu zdrowotnego, stopnia zrośnięcia z otaczającym drewnem oraz zależnie od stopnia ich zgrupowania.



Rys. 20. Sęk podłużny [3, s. 58]



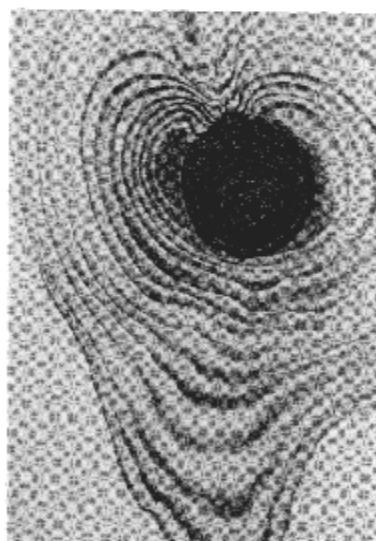
Rys. 21. Sęk skrzydlaty [3, s. 58]



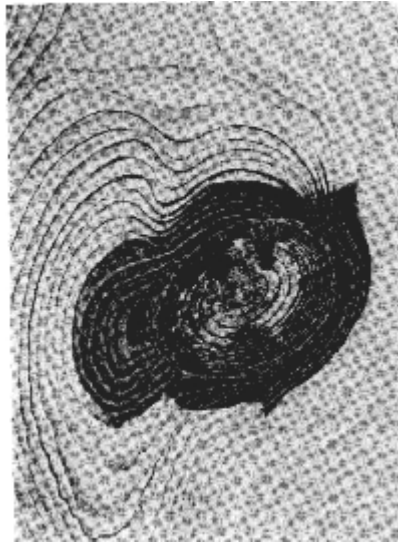
Rys. 22. Sęk okrągły [3, s. 58]



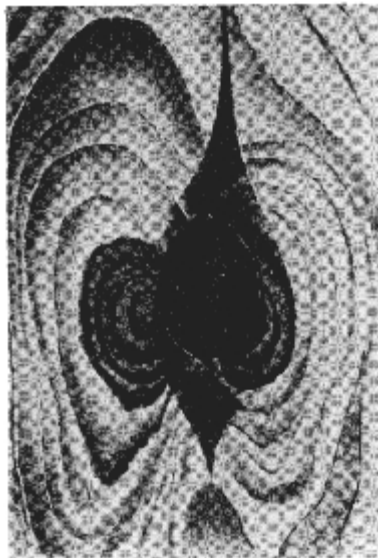
Rys. 23. Sęk niezrośnięty [3, s. 65]



Rys. 24. Sęk ciemny [3, s. 65]



Rys. 25. Sęk nadpsuty [3, s. 65]



Rys. 26. Sęk zepsuty [3, s. 65]

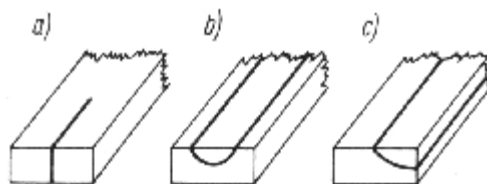
Pęknięcia

Pęknięcia drewna to rozerwanie tkanki drzewnej, powstające podczas pozyskiwania surowca, jego dalszej obróbki oraz wysychania drewna.

Rozróżnia się 3 rodzaje pęknięć: czołowe, boczne, czołowo-boczne występujące w sortymentach drewna okrągłego i w tarcicy.



Rys. 27. Pęknięcia czołowe drewna okrągłego: a) rdzeniowe proste, b) rdzeniowe załamane, c) rdzeniowe gwieździste, d) okrężne, e) z przesychania [3, s. 66]



Rys. 28. Pęknięcia tarcicy czołowo-boczne przechodzące: a) na powierzchniach przeciwnych, b) dwukrotnie na tej samej powierzchni podłużnej, c) na powierzchniach przyległych [3, s. 68]

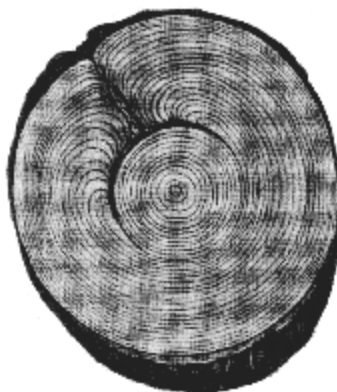
Wszelkie pęknięcia występujące zwłaszcza w drewnie tartacznym mają ujemny wpływ na wydajność materiałową i jakość uzyskanej tarcicy.

Wady budowy i zabarwienia

Wady budowy drewna to przyrodzone wady budowy lub odchylenia od prawidłowej jego budowy, które wpływają ujemnie na użyteczność drewna jako surowca i półfabrykatu.

Typowymi wadami drewna okrągłego i tarcicy są: skręt włókien, twardzica, drewno ciągliwe, nierównomierna szerokość słoików rocznych, pęcherze żywiczne, przeżywienia oraz zakorek i rdzeń o różnych odmianach.

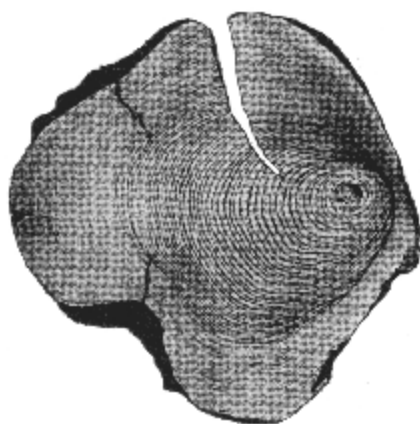
Z wadami budowy drewna łączą się także liczne jego zabarwienia spowodowane m.in. działaniem czynników atmosferycznych lub związków nieorganicznych. W drewnie okrągłym i tarcicy występują takie zabarwienia jak: fałszywa twardziel, plamistość drewna, biel wewnętrzny oraz plamy i zaciągi garbnikowe. W tej grupie rozróżnia się ponadto typowe wady tarcicy, takie jak: zawiły układ włókien i zaszarzenia, zaś w drewnie okrągłym – martwice, zwane zabitką.



Rys. 29. Zabitka [3, s. 68]



Rys. 30. Zakorek [3, s. 70]



Rys. 31. Rdzeń mimośrodowy [3, s. 70]

Zabarwienia pochodzenia niebiologicznego

Falszywa twardziel jest to nienormalnie ciemne zabarwienie drewna o różnych odcieniach i intensywności barwy nie zmniejszające jego twardości. Występuje w drewnie drzew liściastych o nie zabarwionej twardzieli.



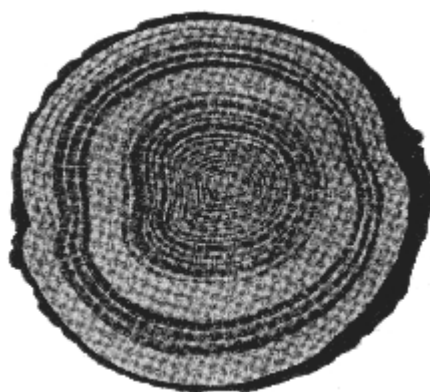
Rys. 32. Falszywa twardziel [3, s. 70]

Zaszarczenie jest to powierzchniowa zmiana barwy drewna na srebrzystoszarą z odcieniem popielatym połączona często z jedwabistym połyskiem lub mechowatością. Występuje zwykle pod wpływem działania czynników atmosferycznych.

Plamistość drewna jest to miejscowe zabarwienie bielu powstające w drewnie drzew liściastych jako charakterystyczne plamy i podłużne smugi.

Biel wewnętrzny widoczny na przekroju poprzecznym pnia występuje jako warstwa jasno zabarwionego drewna (o barwie i właściwościach zbliżonych do bielu) w strefie zabarwionej twardzieli obejmująca łukiem lub pierścieniem kilka lub kilkanaście słoików rocznych.

Plamy i zaciągi garbnikowe widoczne w postaci powierzchniowych plam na powierzchni czołowej drewna, zaznaczają się czerwobrazowym lub sinobrunatnym zabarwieniem ze smugami w głąb drewna. Powstają one w drewnie drzew liściastych.

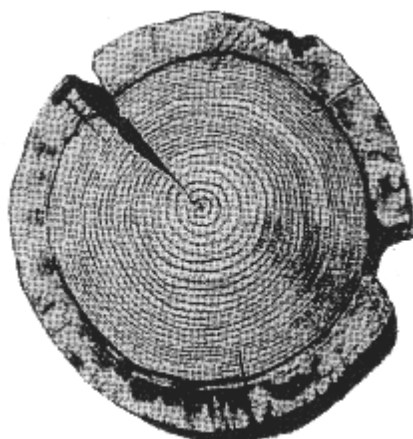


Rys. 33. Biel wewnętrzny [3, s. 70]

Porażenia grzybami

Porażenie drewna spowodowane działaniem grzybów powoduje w pierwszej fazie zmianę naturalnej barwy drewna; w drugiej fazie porażenia następuje intensywna zmiana barwy z rozkładem struktury drewna, któremu towarzyszy pojawienie się zgnilizny.

Do wad drewna spowodowanych przez grzyby zalicza się: plamy i smugi w twardzieli, pleśń, zabarwienie białego drewna, zaparzenie, brunatnicę i zgniliznę drewna (mursz).



Rys. 34. Zgnilizna zewnętrzna [3, s. 72]



Rys. 35. Zgnilizna wewnętrzna [3, s. 73]

Uszkodzenia drewna

Rozróżnia się następujące rodzaje uszkodzeń, spośród których większość odnosi się do drewna okrągłego, tj.: chodniki owadzie, uszkodzenia przez rośliny pasożytnicze, uszkodzenia przez ptaki, spały żywiczarskie, obecność ciał obcych, zwęglenie, zaciosy, obdarcie kory.

Wady kształtu

Typowymi wadami kształtu są wszelkie krzywizny występujące w drewnie okrągłym i w tarcicy.

W drewnie okrągłym do tej grupy wad należą: zbieżystość spłaszczenia, zgrubienie odziomkowe, napływy korzeniowe, rak i obrzęk.

Wielkość krzywizny k oblicza się ze wzoru:

$$k = \frac{f}{l} [cm/m]$$

w którym:

k – wielkość krzywizny w cm/m,

f – strzałka wygięcia w cm/m,

l – długość krzywizny w m.

Zbieżność Z oblicza się dzieląc różnicę średnic sortymentu w grubszym i cieńszym miejscu ($D - d$) przez jego długość l i wyraża się w centymetrach na metr długości, czyli:

$$Z = \frac{D - d}{l} [cm/m]$$

w którym:

Z – zbieżystość w cm/m,

D – średnica sortymentu w cm,

d – średnica sortymentu w cieńszym końcu w cm,

l – długość sortymentu w cm.

Zbieżność nie powinna przekraczać 1 cm/m.

Czynniki wpływające na technologiczne właściwości drewna

Na technologiczne właściwości drewna i jego wartość użytkową wpływają liczne czynniki, z których najważniejszymi są:

- budowa anatomiczna,
- gęstość i twardość,
- wilgotność,
- wady naturalne i uszkodzenia.

Wymienione czynniki mają istotny wpływ na dobór drewna do założonych celów produkcyjnych, a także determinują technologiczne właściwości drewna i jego podatność na różne rodzaje obróbki.

Wpływ budowy i wilgotności drewna na obróbkę skrawaniem

Niejednorodna struktura oraz wady budowy anatomicznej utrudniają obróbkę drewna skrawaniem. Pewne trudności wyraźniej występują przy skrawaniu drewna gatunków iglastych, zwłaszcza przy przejściu narzędzia skrawającego w obrębie przyrostu rocznego przez strefę drewna wczesnego i późnego. Drewno wąskosłoiste, przeważnie bardziej miękkie, uważane jest na ogół jako łatwe w obróbce, natomiast drewno szerokosłoiste jest twardsze i na ogół trudniejsze w obróbce skrawaniem.

Drewno mokre trudniej się przeryza i wygładza, niż drewno suche, natomiast łatwiej można je np. strugać, frezować.

Wpływ struktury i wilgotności drewna na proces klejenia

Zasadniczą rolę w procesie klejenia odgrywa wilgotność drewna. Powinna ona zawierać się w granicach 8÷12% w zależności od rodzaju roztworu klejowego i procesu klejenia.

Proces klejenia i okleinowania utrudnia obecność wad, zwłaszcza takich, jak: sęki, pęcherze żywiczne, zgnilizna miękka.

Podatność drewna na obróbkę wykończeniową

Drewno prawie wszystkich gatunków łatwo poddaje się obróbce wykończeniowej przezroczystej lub kryjącej. Drewno niektórych gatunków liściastych, zwłaszcza pierścieniowonacyniowych, trudniej poddaje się wykończeniu na połysk ze względu na dużą porowatość.

Gatunki drewna miękkiego (np. lipa, topola) barwią się łatwiej, niż gatunki drewna twardego. Twardziel przyjmuje mniej roztworu barwionego niż biel.

Zarówno w procesie wykończenia przezroczystego jak i kryjącego istotną rolę odgrywa właściwa wilgotność drewna, która powinna wynosić (8÷12%).

Ścieralność drewna

Wytrzymałość drewna na ścieralność zależy od rodzaju drewna, jego twardości, udziału drewna późnego w słoju rocznym i masy. Dużą wytrzymałość na ścieralność ma drewno buka i dębu, mniejszą drewno sosny i świerka. Największą wytrzymałość drewna jest na przekroju poprzecznym (czołowym) i promieniowym, najmniejsza na przekroju stycznym.

Zdolność utrzymywania gwoździ i wkrętów

Zdolność utrzymywania gwoździ i wkrętów jest istotną cechą drewna w połączeniach elementów. Właściwość ta jest ściśle związana z twardością drewna, jego masą i wilgotnością, a także z kierunkiem przebiegu włókien. Gwóźdź wbijany wzdłuż włókien na przekroju poprzecznym powoduje rozsuwanie włókien a przez to zdolność jego utrzymania się w drewnie jest niewspółmiernie mniejsza, niż przy wbijaniu w poprzek włókien, gdzie następuje większa siła wiązania z drewnem.

Wkręty wiążą się silniej z drewnem, niż gwoździe, większa jest bowiem ich powierzchnia styku. W związku z tym opór drewna przy wyciąganiu wkrętów jest większy, ponieważ pokonuje on nie tylko opór tarcia, ale także opór na ścinanie.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co oznacza pojęcie wada drewna?
2. Na jakie grupy dzielą się wady drewna?
3. Jaki jest podział sęków występujących w materiałach drzewnych?
4. Jakie są charakterystyczne cechy wad drewna?
5. W jaki sposób rozpoznać najważniejsze wady drewna?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj (na próbkach i okazach) wady drewna i określ ich przynależność grupową.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać literaturę na temat zadanego ćwiczenia,
- 2) dokonać przeglądu wad drewna ilustrowanych na planszach, w katalogach i w PN,
- 3) rozpoznać i nazwać poprawnie wady występujące w próbkach i okazach drewna,

- 4) określić przynależność rozpoznanych wad do poszczególnych grup; zgodnie z PN,
- 5) ocenić poprawność wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki i okazy drewna z wadami drewna,
- plansze, katalogi i egzemplarze PN,
- notatnik,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić, jakie są zewnętrzne przyczyny powstawania wad drewna?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) obliczyć krzywiznę i zbieżność drewna okrągłego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić, jaki wpływ mają wady drewna na jakość surowców drzewnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić, jaki wpływ mają wady drewna na wykorzystanie materiałów i półfabrykatów drzewnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNI

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 22 zadania o różnym stopniu trudności. Są to zadania wielokrotnego wyboru. Do każdego zadania dołączone są 4 możliwe odpowiedzi, tylko jedna jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
8. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia!

Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Pień u drzew iglastych nazywa się
 - a) łukiem.
 - b) strzałą.
 - c) konarem.
 - d) prętem.
2. Pokrój drzewa to
 - a) wysokość drzewa.
 - b) ulistnienie.
 - c) barwa kory.
 - d) kształt drzewa.
3. Drewno jest to
 - a) tworzywo sztuczne.
 - b) substancja otrzymana z kauczuku.
 - c) materiał uzyskany po ścięciu drzewa.
 - d) materiał odpadowy na opał.
4. Najliczniejszym składnikiem drewna drzew iglastych są
 - a) cewki.
 - b) promienie rdzeniowe.
 - c) włókna drzewne.
 - d) naczynia.

5. Słoje roczne w drzewach powstają
 - a) po 6 latach.
 - b) po 3 latach.
 - c) corocznie.
 - d) co drugi rok.

6. Drzewa zawierające żywicę to
 - a) buk, wierzba.
 - b) topola, osika.
 - c) orzech, klon.
 - d) sosna, świerk.

7. Drewno powietrzne – suche ma wilgotność w granicach
 - a) 13÷20%.
 - b) 6÷8%.
 - c) 25÷40%.
 - d) 4÷12%.

8. Higroskopijność drewna to
 - a) zdolność drewna do pobierania pary wodnej z powietrza.
 - b) stan w którym drewno ma najmniejszą wilgotność.
 - c) największa twardość drewna.
 - d) zdolność drewna do przewodzenia dźwięku.

9. Drewno w punkcie nasycenia włókien ma wilgotność
 - a) 14÷20%.
 - b) około 6%.
 - c) około 30%.
 - d) ponad 5%.

10. Pęcznienie i kurczenie się drewna występuje w zakresie wilgotności
 - a) 25÷40%.
 - b) 14÷30%.
 - c) 0÷30%.
 - d) 5÷25%.

11. Gęstość substancji drzewnej wynosi
 - a) 60 kg/m³.
 - b) 900 kg/m³.
 - c) 1260 kg/m³.
 - d) 1540 kg/m³.

12. Siły działające na drewno wywołują
 - a) rozwarstwienie.
 - b) naprężenia.
 - c) zawilgocenie.
 - d) zabarwienie.

13. Wytrzymałość drewna na działanie sił zewnętrznych maleje w przedziale wilgotności
- 0÷30%.
 - 30÷50%.
 - 15÷25%.
 - 10÷60%.
14. Drewno przeznaczone do produkcji mebli powinno mieć wilgotność
- 8÷12%.
 - 4÷10%.
 - 10÷15%.
 - 0÷6%.
15. Do drzew egzotycznych zaliczamy
- grab, buk.
 - klon, jawor.
 - palisander, heban.
 - jodła, lipa.
16. Słoje roczne powstają w drzewach
- przez reakcje syntezy.
 - wskutek podziału komórek miazgi twórczej.
 - w następstwie połączenia z solami mineralnymi.
 - przez wywieranie na drewno nacisku.
17. Najładniejszy i urozmaicony gatunek drewna jest na przekroju
- poprzecznym.
 - skośnym.
 - wzdłużnym stycznym.
 - wzdłużnym promieniowym.
18. Do drzew twardełowych zaliczamy
- orzech, grab, jawor.
 - sosnę, dąb modrzew.
 - olchę, osikę, klon.
 - brzoza, cis, jarzębina.
19. Drewno jako materiał anizotropowy to
- tworzywo sztuczne o dużej twardości.
 - materiał niejednorodny, różnokierunkowy.
 - materiał o jednolitej budowie.
 - substancja drewnopochodna.
20. Zjawisko pobierania przez drewno pary wodnej z powietrza to
- desorpcja.
 - sorpcja.
 - wymiana.
 - utlenianie.

21. Wytrzymałość drewna na działanie sił zewnętrznych maleje w przedziale wilgotności

- a) 0÷30%.
- b) 30÷50%.
- c) 15÷25%.
- d) 10÷60%.

22. Do drzew pierścieniowonaczyniowych zalicza się

- a) sosnę, buk, wierzbę.
- b) olchę, jodłę, klon.
- c) dąb, wiąz, jesion.
- d) brzozę, jawor, modrzew.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Określanie właściwości drewna

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
21	a	b	c	d	
22	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Nowak H.: Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo. Część 2. WSiP, Warszawa 2000
2. Ornatowski T., Figurski J.: Praktyczna nauka zawodu. ITeE, Radom 2000
3. Prażmo J.: Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo. Część. 1. WSiP, Warszawa 1999
4. Szczuka J., Żurowski J.: Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego. WSiP, Warszawa 1999