

Źródło: <http://pl.fotolia.com/id/55625190>

KURS

**Zasady wykonywania wyrobów
z drewna i tworzyw drzewnych**

MODUŁ

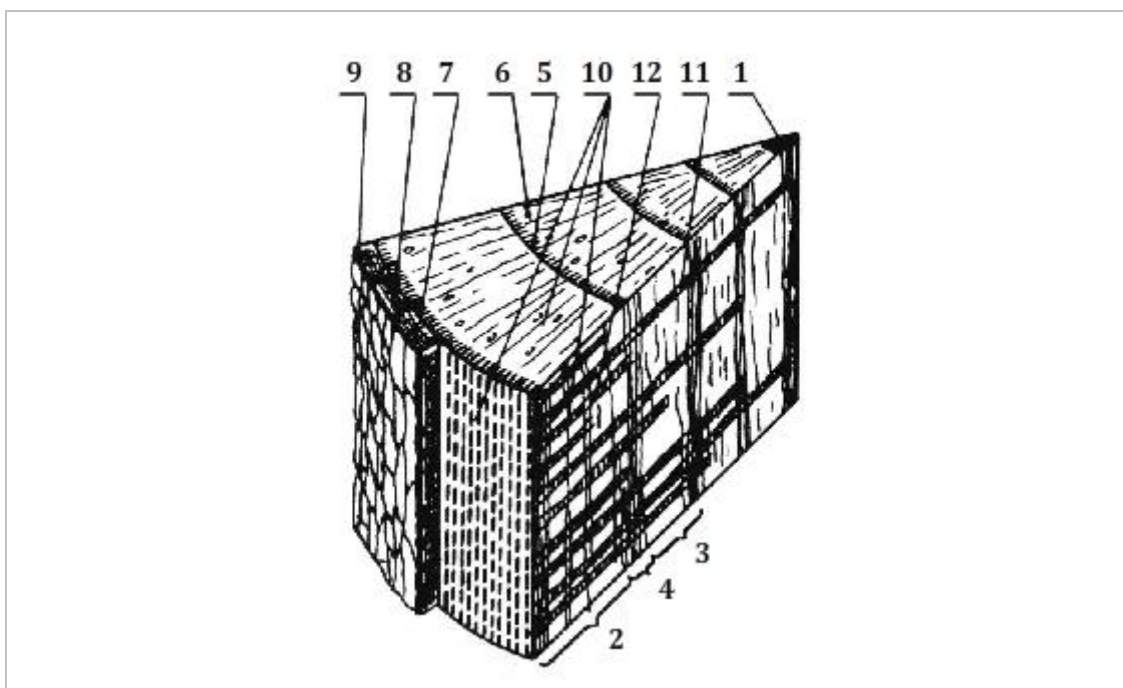
**Rozpoznawanie materiałów do wykonywania
wyrobów z drewna i tworzyw drzewnych**

1 Rozpoznawanie materiałów do wykonywania wyrobów z drewna i tworzyw drzewnych

1.1 Elementy budowy makroskopowej drewna

Elementami makroskopowej budowy drewna nazywa się wszystkie jego części możliwe do zaobserwowania nieuzbrojonym okiem lub z użyciem lupy. Do elementów makroskopowej budowy drewna można zaliczyć: rdzeń, drewno (słoje roczne, drewno wczesne i późne, biel i twarde), korę, promienie rdzeniowe, przewody żywiczne i miazgę.

Rdzeń – stanowi fizjologiczną oś pnia. Zbudowany jest z cienkościennych komórek miękiszowych, które z czasem obumierają i wypełnione są powietrzem. Na przekroju poprzecznym pnia rdzeń 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. Jest nieco większa w drewnie drzew liściastych. Rdzeń jest najcieńszy w części odziomkowej; jego grubość zwiększa się stopniowo aż do nasady korony, po czym znów maleje. 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.



Rysunek 1.1 Schemat budowy pnia czteroletniej sosny w powiększeniu

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 18*

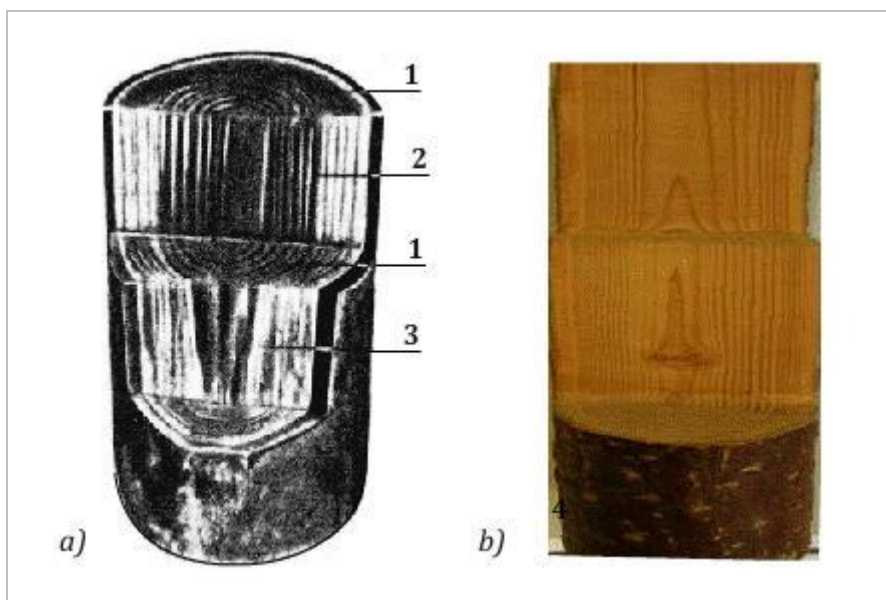
Rysunek 1.1 przedstawia schemat budowy pnia czteroletniej sosny w powiększeniu, gdzie: 1 – oznacza rdzeń, 2 – słoje roczne, 3 – drewno wczesne, 4 – drewno późne, 5 – granicę słoja, 6 – przewód żywiczny, 7 – miazgę, 8 – łyko, 9 – korę,

10 – promień rdzeniowy, 11 – promień rdzeniowy pierwotny, 12 – promień rdzeniowy wtórny.

Drewno stanowi zasadniczą część pnia. Zajmuje ono przestrzeń między rdzeniem a warstwą łyka i kory.

Przekroje anatomiczne drewna

Zróżnicowaną budowę drewna najlepiej zaobserwować na przekrojach jego pnia (rysunek 1.2). Ze względu na swoją anizotropowość wyróżniamy trzy główne przekroje drewna: poprzeczny, podłużny promieniowy, styczny.



Rysunek 1.2 Zasadnicze przekroje drewna

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 19;
źródło własne: Szumilas B.

Rysunek 1.2 przedstawia zasadnicze przekroje drewna: 1 – poprzeczny, 2 – promieniowy, 3 – styczny.

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 i układają się warstwowo wokół rdzenia jako współśrodkowe pierścienie. W każdym okresie wegetacji powstaje jeden słoje roczny, dzięki czemu drzewo przyrasta co roku na grubość i wysokość. Z liczby słoików rocznych na przekroju poprzecznym pnia w części odziomkowej można określić w przybliżeniu wiek drzewa.

Przeciętną szerokość słoju do celów produkcyjnych określa się wg wzoru:

$$S = \frac{100}{n} [mm]$$

w którym:

S – przeciętna szerokość słoju w mm;

n – liczba słoju rocznych mierzona na odcinku 100 mm w połowie promienia (po 50 mm w stronę rdzenia i kory).

Do najlepszych właściwości zaliczamy drewno o równomiernym przebiegu i układzie słoju, których szerokość stopniowo maleje w kierunku od rdzenia do kory. Wszystkie nieprawidłowości w przebiegu słoju uznawane są za wadę drewna i są niepożądane.

W każdym słoju rocznym na przekroju poprzecznym uwydatniają się bardziej lub mniej widoczne warstwy drewna wczesnego i późnego. Najbardziej widoczne są na przekroju w drewnie drzew iglastych i liściastych pierścieniowo-naczyniowych.

Drewno wczesne powstaje na początku okresu wegetacyjnego przez podział cienkościennych komórek jako przyrost roczny wczesny w postaci porowatej wewnętrznej warstwy przyrostu w słoju rocznym. 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 razy 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 białym. Natomiast wewnętrzna sfera drewna pnia i gałęzi o ciemnym zabarwieniu (fizjologicznie nieaktywna w drzewie) nazywa się twardzielą.

Biał jest zbudowany z żywych komórek miękiszu drzewnego i żywych promieni rdzeniowych.

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

Kora składa się z dwóch różnych warstw – wewnętrznej, zwanej łykiem, i zewnętrznej – zwanej tkanką korkową lub korowiną. Spełnia w drzewie funkcję tkanki okrywającej, zabezpieczającej drewno przed działaniem negatywnych czynników zewnętrznych i uszkodzeniami mechanicznymi.

Przewody żywiczne – są to małe kanaliki, występujące w niektórych gatunkach drzew iglastych, których ścianki zbudowane są ze specjalnych komórek miękiszowych zwanych komórkami żywicorodnymi. W momencie uszkodzenia pnia drzewa żywica wylewa się i zasklepia ranę, dzięki czemu drewno zabezpieczone jest przed działaniem czynników zewnętrznych. Zawartość w drewnie żywicy podnosi jego trwałość. Niektóre z drzew liściastych mają podobne przewody do żywicznych, które od płynącej nimi substancji nazywają się rurkami mlecznymi¹.

Aby dowiedzieć się więcej na temat budowy makroskopowej drewna, zapoznaj się z prezentacją pt. „Elementy budowy makroskopowej drewna”.

¹ Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999

1.2 Elementy budowy mikroskopowej drewna

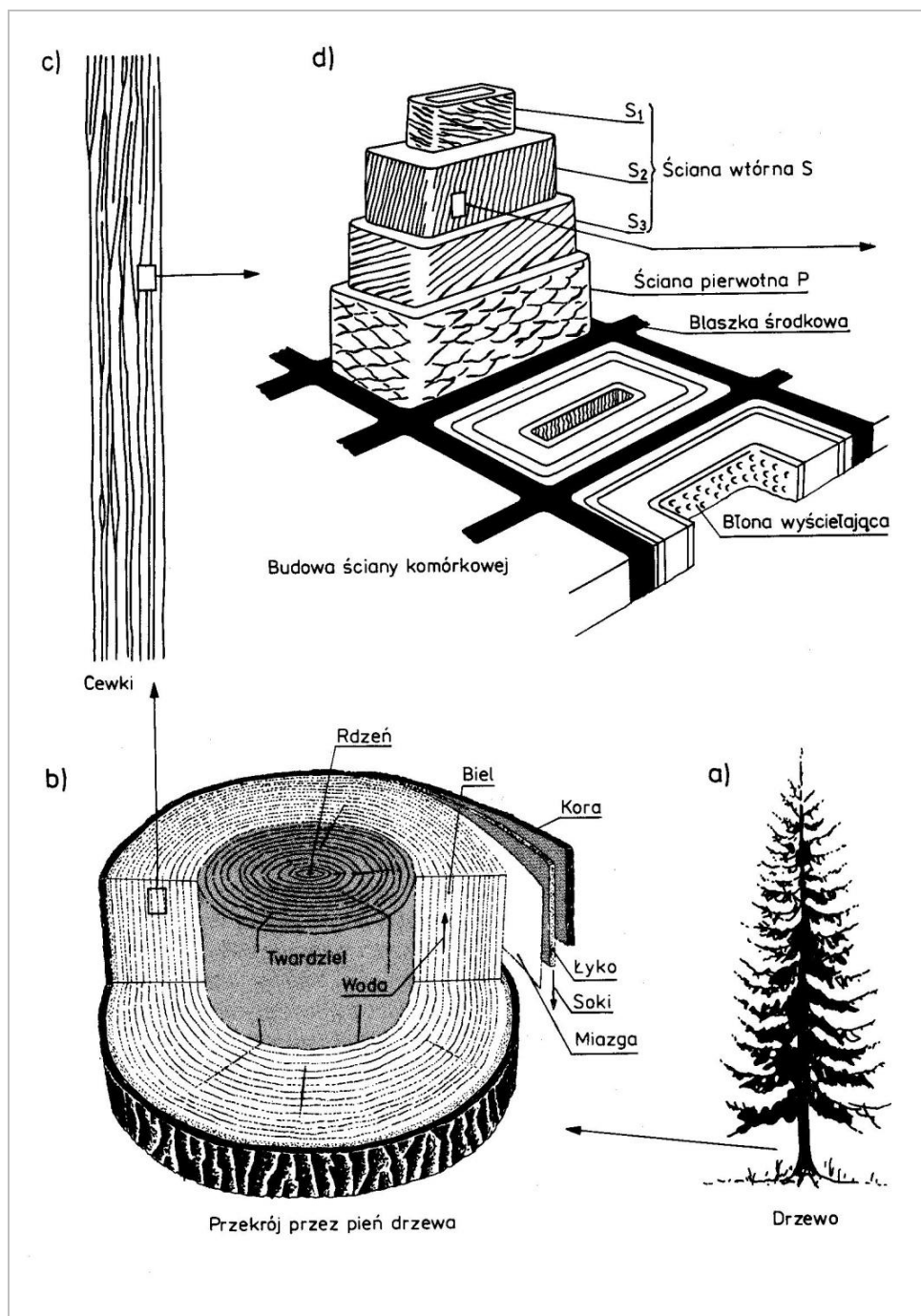
Wprowadzeniem do tej części skryptu jest audiocast pt. „Elementy budowy mikroskopowej drewna – informacje wstępne”. Zapoznaj się z nim, zanim przejdziesz do dalszej części materiału.

Błona komórkowa

Jest to część składowa każdej komórki. W stadium młodocianym jest wyłącznie elastyczną błoną pierwotną o grubości ok. 0,001 mm. Błona pierwotna przepuszcza wodę i roztwory wodne. Błona komórkowa może niekiedy przez całe życie drzewa nie zmieniać postaci. Może natomiast ulegać zdrewnieniu lub skorkowaceniu. Komórki zdrewniałe i skorkowaciałe są martwe, a ich wnętrze nie zawiera żywej plazmy, lecz jest wypełnione powietrzem. Gdy zakończy się wzrost komórki, błona zaczyna się rozwijać aż do osiągnięcia pełnego rozwoju. W błonie komórkowej dojrzałej występują cztery warstwy różniące się zawartością ligniny:

- warstwa środkowa (blaszka środkowa) – zlepiająca błony sąsiednich komórek. Zbudowana jest w młodych komórkach z substancji pektynowych, a w zdrewniałych błonach z ligniny;
- błona pierwotna – zbudowana z celulozy wypełnionej ligniną;
- błona wtórna – zbudowana z celulozy silnie przetkanej ligniną (10 warstw o różnym stopniu przesycenia ligniną);
- wewnętrzna błona wyściełająca – zbudowana z celulozy i hemiceluloz. Nie zawiera ligniny. Błona ta jest szczególnie rozbudowana w młodych komórkach.

Charakterystyczną cechą warstwy środkowej i błony pierwotnej jest ich duża zdolność do pęcznienia. Błony niezdrewniałe i mało zdrewniałe mają dużą plastyczność.



Rysunek 1.3 Budowa drewna (wg Côtégo)

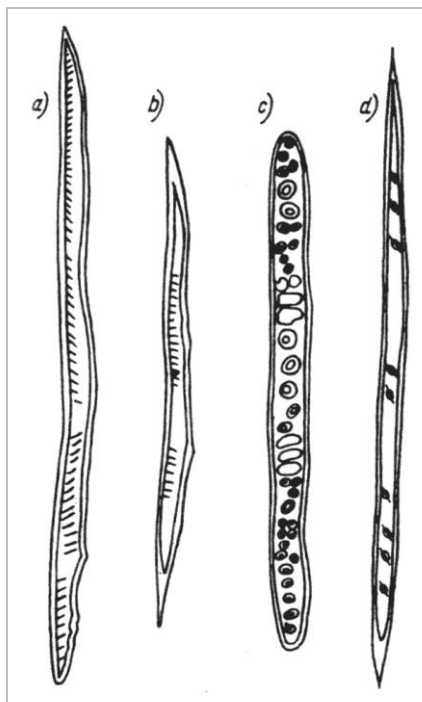
Źródło: Poradnik dla ucznia. Rozpoznawanie, składowanie i zabezpieczanie drewna, PIB, Radom 2006

Cewki

Są to wrzecionowate komórki o wydłużonym kształcie, puste w środku, ze zdrewniałymi błonami. Są głównym elementem drzew iglastych, stanowią 90 - 93% całkowitej objętości tkanki drzewnej. W drewnie drzew liściastych występują nielicznie.

Cewki dzieli się na dwa rodzaje. **W drewnie wczesnym** cewki mają cienkie ścianki, ich zadaniem jest przewodzenie wody. Cewki **w drewnie późnym** mają grube ścianki i zapewniają wytrzymałość mechaniczną.

Większość cewek występuje równoległe do rdzenia i przewodzi wodę wzdłuż pnia. Jednakże są również cewki promieni rdzeniowych, które przewodzą wodę w poprzek pnia. Woda może się również przemieszczać poprzez jamki znajdujące się na powierzchniach bocznych cewek. Wymiary cewek: poziome – średnica 0,02 mm i długość 0,1 - 0,2 mm, pionowe – średnica 0,02 - 0,07 mm i długości do 5 mm.



Rysunek 1.4 Cewki

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 28*

Rysunek 1.4 ilustruje cewki różnego rodzaju drzew: a) dębu, b) gwajaku, c) wczesnego drewna sosny, d) późnego drewna sosny.

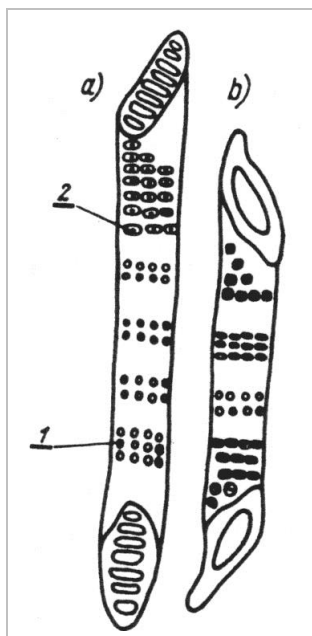
Naczynia

Są najważniejszą częścią anatomicznej budowy drewna i stanowią element przewodzący wodę w drewnie drzew liściastych. To największe komórki występujące w drewnie. Częstokroć widoczne na przekrojach w postaci dużych porów, bruzd lub otworków.

Pojedyncze komórki mają wymiary: długość 0,2 - 1,3 mm i średnicę 0,05 - 0,5 mm. Łączą się w naczynia, osiągające długość do kilku metrów. Naczynia stanowią 15% objętości tkanki drzewnej. Są dużym ułatwieniem podczas rozpoznawania gatunków drewna. Dzięki nim powstał podział drzew liściastych na dwie grupy:

- drzewa pierścieniowo-naczyniowe – naczynia mają różną wielkość (średnicę) i układają się na przekroju poprzecznym w pierścienie o różnej średnicy i zagęszczeniu (dąb, jesion, wiąz);
- drzewa rozpierchło-naczyniowe – naczynia nierównomiernie rozrzucone po całym przekroju poprzecznym (pozostałe gatunki drzew liściastych).

Naczynia przewodzą wodę w strefie bielastej. W strefie twardzielowej są zarośnięte przez wcistki.



Rysunek 1.5 Człony naczyń

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 28

Na rysunku 1.5 widoczny jest podział członów naczyń:

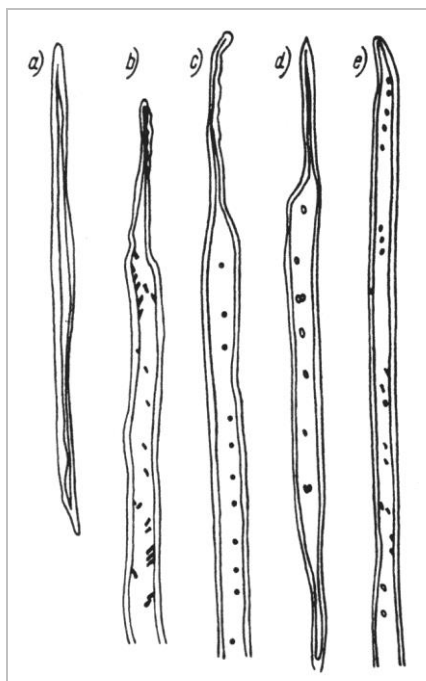
- a) człon naczynia o perforacji drabinkowej (1 – jamki proste, 2 – jamki lejkowate);
- b) człon naczynia o przebicciu prostym.

Włókna drzewne

Występują w drewnie drzew liściastych. Są głównym elementem zapewniającym wytrzymałość drzewa. Ich udział w drewnie wynosi średnio 55%, a wymiary są równe: długość 0,7-1,8 mm i średnica 0,02 - 0,05 mm. Posiadają grubościennie ścianki wyposażone w jamki proste. Są połączone w wiązki, pojedynczo występują rzadziej.

Włókna drzewne stanowią najliczniejszy składnik drewna drzew liściastych. Brakuje ich niemal całkowicie w drewnie drzew iglastych. Są to wydłużone elementy (0,3-2 mm) o silnie zgrubiałych i zdrewniałych ściankach, przystosowane do spełniania funkcji mechanicznych. W drewnie niektórych drzew liściastych stanowią one 60 - 75% ogólnej jego objętości².

² Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999



Rysunek 1.6 Włókna drzewne

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 27*

Rysunek 1.6 przedstawia włókna drzewne: a) buka, b) dębu, c) jaworu, d) lipy, e) brzozy.

Miękisz

Miękisz stanowią żywe, cienkościenne komórki, przypominające kształtem cegiełki wyposażone w jamki proste. Komórki miękiszowe służą do transportowania i magazynowania środków odżywczych. Występują w liściach, promieniach rdzeniowych, na granicach słoju rocznego i w okolicach dużych naczyń.

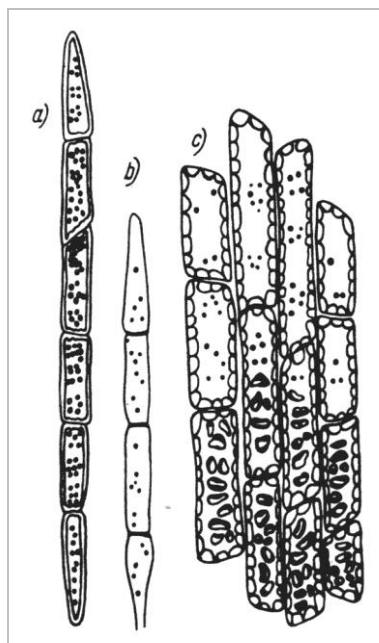
W drewnie drzew iglastych miękisz występuje w nieznacznym stopniu w przewodach żywicznych, tworząc komórki żywicorodne. W jego komórkach odbywa się gromadzenie substancji odżywczych. Komórki cienkościenne miękiszu występują pojedynczo lub w długich szeregach równoległych do włókien drzewnych.

Rozróżnia się cztery rodzaje miękiszu:

- przynacyniowy – skupiony wokół naczyń;
- pozanacyniowy – tworzący styczne szeregi w strefie drewna późnego;
- przygraniczny – występujący na granicy słoju rocznego;
- rozproszony – równocześnie rozmieszczony na powierzchni słoju rocznego.

W innych gatunkach drzew może występować jako miękisz wydzielniczy, wydzielający garbniki, gumy i lateksy.

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.



Rysunek 1.7 Mięksisz włóknisty

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 27*

Na rysunku 1.7 widoczny jest mięksisz włóknisty: a) włókno zastępcze buka, b) włókno zastępcze lipy, c) mięksisz dębu.

Jamki

Jamki są to otworki w komórkach występujących w drewnie. Stanowią, poprzeczną do podłużnej osi pnia, drogę transportu dla wody i materiałów odżywczych. Jamki łączą komórki przylegające do siebie, zarówno w komórkach biegnących poziomo, jak i pionowo. Rozróżnia się dwa główne rodzaje jamek.

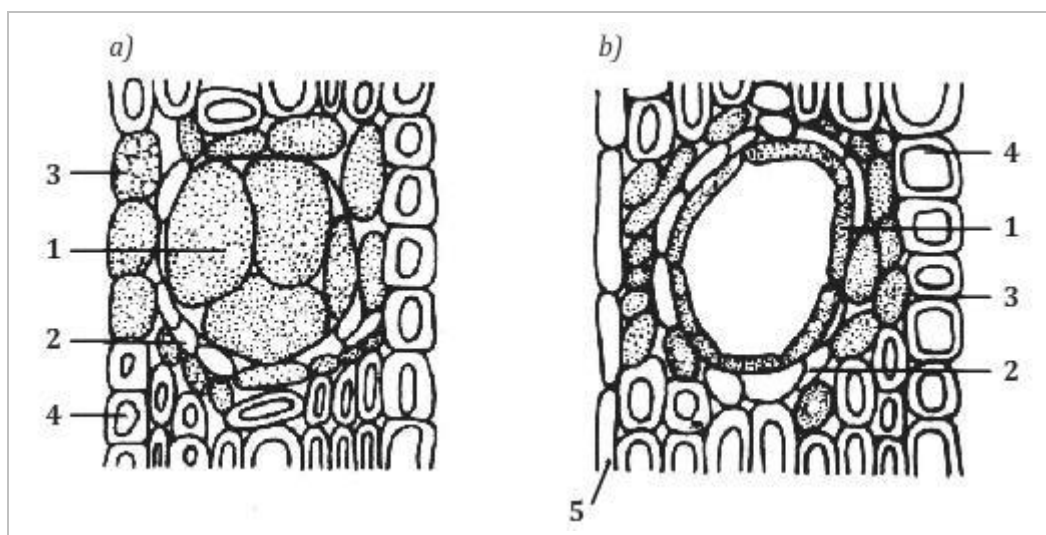
Jamka prosta ma kształt kanału o przekroju okrągłym lub owalnym. Występuje licznie w komórkach mięksiszowych.

Jamka lejkowata ma kształt lejka o przekroju zwróconych do siebie dwuramiennych widełek przedzielonych przepuszczalną błoną. Jamki lejkowate jednostronnie i dwustronnie są różnej wielkości. Otwory w jamkach mają średnicę ok. 0,006 mm i zapewniają lepsze warunki przepływu wody, a równocześnie nie powodują osłabienia ścian komórek. Odgrywają one rolę wentyli, regulujących krążenie cieczy i gazów między sąsiednimi komórkami.

Promienie rdzeniowe składają się z żywych komórek mięksiszowych, a u niektórych rodzajów drzew (np. sosny) 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 mianem systemu komórek żywicznych, które gromadzą i wydzielają żywicę. Występują one w drewnie wielu drzew iglastych takich

jak: sosna, modrzew czy świerk. Brak ich natomiast w drewnie jodły, cisa i jałowca. Jodła ma jedynie pęcherze żywiczne w korze³. Rozróżnia się przewody żywiczne podłużne, przebiegające wzdłuż pnia, i poprzeczne (poziome), występujące w promieniach rdzeniowych.



Rysunek 1.8 Przewód żywiczny podłużny w drewnie sosny

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 30

Rysunek 1.8 przedstawia przewód żywiczny podłużny w drewnie sosny:

- a) pusty;
- b) wypełniony żywicą;

gdzie 1 – to komórki żywicorodne (wyściełające), 2 – martwe komórki miękiszowe, 3 – żywe komórki miękiszowe (towarzyszące), 4 – cewki, 5 – promień rdzeniowy.

Długość przewodów podłużnych wynosi 10 - 80 cm, niekiedy nawet 100 cm. Natomiast długość przewodów poprzecznych nie może przekraczać długości promienia pnia, zaś ich średnica wynosi około 0,04 mm. Wszystkie przewody żywiczne są powiązane w jeden system kanałowy.

1.3 Różnice w mikroskopowej budowie drewna iglastego i liściastego

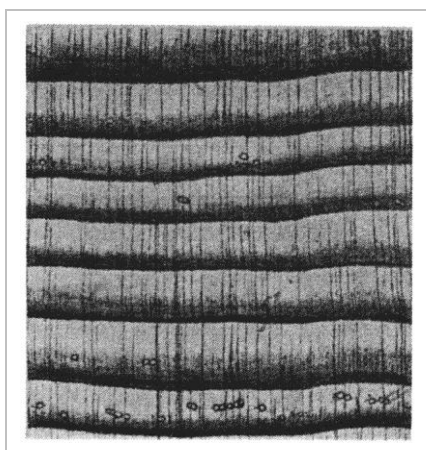
1.3.1 Budowa i charakterystyka drewna drzew iglastych

Drewno drzew iglastych odznacza się stosunkowo prostą budową. Zbudowane jest równomiernie, z jednolitych i bardzo drobnych cewek (stanowiących 90% ogólnej objętości drewna) i promieni rdzeniowych. Brak jest natomiast naczyń i włókien drzewnych. Licznie występujące cewki spełniają funkcje mechaniczne i równocześnie przewodzą wodę. Promieni rdzeniowych na ogół nie widać. 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

³ Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999

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

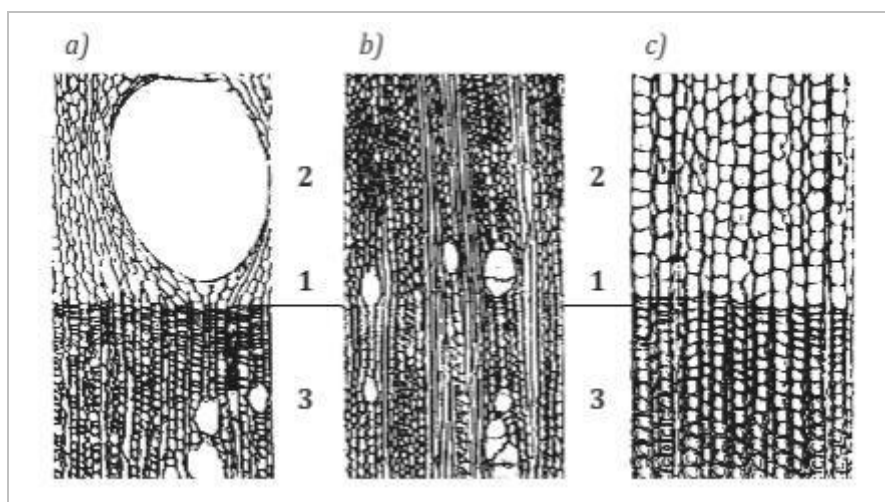
W słoju rocznym (przyroście rocznym) wyraźnie widać zróżnicowanie kolorystyczne. Cewki układają się w dwie strefy: drewna wczesnego (jaśniejsza) i drewna późnego (ciemniejsza). Strefa drewna wczesnego jest jaśniejsza, zbudowana z cewek cienkościennych i bardziej porowata. Większe prześwitki w cewkach umożliwiają zdecydowanie lepsze przewodnictwo substancji odżywczych w miesiącach wiosennych, kiedy to drzewo potrzebuje ich w bardzo dużych ilościach. Przyrost późny jest ciemniejszy, a cewki są grubościennie i o stosunkowo małych prześwitkach. W drewnie późnym, budowanym w miesiącach jesiennych, drzewo nie potrzebuje transportu tak dużych ilości substancji odżywczych, jak w miesiącach wiosennych. Cewki późne są więc grubościennie i o zwiększonych właściwościach mechanicznych



Rysunek 1.9 Słoje roczne w drewnie drzew iglastych

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 31*

Rysunek 1.9 przedstawia słoje roczne w drewnie drzew iglastych na przekroju poprzecznym w pięciokrotnym powiększeniu. Znaczne powiększenie drewna daje obraz wyraźnych różnic występujących w budowie poszczególnych struktur drewna.



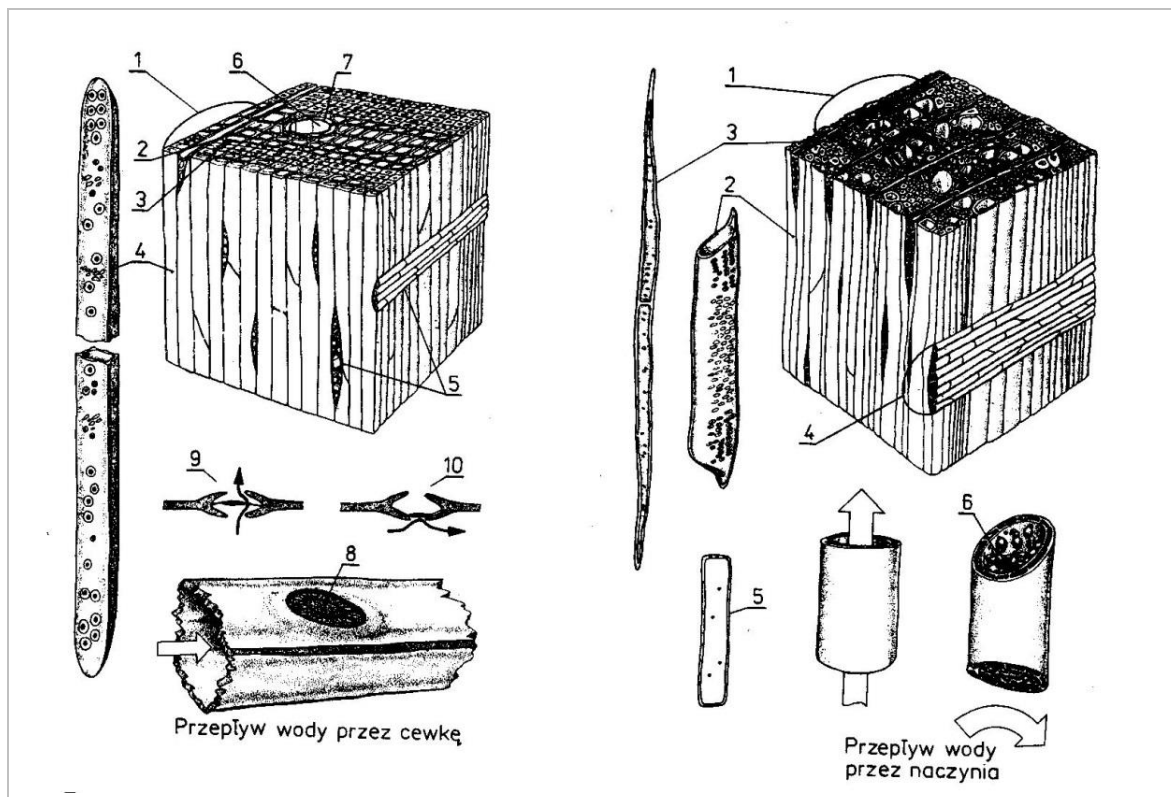
Rysunek 1.10 Przekrój poprzeczny przez drewno

Źródło: *Poradnik dla ucznia. Rozpoznawanie, składowanie i zabezpieczanie drewna, PIB, Radom 2006*

Rysunek 1.10 przedstawia przekrój poprzeczny przez drewno:

- a) liściaste pierścieniowo-naczyniowe;
- b) liściaste rozpierzchło-naczyniowe;
- c) iglaste;

gdzie 1 – to granica przyrostu rocznego, 2 – drewno wczesne, 3 – drewno późne.



Rysunek 1.11 Budowa drewna iglastego i liściastego

Źródło: Poradnik dla ucznia. Rozpoznawanie, składowanie i zabezpieczanie drewna, PIB, Radom 2006

Na rysunku 1.11 zilustrowano budowę drewna:

- a) iglastego: 1 – słój roczny, 2 – drewno wczesne, 3 – drewno późne, 4 – cewka, 5 – promienie rdzeniowe, 6 – przewód żywiczny, 7 – komórki żywicorodne, 8 – jamka otoczkowa z torusem na blaszce środkowej, 9 – jamka otoczkowa otwarta, 10 – jamka otoczkowa zamknięta;
- b) liściastego: 1 – słój roczny, 2 – naczynia, 3 – włókna drzewne, 4 – promienie rdzeniowe, 5 – komórka miękiszowa, 6 – wcist.

1.3.2 Budowa i charakterystyka drewna drzew liściastych

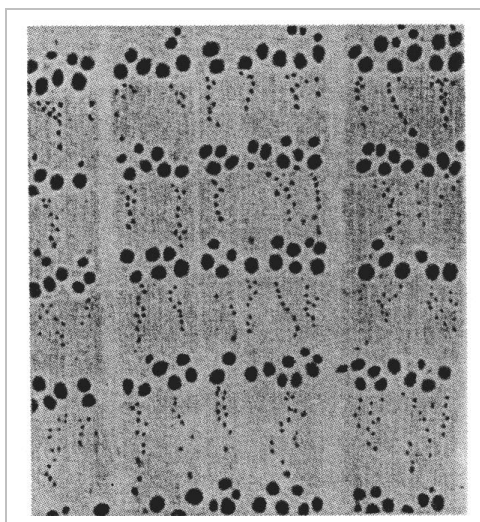
Drewno drzew liściastych ma bardziej złożoną budowę anatomiczną niż drewno drzew iglastych. Podstawowymi elementami drewna liściastego są głównie włókna drzewne i naczynia (ok. 50% ogólnej objętości drewna). W niewielkiej ilości występują również cewki oraz miękisz włóknisty przynaczyniowy. Promienie rdzeniowe są, podobnie jak naczynia, zróżnicowane i wykazują dużą różnorodność form. Występują one



jako promienie jednoszeregowe i wieloszeregowe wąskie (brzoza, jesion, orzech) oraz wąskie i szerokie (dąb, buk).

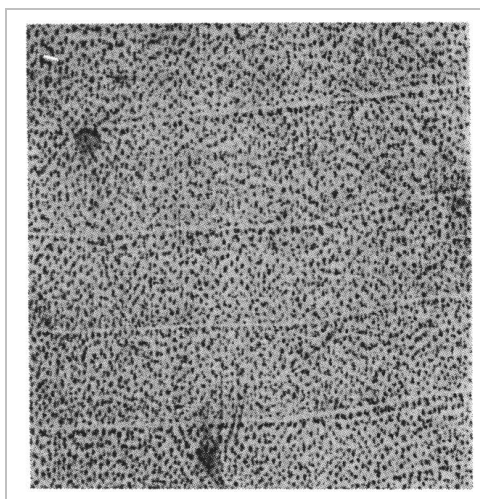
Cechą charakterystyczną niektórych gatunków drzew liściastych (dąb, wiąz, jesion, grochodrzew) są stosunkowo duże naczynia, dobrze widoczne, ułożone centrycznie na granicy słoików rocznych w wyraźne pierścienie - stąd ich nazwa **pierścieniowonaczyniowe**.

Pozostałe rodzaje drewna drzew liściastych, przeważnie beztwardzielowe i niektóre twarde, mają naczynia małe, rozrzucone równomiernie na całej powierzchni słoików rocznych i dlatego noszą nazwę **rozpierzchłonaczyniowych**.



Rysunek 1.12 Słoje roczne w drewnie drzew liściastych pierścieniowonaczyniowych

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 32*



Rysunek 1.13 Słoje roczne w drewnie drzew liściastych rozpierzchłonaczyniowych

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s. 32*

Rysunki 1.12 i 1.13 przedstawiają słoje w przekroju poprzecznym w pięciokrotnym powiększeniu.



1.4 Rozpoznawanie materiałów drzewnych

Podstawowym surowcem do produkcji materiałów drzewnych i tworzyw drzewnych jest drewno okrągłe pozyskiwane w lesie. W procesie przetarcia drewna okrągłego w tartakach otrzymuje się tarcicę o różnych wymiarach (**sortymentach**) z przeznaczeniem do dalszej produkcji. Pozyskana tarcica może być surowcem do dalszej produkcji, np. w produkcji mebli może być półfabrykatem (np. produkcja boazerii) lub wyrobem gotowym (np. deski szalunkowe w budownictwie). Właściwości, klasyfikacja oraz zastosowanie drewna okrągłego i tarcicy zostaną szczegółowo przedstawione w kolejnych modułach.

W tym module zapoznasz się z podstawowymi materiałami i tworzywami drzewnymi, które mają najszersze zastosowanie w stolarstwie.

1.5 Rozpoznawanie tworzyw drzewnych

Tworzywem drzewnym (materiałem drewnopochodnym) nazywa się każdy produkt powstały z drewna litego lub innego materiału lignocelulozowego w wyniku jego rozdrobnienia i ponownego, trwałego połączenia. Celem takiej operacji jest z jednej strony uzyskanie wyrobu pozbawionego wad surowca wyjściowego, z drugiej zaś posiadającego nowe właściwości, często specjalnie kształtowane. Na produkcję i wykorzystanie tworzyw drzewnych wpływają dodatkowo poniższe czynniki:

- właściwości tworzyw drzewnych;
- zastosowanie tworzyw drzewnych.

1.5.1 Właściwości tworzyw drzewnych

Poniżej przedstawione zostały najistotniejsze właściwości tworzyw drzewnych różniących je od właściwości drewna litego, z którego zostały wykonane. Korzyści wynikające z przetwarzania drewna litego na tworzywa drzewne to:

- możliwość uzyskania dowolnego kształtowania wymiarów tworzyw drzewnych;
- uzyskanie materiałów bez wad, które występują w drewnie litym;
- możliwość wykorzystywania drewna niepełnowartościowego i odpadów;
- duży wskaźnik wydajności materiałowej;
- podatność tworzyw drzewnych na obróbkę;
- częściowa likwidacja anizotropii skurczu i pęcznienia;
- łatwość i różnorodność łączenia elementów z tworzyw drzew;
- często lepsze właściwości mechaniczne, np. sklejka;
- dostępność i korzystna cena.

1.5.2 Zastosowanie tworzyw drzewnych

Tworzywa drzewne wykorzystuje się wszędzie tam, gdzie zastosowanie ma drewno lite. Podczas produkcji tworzyw drzewnych (w zależności od rodzaju tworzywa drzewnego) mamy wpływ m.in. na ich właściwości fizyczne i mechaniczne. W związku z tym zastosowanie ich ma szersze spektrum niż użycie drewna litego. Z powodzeniem tworzywa drzewne stosowane są m.in. w:

- meblarstwie;
- wyposażeniu pomieszczeń mieszkalnych;
- budownictwie;
- przemyśle transportowym;
- wytwórstwie opakowań;
- innych.

Z uwagi na to, że drewno lite staje się surowcem coraz bardziej deficytowym (zaczynamy odczuwać jego brak na rynku), przetwórstwo drewna na tworzywa drzewne stało się koniecznością. W związku z tym, że wiele osób pragnie być posiadaczem wyrobów z drewna i to w jego naturalnym wyglądzie, przemysł drzewny stara się sprostać oczekiwaniom klientów, projektując i wytwarzając tworzywa drzewne coraz bardziej przypominające drewna lite, które są materiałem naturalnym i między innymi dlatego tak atrakcyjnym dla ludzi.

Jednym z najwcześniej stosowanych, w wyrobach z drewna, tworzyw drzewnych (formy te znano już w starożytności) były okleiny.

1.6 Okleina

Okleiny są to cienkie arkusze drewna (płaty) nazywane fornirami. Przeznaczone do okleinowania (forniowania) powierzchni wyrobów w celu ich uszlachetnienia.

Ze względu na różne metody pozyskiwania oklein rozróżnia się forniry płasko skrawane oraz forniry łuszczone, otrzymywane przez skrawanie obwodowe, przeznaczone głównie do produkcji obłogów.

Dla potrzeb meblarstwa produkuje się przede wszystkim okleiny płasko skrawane, które stanowią ok. 99% ogólnej produkcji oklein. Metoda płaskiego skrawania zapewnia pozyskanie arkuszy oklein o podobnym rysunku drewna.

Okleiny pozyskuje się z drewna o wysokich walorach estetycznych, dużej twardości i odporności na uszkodzenia mechaniczne, głównie z drewna okrągłego (dłuzyce, kłody, wyrzynki). Najlepszymi surowcami drzewnymi przeznaczonymi do produkcji oklein są takie gatunki drewna, jak: dąb, jesion, jawor, klon, brzoza, buk, wiąz, grusza, wiśnia, modrzew, sosna. Duży jest również udział drewna gatunków egzotycznych.

Zależnie od sposobu wykończenia rozróżnia się trzy odmiany oklein:

- brzegowaną (B), poddaną obróbce boków i czół;
- niebrzegowaną (N), bez obróbki boków i czół;
- bez względu na stopień obróbki.

Biorąc pod uwagę rysunek i połysk (niezależnie od sposobu skrawania i strefy klimatycznej), wyróżnia się osiem typów oklein.

Rodzaj drewna	Typ	Najmniejsza średnica w cieńszym końcu bez kory [cm]	Długość [m]
Dębowe Wiązowe	1	32	≥ 1,80 w odstopniowaniu co 0,1
	2 i 3	40	
	4	50	
Wiśniowe Śliwkowe Gruszkowe Jabłoniowe Orzechowe	1,2,3	20	
Bukowe	1	32	
	2 i 3	40	
Jesionowe	1 i 2	28	
	3	32	
	4	40	
Jaworowe Klonowe	1	28	
	2 i 3	32	
Lipowe Olchowe Brzozowe	1	30	
	1	25	
Topolowe	1,2,3	40	
Modrzewiowe Sosnowe	1	40 dla długości 3÷5 m 35-dla długości > 5 m	≥ 3 w odstopniowaniu co 0,1

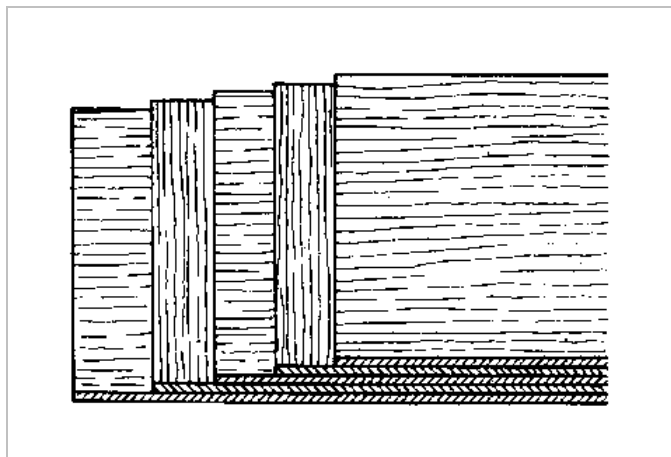
Tabela 1.1 Wymiary drewna okleinowego wg PN-74/D-95011

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999

1.7 Sklejka

Sklejka jest płytą warstwową sklejoną z nieparzystej liczby arkuszy forniru. Zasadniczą cechą sklejek jest to, że kierunek przebiegu włókien w sąsiednich arkuszach

forniru jest wzajemnie prostopadły, a układ fornirów jest symetryczny względem arkusza stanowiącego środek sklejki⁴.



Rysunek 1.14 Schemat ułożenia fornirów w sklejce

Źródło: Szczuka J., Żurowski J., *Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego*, WSiP, Warszawa 1999, s. 177



Rysunek 1.15 Sklejka

Źródło: <https://www.rc4max.com/gfx/big/1317303290.2999.jpg>

Z konieczności zachowania symetrii wynika, że sklejka powinna się składać z nieparzystej liczby arkuszy (co najmniej trzech) oraz że arkusze znajdujące się w jednakowej odległości w górę lub w dół od arkusza środkowego powinny być z tego samego gatunku drewna, tej samej grubości i o takim samym przebiegu włókien. Z tej

⁴ Polska norma PN-EN 313-2

zasady symetryczności wynika fakt, że obłogi, czyli zewnętrzne arkusze forniru w sklejkę, mają wzajemnie równoległy przebieg włókien. W przeciwnym razie sklejka jest podatna na paczenie się.

Zalety sklejki:

- wyrównanie właściwości mechanicznych wzdłuż i w poprzek arkusza;
- wyrównanie i polepszenie właściwości fizycznych, takich jak kurczliwość, nasiąkliwość, pęcznienie;
- znaczna wytrzymałość przy niewielkich grubościach;
- duże wymiary arkuszy;
- zredukowanie lub wyeliminowanie pęknięć powodowanych zmianami wilgotności;
- możliwość stosunkowo łatwego zginania (profilowania).

Zastosowanie sklejki:

- meblarstwo (tylne ścianki mebli, dna szuflad i skrzyń tapczanów);
- wyposażenie pomieszczeń (produkcja drzwi, okładziny ścienne);
- budownictwo (szalunki);
- środki transportu (w produkcji taboru kolejowego, w przemyśle stoczniowym, do produkcji kajaków, żaglówek, szybowców);
- opakowania;
- inne.

1.8 Lignofol i lignoston

Lignofol jest tworzywem warstwowym powstałym ze sklejenia na gorąco klejem wodoodpornym pod ciśnieniem 5 - 20 MPa arkuszy lub skrawków forniru. Technologia lignofolu wywodzi się z drewna warstwowego, jednakże w tym przypadku nie dopuszcza się żadnych wad surowca (forniru). Grubość fornirów przeznaczonych na lignofol wynosi zazwyczaj 0,4 - 0,8 mm. Klejem stosowanym najczęściej jest żywica fenolowo-formaldehydowa. Gęstość lignofolu – powyżej 1200 kg/m³.



Rysunek 1.16 Lignofol

Źródło: http://www.sklejkapisz.pl/resources/images/Products/lignofol/IMG_0139.jpg

Lignoston jest to tworzywo, które powstało w skutek zagęszczenia drewna litego. W procesie prasowania pod ciśnieniem od 14 do 34 MPa, pod wpływem wysokiej temperatury 140 - 160°C, daje gęstość dochodzącą do 1500 kg/m³, co sprawia, że posiada bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną.

Zastosowanie lignofolu i lignostonu

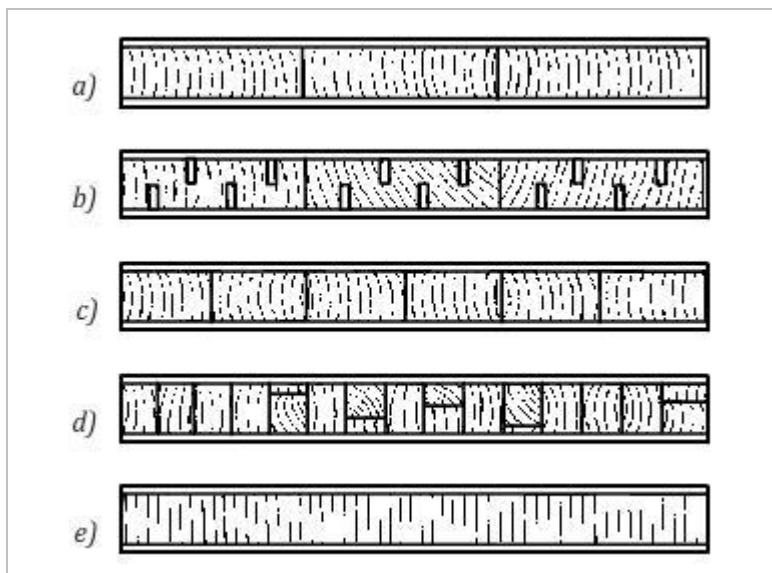
Lignofol i lignoston produkuje się do z góry założonych celów, dlatego jego budowa jest złożona tak, aby w danych warunkach jak najlepiej wykorzystać jego cechy. W lotnictwie wytwarza się śmigła i inne elementy konstrukcyjne, w górnictwie – sortowniki. Ze względu na odporność i na działanie pewnych odczynników mają również zastosowanie w przemyśle chemicznym. Zważywszy na to, że lignofol i lignoston mają zdecydowanie lepszą wytrzymałość mechaniczną i odporność na czynniki zewnętrzne niż inne tworzywa drzewne, można stosować je wszędzie tam, gdzie są ciężkie warunki pracy, tj. gdzie występuje kurz, piasek, woda – czynniki powodujące szybkie niszczenie części metalowych. Kurz i piasek mogą się wbijać w jego powierzchnię, nie powodując zacierania się części, a woda – nie powodując jego korozji.

1.9 Płyta stolarska

Płyty stolarskie, podobnie jak sklejka, należą do najstarszych półfabrykatów, stosowanych w wyrobach stolarskich i są tworzywem płytowym złożonym z grubej warstwy środkowej, oklejonej obustronnie pojedynczymi bądź podwójnymi warstwami obłogi lub arkuszami płyt pilśniowych. Obłogi mogą być pojedyncze, wtedy otrzymuje się płytę trzywarstwową lub podwójne – wówczas pięciowarstwową.

Ze względu na budowę płyty stolarskie dzieli się na płyty o środkach pełnych i pustakowe nazwane inaczej komórkowymi.

Zależnie od budowy środka płyty pełne dzieli się na: deszczułkowe, listewkowe, fornirowe i inne.



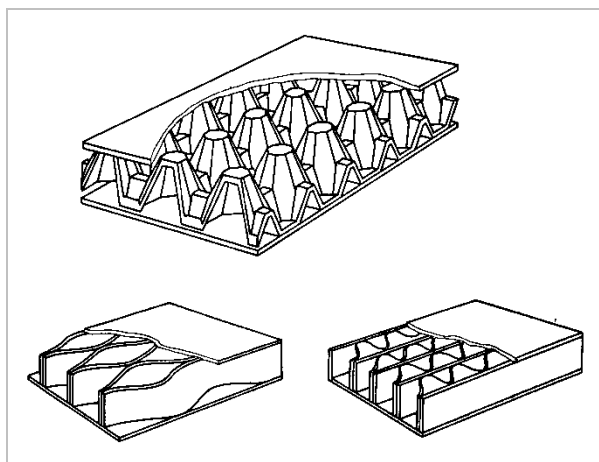
Rysunek 1.17 Rodzaje płyt stolarskich

Źródło: Starecki A., Drouet T., Leśnikowski A., Oniśko W., *Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1., WSiP, Warszawa 1994, s. 128*

Rysunek 1.17 przedstawia rodzaje płyt stolarskich:

- a) środek deszczułkowy;
- b) środek deszczułkowy nacinany;
- c) środek listewkowy;
- d) środek wytwarzany systemem blokowym;
- e) środek z pasków forniuru.

Płyty komórkowe mają środki zbudowane z tektury, z papieru wzmocnianego żywicami syntetycznymi, szkła wodnego, z pasków płyt pilśniowych lub forniurów, ewentualnie z piankowych tworzyw sztucznych, np. polistyrenu. Ze względu na lekkość konstrukcji płyty ze środkiem z korka, drewna balsy, specjalnych płyt pilśniowych porowatych itp. można zaliczyć do płyt komórkowych. Ich gęstość może być mniejsza od 150 kg/m³, podczas gdy płyty stolarskie ze środkami pełnymi mają gęstość dochodzącą do 700 kg/m³.



Rysunek 1.18 Rodzaje płyt stolarskich o środkach komórkowych

Źródło: Starecki A., Drouet T., Leśnikowski A., Oniśko W., *Technologia tworzyw drzewnych*, cz. 1., WSiP, Warszawa 1994, s. 129



Rysunek 1.19 Płyta stolarska pełna obłogowana

Źródło: www.pl.all.biz/plyty

1.10 Płyta wiórowa

Płyta wiórowa to tworzywo drzewne w postaci płyty, wykonane przez sprasowanie pod wpływem temperatury małych cząstek drewna (np. wióry drzewne, strugane, waflowe, pasmowe, trociny) i/lub innych cząstek lignocelulozowych (np. paździerze lniane, konopne, bagassa, słoma) z klejem⁵. Ze względu na układ wiórów w płycie w stosunku do jej powierzchni, płyty wiórowe można podzielić na: prasowane płasko i prasowane poprzecznie (wytlączane).

1.10.1 Podział płyt wiórowych prasowanych płasko (zwykłych)

Płyty wiórowe prasowane (zwykłe) można podzielić ze względu na budowę:

- płyty jednowarstwowe – zbudowane z wiórów tworzących jednorodną warstwę;

⁵ Polska norma PN-EN 309

- płyty wielowarstwowe – składające się z kilku warstw różniących się kształtem i wielkością tworzących je wiórów, gęstością oraz zawartością kleju.



Rysunek 1.20 Płyta wiórowa płasko prasowana surowa i laminowana

Źródło: www.pl.all.biz/płyty

Warstwy zewnętrzne są najczęściej zbudowane z drobnych, cienkich wiórów płaskich albo bardzo drobnych wiórów zwanych mikrowiórami. Warstwy pośrednie są z reguły zbudowane z cienkich wiórów płaskich, a warstwy wewnętrzne z wiórów grubszych i większych. W warstwach zewnętrznych i pośrednich zawartość kleju jest większa niż w warstwie wewnętrznej.

Oprócz meblarstwa płyty wiórowe mają również zastosowanie w budownictwie. Płyty OSB wykonane są z odpowiednio skrawanych wiórów o niewielkiej grubości, lecz znacznej powierzchni. Umożliwia to uzyskanie dużej powierzchni sklejenia, co nadaje tym płytom dobrych właściwości mechanicznych.

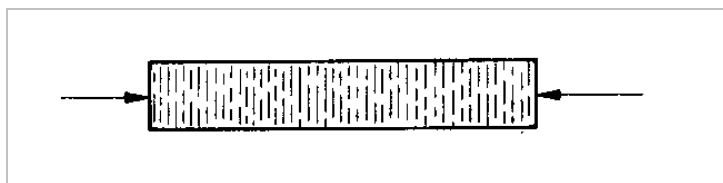


Rysunek 1.21 Płyta wiórowa OSB

Źródło: www.pl.all.biz/płyty

1.10.2 Płyty wiórowe prasowane poprzecznie (wytłaczane)

Płyty wytłaczane wytwarza się w wyniku jednoczesnego formowania i prasowania jako wstęgę ciągłą w czasie przetłaczania przez komorę prasowania prasy korbowej. Ciśnienie prasowania działa w kierunku równoległym do płaszczyzn płyty, a cząstki są ułożone przeważnie prostopadłe do tych płaszczyzn.

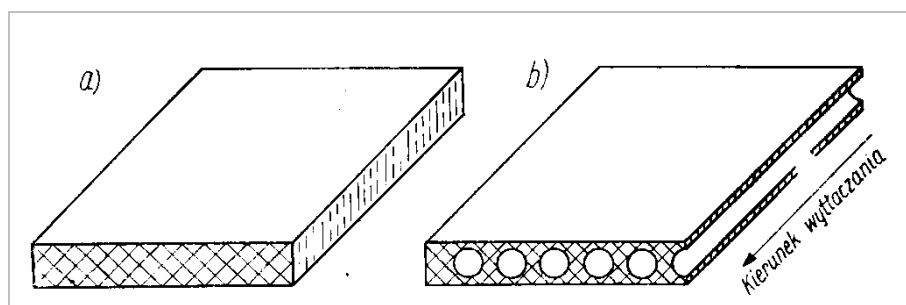


Rysunek 1.22 Schemat budowy płyty wiórowej wytłaczanej

Źródło: Starecki A., Drouet T., Leśnikowski A., Oniśko W., *Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1, WSiP, Warszawa 1994, s. 348*

Wskutek takiego ułożenia wiórów płyty te charakteryzują się zróżnicowaną budową i właściwościami w kierunku długości, szerokości i grubości arkusza oraz bardzo dużą chropowatością powierzchni. Wytrzymałość na zginanie płyty w kierunku równoległym do kierunku wytłaczania (wzdłuż płyty) jest znacznie mniejsza od wytrzymałości w kierunku prostopadłym do kierunku wytłaczania (w poprzek płyty). Zróżnicowane jest również spęcznienie płyt, przy czym największe spęcznienie występuje w kierunku wytłaczania jako kierunku prostopadłego do włókien cząstek. Natomiast wytrzymałość na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn znacznie przekracza wytrzymałość płyt prasowanych. W celu nadania płytom wytłaczanym wytrzymałości na zginanie, umożliwiającej ich użytkowanie, okleja się je dwustronnie innymi materiałami w postaci arkuszy, np. obłogiem lub płytą pilśniową.

Produkują się dwa rodzaje płyt wytłaczanych: pełne i pustakowe



Rysunek 1.23 Budowa płyty wiórowej wytłaczanej

Źródło: Starecki A., Drouet T., Leśnikowski A., Oniśko W., *Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1, WSiP, Warszawa 1994, s. 348*

Rysunek 1.23 przedstawia budowę płyty wiórowej wytłaczanej: a) pełnej, b) pustakowej.

W **plycie pełnej** cząstki materiału wypełniają całkowicie jej dowolny przekrój, natomiast **plyta pustakowa** zawiera regularnie rozmieszczone kanały przebiegające równoległe do jej płaszczyzn zgodnie z kierunkiem prasowania (wytłaczania). Na przekroju poprzecznym płyty kanały te są widoczne jako szereg okrągłych otworów. Dzięki obecności kanałów można produkować płyty o małej masie i dużej grubości (do 120 mm).

Do produkcji płyt wytłaczanych stosuje się z reguły wióry z odpadów drzewnych, wióry odpadowe i trociny. Charakterystyczną cechą procesu technologicznego jest prasowanie w prasach korbowych (wytłaczanie płyt).

1.10.3 Płyta pilśniowa

Płyta pilśniowa to materiał płytowy o grubości min. 1,5 mm i większej, wytwarzany z włókien lignocelulozowych z zastosowaniem ciepła i/lub ciśnienia. Płyty pilśniowe wytwarzane są tzw. metodą mokrą (twarde, bardzo twarde i porowate). Wiązania w tych płytach uzyskuje się w wyniku spilśniania włókien i wykorzystania ich naturalnych właściwości adhezyjnych lub dodatku kleju syntetycznego do masy włóknistej. Płyty pilśniowe mogą zawierać inne dodatki⁶.

Płyty pilśniowe można wytwarzać ze wszystkich surowców roślinnych charakteryzujących się włóknistą strukturą morfologiczną. W większości krajów, w tym również w Polsce, produkuje się je wyłącznie z drewna, chociaż stosuje się do tego celu np. wyłoki z trzciny cukrowej, liście palmy daktylowej, słomę ryżową i zbożową.

Podstawowym kryterium podziału płyt pilśniowych jest ich gęstość.

Porowate o gęstości poniżej 400 kg/m³, twarde o gęstości nie mniejszej niż 800 kg/m³ i bardzo twarde o gęstości nie mniejszej niż 900 kg/m³.



Rysunek 1.24 Płyta pilśniowa twarda

Źródło: www.pl.all.biz/płyty

Zastosowanie:

- meblarstwo (ścianki tylnie i dna szuflad);
- stolarka budowlana (drzwi, okładziny, przegrody);
- opakowania (galanteria drzewna, np. tyły luster i obrazów);
- budownictwo (materiał do izolacji termiczno-akustycznej ścian, podłóg i dachów).

Płyty MDF (płyty pilśniowe średniej gęstości)

Płyty pilśniowe półtwarde wytwarza się metodą suchą, w której do transportu włókien i formowania płyt używa się powietrza, a nie wody jak w tradycyjnej metodzie produkcji płyt pilśniowych. Wilgotność włókien w stadium formowania jest mniejsza niż 20%. Produkowane są z zastosowaniem ciepła i ciśnienia z dodatkiem kleju syntetycznego.

Zalety płyt półtwardych spowodowały szybki wzrost zastosowania i produkcji tego tworzywa.

⁶ Polska norma PN-EN 316

Gęstość płyt MDF wynosi od 450 do 900 kg/m³. Są one porównywalne z płytami wiórowymi w zakresie grubości, jednak w odróżnieniu od płyt wiórowych wykazują bardziej jednolitą budowę i gęstość oraz dużą gładkość powierzchni. Wynika stąd łatwość obróbki mechanicznej, a szczególnie możliwość profilowej obróbki krawędzi, frezowania wzorów dekoracyjnych oraz tłoczenia.

Wymiary. Grubość: 4, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 18, 19, 22, 25, 28, 30, 38 mm. Standardowe wymiary szerokości i długości produkowanych płyt wynoszą 1830 x 2800 mm oraz 2070 x 2800 mm.

Klasyfikacja płyt pilśniowych formowanych na sucho:

- płyty o gęstości > 800 kg/m³ to HDF;
- płyty o gęstości > 650 do 800 kg/m³ to MDF;
- płyty o gęstości > 550 do 650 kg/m³ to lekki MDF, czyli LDF;
- płyty o gęstości > 450 do 550 kg/m³ to ultralekki MDF, czyli ULDF.



Rysunek 1.25 Płyta pilśniowa średniej gęstości MDF

Źródło: www.pl.all.biz/plyty

Płyty MDF mają zastosowanie głównie jako płyty meblowe, w elementach mebli o profilowanych krawędziach i płaszczyznach. Wykonuje się także listwy wykończeniowe do mebli, boazerii i podłóg.

1.11 Literatura

1.11.1 Literatura obowiązkowa

- Polska norma PN-93/D-02002: Surowiec drzewny. Podział, terminologia i symbole, PKNMij, Warszawa 1993;
- Poradnik dla ucznia. Rozpoznawanie, składowanie i zabezpieczanie drewna, PIB, Radom 2006;
- Prażmo J., Stolarstwo. Technologia i materiałoznawstwo, WSiP, Warszawa 1999;
- Prządka W., Technologia meblarstwa, cz. 1., WSiP, Warszawa 1998;
- Starecki A., Drouet T., Leśnikowski A., Oniśko W., Technologia tworzyw drzewnych, cz. 1., WSiP, Warszawa 1994;

- Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999.

1.11.2 Literatura uzupełniająca

- Krzysik F., Nauka o drewnie, PWN, Warszawa 1974;
- Nowak H., Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo, cz. 2., WSiP, Warszawa 2000;
- Ornatowski T., Figurski J., Praktyczna nauka zawodu, ITE, Radom 2000.

1.11.3 Netografia

- http://www.uzytkowanielasu.zafriko.pl/kat/makroskopowa_budowa ;
- http://www.uzytkowanielasu.zafriko.pl/kat/drewno_iglaste;
- <http://www.encyklopedialesna.pl/home>;
- <http://www.domidrewno.pl/artukul/rzeczy-nieznane-o-drewnie-makroskopowa-budowa-drewna/>;
- http://www.komdrew.pl/vad_budowa.html;
- <http://leksykon-budownictwa.pl/surowce-podstawowe/drewno-wiadomosci-ogolne/>;
- <http://www.sklejkapisz.pl/Produkty>;
- <http://www.e-manta.eu/forum/index.php?sid=aa43d118ad9f43eec88b7aea558ddb2c>.

1.12 Spis rysunków i tabel

Rysunek 1.1 Schemat budowy pnia czteroletniej sosny w powiększeniu	2
Rysunek 1.2 Zasadnicze przekroje drewna.....	3
Rysunek 1.3 Budowa drewna (wg Côtégo)	6
Rysunek 1.4 Cewki	7
Rysunek 1.5 Człony naczyni	8
Rysunek 1.6 Włókna drzewne.....	9
Rysunek 1.7 Mięknisz włóknisty.....	10
Rysunek 1.8 Przewód żywiczny podłużny w drewnie sosny.....	11
Rysunek 1.9 Słoje roczne w drewnie drzew iglastych	12
Rysunek 1.10 Przekrój poprzeczny przez drewno.....	12
Rysunek 1.11 Budowa drewna iglastego i liściastego.....	13
Rysunek 1.12 Słoje roczne w drewnie drzew liściastych pierścieniowonaczyniowych...	14
Rysunek 1.13 Słoje roczne w drewnie drzew liściastych rozpierzchnaczyniowych.....	14
Tabela 1.1 Wymiary drewna okleinowego wg PN-74/D-95011.....	17
Rysunek 1.14 Schemat ułożenia fornirów w sklejecie	18
Rysunek 1.15 Sklejka	18
Rysunek 1.16 Lignofol	20
Rysunek 1.17 Rodzaje płyt stolarskich	21

Rysunek 1.18 Rodzaje płyt stolarskich o środkach komórkowych	22
Rysunek 1.19 Płyta stolarska pełna obłogowana	22
Rysunek 1.20 Płyta wiórowa płasko prasowana surowa i laminowana	23
Rysunek 1.21 Płyta wiórowa OSB.....	23
Rysunek 1.22 Schemat budowy płyty wiórowej wytłaczanej.....	24
Rysunek 1.23 Budowa płyty wiórowej wytłaczanej.....	24
Rysunek 1.24 Płyta pilśniowa twarda.....	25
Rysunek 1.25 Płyta pilśniowa średniej gęstości MDF.....	26

1.13 Spis treści

1 Rozpoznawanie materiałów do wykonywania wyrobów z drewna i tworzyw drzewnych.....	2
1.1 Elementy budowy makroskopowej drewna	2
1.2 Elementy budowy mikroskopowej drewna	5
1.3 Różnice w mikroskopowej budowie drewna iglastego i liściastego	11
1.3.1 Budowa i charakterystyka drewna drzew iglastych	11
1.3.2 Budowa i charakterystyka drewna drzew liściastych	13
1.4 Rozpoznawanie materiałów drzewnych	15
1.5 Rozpoznawanie tworzyw drzewnych.....	15
1.5.1 Właściwości tworzyw drzewnych	15
1.5.2 Zastosowanie tworzyw drzewnych.....	16
1.6 Okleina	16
1.7 Sklejka	17
1.8 Lignofol i lignoston	19
1.9 Płyta stolarska	20
1.10 Płyta wiórowa	22
1.10.1 Podział płyt wiórowych prasowanych płasko (zwykłych).....	22
1.10.2 Płyty wiórowe prasowane poprzecznie (wytłaczane)	23
1.10.3 Płyta pilśniowa	25
1.11 Literatura	26
1.11.1 Literatura obowiązkowa.....	26
1.11.2 Literatura uzupełniająca.....	27
1.11.3 Netografia	27
1.12 Spis rysunków i tabel	27