



Źródło: [www.fotolia.com](http://www.fotolia.com)

|              |                                                                           |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>KURS</b>  | <b>Zasady wykonywania wyrobów z drewna i tworzyw drzewnych</b>            |
| <b>MODUŁ</b> | <b>Rozpoznawanie wad drewna oraz określanie przyczyny ich powstawania</b> |

## 3 Charakterystyka wad drewna, przyczyny ich powstawania oraz skutki w drewnie użytkowym

### 3.1 Wady drewna

Pojęciem wady drewna określić można wszelkie odchylenia od naturalnej budowy, wyglądu i barwy, pogarszające właściwości techniczne drewna i jego wartość użytkową. Wady mogą powstawać w czasie rozwoju drzewa, składowania drewna albo w czasie jego obróbki. Zależnie od czasu powstania można wyróżnić wady pierwotne, tworzące się za życia drzewa i wtórne, powstające w drewnie po ścinie drzewa (najczęściej podczas składowania w lesie lub na składnicy), oraz wady powstałe w toku obróbki.

Wada drewna jest pojęciem względnym. Jakaś cecha drewna może być uznana za ewidentną wadę w jednym sortymencie, zaś w innym może stanowić wyjątkową zaletę. Przykładem są poszukiwane wady, w których budowa, rysunek i barwa drewna są nieregularne czy faliste. Drewno z taką wadą jest cenione w wyrobach artystycznych, **boazeriach** oraz niektórych **okleinach**. To samo drewno nie znajdzie zastosowania w elementach konstrukcyjnych z uwagi na słabą wytrzymałość.

#### 3.1.1 Sęki

##### Kryteria podziału:

- podział ze względu na kształt przekroju:
  - okrągły,
  - owalny,
  - podłużny,
  - skrzydlaty;
- podział ze względu na wymiar średnicy:
  - szpilkowy,
  - perłowy,
  - ołówkowy,
  - mały,
  - średni,
  - duży;
- podział ze względu na stopień zrośnięcia z otaczającym je drewnem:
  - niezrośnięte (wypadające),
  - częściowo zrośnięte,
  - zrośnięte;
- podział ze względu na ślady wskazujące na występowanie sęków zarośniętych na poboczniczy drewna okrągłego:
  - brewki,

- róże,
  - guzy;
- podział ze względu na stopień zdrowotności:
  - sęk zdrowy,
  - sęk nadpsuty,
  - sęk zepsuty,
  - sęk smołowy,
  - sęk tabaczny;
- podział ze względu na miejsce występowania w tarcicy:
  - na krawędzi,
  - na boku,
  - na płaszczyźnie,
  - przechodzący;
- podział ze względu na stopień zgrupowania:
  - pojedyncze,
  - zgrupowania sęków,
  - skrzydlate.

**Sęki** to wrosnięte w drewno pnia części gałęzi o węższych przyrostach rocznych i barwie, zazwyczaj ciemniejszej niż otaczające drewno. Z budowy drzewa wynika, że najgłębiej położone i najmniejsze sęki są umiejscowione w jego części odziomkowej. Natomiast w miarę przechodzenia od odziomka ku wierzchołkowi sęki stają się coraz większe i dochodzą coraz bardziej do obwodu. Po opadnięciu gałęzi u podstawy sęków wytwarza się warstwa ochronna, która zabezpiecza ich drewno przed infekcją do czasu zarośnięcia przez słoje roczne pnia. Z biegiem czasu, zależnie od gatunku drzewa, uschnięte gałęzie odpadają w całości albo kawałkami, jest to tzw. proces oczyszczania się drzewa. U buka gałęzie odpadają w całości przy samej powierzchni pnia już w kilka lat po uschnięciu. U świerka proces ten trwa znacznie dłużej; suche gałęzie szczególnie długo pozostają u drzew rosnących w pobliżu granicy jego pionowego zasięgu. W okresie życia gałęzi bocznych, drewno sęków jest zawsze zrosnięte w jedną całość z drewnem pnia. Takie sęki nazywa się **sękami ślepyimi**.

Wraz z zamarciem gałęzi przerwana zostaje łączność tkanki sęka z drewnem pnia. Nowo powstałe słoje roczne pnia otaczają stopniowo coraz większą część pozostałej suchej gałęzi, nie mając z nią bezpośrednio połączenia. W ten sposób powstają **sęki niezrosnięte**. U gatunków iglastych sęki zwykle są ułożone okółkowo. Wyjątek stanowią tu cis, jałowiec, modrzew i niektóre jodły amerykańskie, wykształcające między okółkami pojedyncze gałęzie. U gatunków liściastych tendencję do wytwarzania okółków można zaobserwować u olszy. Na ogół w dolnej części pnia sęki są rzadziej rozmieszczone niż w części wierzchołkowej. Zjawisko to związane jest z bardzo silnym przyrostem na wysokość u drzew w młodym wieku. Dzięki zabiegom hodowlanym (podkrzesywaniu) uzyskuje się surowiec drzewny zawierający sęki zdrowe i zrosnięte z tkanką pnia. Podkrzesywanie wszystkich drzew w drzewostanie nie jest jednak celowe. Podkrzesywać należy tylko drzewa dorodne, z których można będzie w przyszłości pozyskać cenne sortymenty.

Pomiar sęków otwartych:

- mierzy się najmniejszą średnicę sęka w cm;
- mierzy się najmniejszą oraz największą średnicę sęka i oblicza się średnią arytmetyczną z dwóch pomiarów w cm.

Przy ocenie jakości drewna okrągłego należy również brać pod uwagę liczbę sęków znajdujących się na 1 m długości sztuki lub ich skupienie oraz odległości między okółkami.

**Sęk zrośnięty** ma słoje roczne zrośnięte ze słojami otaczającego drewna co najmniej na  $\frac{3}{4}$  obwodu sęka.

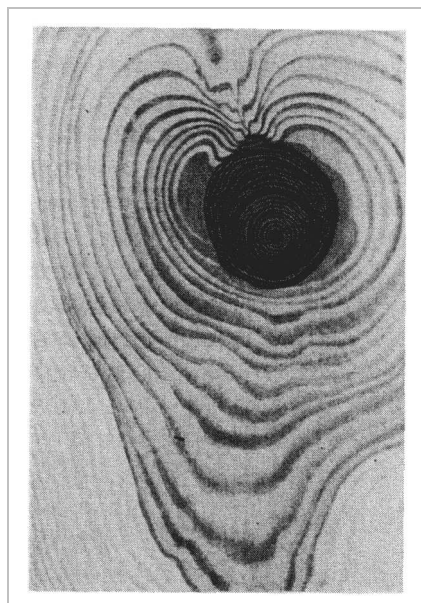
**Sęk częściowo zrośnięty** jest to sęk o słojach rocznych, zrośniętych ze słojami otaczającego drewna co najmniej na  $\frac{1}{4}$  obwodu sęka, lecz na długości mniejszej niż  $\frac{3}{4}$  tego obwodu.

**Sęk niezrośnięty** – ma słoje roczne całkowicie niezrośnięte ze słojami otaczającego drewna lub zrośnięte z nimi mniej niż  $\frac{1}{4}$  obwodu sęka.

**Sęk otoczkowy (obraczkowy)** – sęk niezrośnięty w otoczce kory.

**Sęki jasne** – drewno jest jasne, zbliżone barwą do otaczającego drewna.

**Sęki ciemne (rogowe)** – drewno jest znacznie ciemniejsze od otaczającego drewna z powodu większej gęstości usłojenia, przesycenia żywicą lub garbnikami.

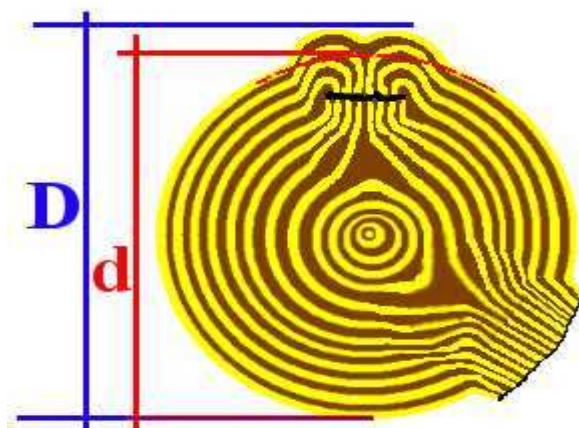


*Rysunek 3.1 Sęk ciemny*

*Źródło: Szczuka J., Żurowski J. Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1999, s.65*

**Sęk nadpsuty** – zgnilizna zajmuje w nim nie więcej niż  $\frac{1}{3}$  powierzchni jego przekroju.

**Sęk zepsuty** – zgnilizna zajmuje w nim więcej niż  $\frac{1}{3}$  powierzchni jego przekroju. Występujący w drewnie dębowym sęk zepsuty o płytkiej strukturze rozłożonego drewna i pstrym zabarwieniu nazywany jest **dereszem (sarniakiem)**. Sęk w drewnie drzew iglastych ze zgnilizną miękką, w stadium rozkładu drewna, ma proszkowatą lub włóknistą masę i nosi nazwę **sęka tabacznego**.



Rysunek 3.2 Sęk guz

Źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Guz\\_\(wada\\_drewna\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Guz_(wada_drewna))

Ze względu na kształt przekroju rozróżnia się sęki:

- sęki okrągłe – stosunek największej średnicy do najmniejszej, wyraża się liczbą nie większą od 2;
- sęki owalne – stosunek największej średnicy do najmniejszej, wyraża się liczbą większą od 2, lecz nie przekraczającą 4;
- sęki podłużne – mają stosunek największej średnicy do najmniejszej, wyrażony liczbą większą od 4; występują przeważnie w drzewach iglastych, zwłaszcza w sośnie.

Ze względu na położenie sęków (wyłącznie w materiałach tartych) rozróżnia się sęki: na płaszczyźnie, na boku, na krawędzi oraz sęki przechodzące.

**Guz** – stanowi wypukłość na pobocznicy drewna okrągłego, zakrywającą zarośnięty sęk. Występuje w drewnie wszystkich gatunków drzew i stanowi podstawę do oceny wymiarów i głębokości zalegania zarośniętego sęka. Im większy jest stosunek długości guza do jego wysokości, tym sęk zalega głębiej. Guzy ocenia się szacunkowo lub mierzy długość (L) guza i wysokość (H). Wysokość guza określa się na podstawie różnicy średnicy drewna okrągłego.

**Róża** – to kolisto promieniowe zmarszczenie kory na pobocznicy pnia, zakrywające głęboko zalegający sęk. Występuje na wszystkich gatunkach drzew z grubą korowiną, np. u sosny i dębu. Pomiaru nie wykonuje się, jedynie określa się szacunkowo wymiary i głębokość zalegania sęka na podstawie wzdlużnej średnicy.



*Rysunek 3.3 Sęk brewka*

Źródło: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Brewka>

**Brewki** – to symetryczne pasma ukośnych zmarszczeń kory, biegnące stycznie do okrągłej, owalnej lub trójkątnej blizny, zakrywającej zrośnięty sęk. Od kory pnia różnią się ciemniejszym zabarwieniem. Brewki występują głównie na drzewach o cienkiej i gładkiej korze gatunków liściastych (buk, topola, osika, brzoza). Głębokość zalegania sęka określa się szacunkowo na podstawie rozwarcia brewek i wymiarów blizny.

### 3.1.2 Pęknięcia

#### Podział pęknięć:

- **czołowe** – dzielą się w zależności od kształtu na:
  - rdzeniowe (proste, załamane, gwiaździste),
  - okrężne (pełne, łukowe);
- **boczne** – dzielą się w zależności od przyczyny powstania na:
  - przesychania,
  - mrozowe;
- **czołowo-boczne** – dzielą się w zależności od głębokości na:
  - niegłębokie,
  - głębokie,
  - przechodzące.

**Pęknięcia** – to wzdłużne rozdzielania włókien drewna, będące następstwem naprężeń przekraczających wytrzymałość drewna na rozciąganie lub ściskanie. W drewnie okrągłym pęknięcia mogą powstawać wskutek:

- naprężeń powstałych pod działaniem sił zewnętrznych, najczęściej w drzewach rosnących (wiatr, okiść);
- naprężeń powstałych w wyniku nierównomiernego wysychania drewna ściętego;
- zakłóceń równowagi naprężeń istniejących w drzewie rosnącym podczas ścinki, wyrzynki kłód, obróbki drewna.

Wyróżniamy następujące rodzaje pęknięć:

- **pęknięcia czołowe (wewnętrzne)** – występujące w środkowej części drewna okrągłego i niedochodzące do jego obwodu;
- **pęknięcia boczne i czołowo-boczne (zewnętrzne)** – biegnące od obwodu pnia ku rdzeniowi. Ich szerokość największa na powierzchni zewnętrznej (pobocznicy) zmniejsza się w miarę przesuwania się w głąb pnia lub kłody. Pęknięcia zewnętrzne powstają pod wpływem naprężeń rozciągających, działających w kierunku stycznym do obwodu pnia;
- **pęknięcia rdzeniowe** – przechodzące przez rdzeń wzdłuż promieni; zwężają się w kierunku obwodu pnia;
- **pęknięcia rdzeniowe proste** – obie części pęknięcia, przechodząc przez rdzeń, tworzą linię prostą;



*Rysunek 3.4 Pęknięcia rdzeniowe proste*

Źródło: <http://www.encyklopedia.laspolskie.pl/doku.php?id=p:pekniecia-drewna>

- **pęknięcia rdzeniowe złamane** – obie części pęknięcia, przechodząc przez rdzeń, tworzą kąt mniejszy od 180°;
- **pęknięcia rdzeniowe gwiazdziste** – kilka (3 lub więcej) pęknięć odchodzi od rdzenia wzdłuż kilku różnych promieni;

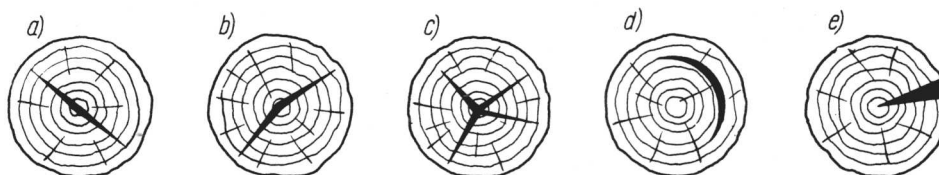
- **pęknięcia okrężne** – w postaci szczeliny przebiegającej wzdłuż granicy słoja rocznego, na znacznej długości pnia;



*Rysunek 3.5 Pęknięcie okrężne*

Źródło: <http://www.encyklopedia.laspolskie.pl/doku.php?id=p:pekniecia-drewna>

- **pęknięcia okrężne pełne** – obejmują więcej niż połowę obwodu słoja rocznego;
- **pęknięcia okrężne łukowe** – obejmują mniej niż połowę obwodu słoja rocznego;
- **pęknięcia boczne z przesychania** – spowodowane nierównomierną kurczliwością drewna w czasie jego wysychania;
- **pęknięcia czołowo-mrozowe** – spowodowane gwałtownym spadkiem temperatury w drewnie drzew rosnących; zwiężająca się ku środkowi pnia szczelina często dochodzi do rdzenia i występuje na znacznej długości pnia; pęknięciu mrozowemu towarzyszy listwa mrozowa i zmiana barwy drewna;
- **pęknięcia czołowo-boczne niegłębokie** – w drewnie o grubości do 70 cm nie przekraczają 1/10 średnicy czoła; w drewnie o grubości większej od 70 cm są głębsze niż 7 cm;
- **pęknięcia czołowo-boczne głębokie** – w drewnie o grubości do 70 cm przekraczają 1/10 średnicy czoła; w drewnie o grubości większej od 70 cm są głębsze niż 7 cm;
- **pęknięcia czołowo-boczne przechodzące** – wychodzące z czoła na pobocznice pnia w dwóch przeciwległych miejscach; jeżeli pęknięcie przebiega przez całą średnicę drewna okrągłego, nazywa się rozłupem, a po cięciu – odłupem.



*Rysunek 3.6 Pęknięcia czołowe drewna okrągłego*

*Źródło: Prażmo J., Stolarstwo, technologia i materiałoznawstwo, WSiP, Warszawa 1999*

Rysunek 3.6 przedstawia następujące pęknięcia czołowe:

- a) rdzeniowe proste,
- b) rdzeniowe załamane,
- c) rdzeniowe gwieżdźdźiste,
- d) okrężne,
- e) z przesychania.

### 3.1.3 Wady kształtu

Wyróżniamy następujące rodzaje wad kształtu:

- krzywizna;
- rozwidlenie;
- zbieżystość;
- spłaszczenie;
- zgrubienie odziomkowe;
- rakowatość;
- obrzęk.

**Krzywizna** – jest to trwałe skrzywienie materiału, występujące w jednej, dwu lub kilku płaszczyznach.



*Rysunek 3.7 Krzywizna*

Źródło: <http://www.drewol.pl/wady.htm>

Krzywizna występuje w drewnie wszystkich gatunków drzew i może być powodowana szeregiem czynników zewnętrznych (jednokierunkowe wiatry, okiść, żer owadzi, ubogie siedlisko, uszkodzenia mechaniczne i inne) oraz czynnikami genetycznymi.

Pomiar: mierzy się w cm strzałkę (f) w najgłębszym miejscu krzywizny i odnosi się ją do wyrażonej w metrach długości odcinka (l) łączącego skrajne punkty krzywizny.

W praktyce za proste uważa się drewno o strzałce wygięcia nieprzekraczającej 1 cm na długości 1 m.

Wyróżniamy następujące odmiany krzywizny:

- krzywizna jednostronna – krzywizna o jednej strzałce wygięcia;
- krzywizna dwustronna – o dwóch lub więcej strzałkach wygięcia leżących w jednej płaszczyźnie;
- krzywizna wielostronna – o dwóch i więcej strzałkach wygięcia leżących w różnych płaszczyznach (wichrowatość).

**Rozwidlenie** – jest to wynik zrośnięcia się dwóch sąsiednich drzew albo silnego wzrostu bocznych pędów związanego z uszkodzeniem pączka szczytowego (np. u jesionu przez mróz, objedzenie przez zwierzynę, złamane przez wiatr, grad, żer owadzi). Skłonność do rozwidleń może być dziedziczna, podobnie jak krzywizna.

**Zbieżystość** – jest to stopniowe zmniejszanie się średnicy drewna w kierunku cieńszego końca (cm/m). Występuje w drewnie wszystkich gatunków. Drzewa liściaste są na ogół bardziej zbieżyste niż iglaste. Drzewa wolno rosnące lub występujące na skraju lasu są z reguły nisko ugałęzione i zbieżyste w przeciwieństwie do drzew rosnących wewnątrz drzewostanu, o wysoko osadzonych koronach. Zbieżystość zależy od gatunku drzewa, wieku, długości strzały, siedliska i zwarcia drzewostanu. Najbardziej zbieżysta jest

wierzchołkowa część pnia, mniej środkowa. Najpełniejsze strzały spotyka się u jodły, świerka. Przyczyna zbieżystości drzew nie jest całkowicie wyjaśniona. Przypuszcza się, że powoduje ją kilka czynników, takich jak dążenie do wytworzenia kształtu najbardziej wytrzymałego na działanie wiatrów, procesy fizjologiczne, cechy indywidualne itd.

**Spłaszczenie** – to nieprawidłowy, zbliżony do eliptycznego zarys przekroju poprzecznego; towarzyszy mu mimośrodowość rdzenia oraz jednostronne zwiększenie szerokości słoików rocznych, a niekiedy wielordzenność, twardzica. Spłaszczenie występuje w drewnie wszystkich gatunków drzew. Może ono występować w jednej płaszczyźnie lub też może mieć przebieg spiralny w drewnie wykazującym skręt włókien.

**Zgrubienie odziomkowe** – to znaczny wzrost średnicy w odziomkowej części strzały drzewa w porównaniu z pozostałą jej częścią. Jest to wada zbliżona do zbieżystości, występuje jednak na niewielkiej długości.

Do tej wady zalicza się także nabiegi korzeniowe, tj. podłużne wypukłości w odziomkowej części drewna okrągłego, ciągnące się od korzeni i znikające ku górze drzewa. W napływach korzeniowych odziomkowe przekroje pnia mają kształt falisty. Zgrubienie odziomkowe występuje u wszystkich naszych drzew, przybierając szczególne rozmiary u starych świerków. Należy ją jednak odróżnić od falistości obwodu, występującej przede wszystkim u grabu.

**Rakowatość (rak)** – zniekształcenia pnia w postaci zgrubień, narośli lub ubytków drewna, spowodowane przez grzyby pasożytnicze, bakterie i inne czynniki biotyczne, połączone ze zgnilizną. Grzyby wywołujące raka, rozwijają się w żywej korze i łyku. W miejscu porażenia obumiera miazga i następuje zniekształcenie pnia. Twory rakowe pokryte korą określa się nazwą raka zamkniętego (np. rak jodły lub buka). Twory rakowe pozbawione kory, często z ubytkami drewna i wydęciem pnia po przeciwniej stronie określa się nazwą raka otwartego (np. na sośnie lub rak modrzewia). U niektórych gatunków drzew zniekształcenie to pokrywa warstwa zakrzepłej żywicy, a przylegające do rany drewno jest przeżywiczone (np. obwar na sośnie).

Występuje na wszystkich gatunkach drzew, najczęściej na gałęziach. U jodły i modrzewia rak występuje również na strzale i powoduje poważne straty, gdyż rozwija się przeważnie na starszych drzewach.

**Obrzęk** – to zniekształcenie pnia w postaci narośli, zbudowanej z drewna zdrowego, choć często odmiennej budowy niż drewno pnia (zawiły układ włókien). Przyczyną powstawania obrzęków jest działanie bodźców zewnętrznych lub rozwój pączków śpiących. W następstwie uszkodzenia przez mróz, grzyby, pożar, wiatry następuje lokalnie silniejszy rozwój tkanki przyrannej i powstanie szerszego, jaśniejszego słoja.



*Rysunek 3.8 Obrzęk*

Źródło: [www.pl.wikipedia.org/wiki/Obrzęk \(wada drewna\)](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Obrz%C4%99k_(wada_drewna))

Występuje u wszystkich gatunków, najczęściej u liściastych. Cenne formy spotyka się u brzozy, topoli, jesionu, lipy, jaworu, orzecha. Powierzchnia obrzęku może być gładka lub głęboko, nieregularnie spękana. Obrzęk o gładkiej powierzchni spotyka się zwykle u drzew iglastych, najczęściej u sosny, spękane zaś – u gatunków liściastych. U drzew rosnących pojedynczo obrzęk rozwija się częściej niż w drzewostanach. Drewno obrzęku ma przyrost 1,5 - 3,0 razy większy niż drewno pnia.

Aby podnieść wartość materiału, który jest obrabiany w tartakach, czasami dłuższy materiał z wadami dzieli się na mniejsze o wyższej klasie, wycinając najgorsze wady.

Skracamy wtedy wymiar liniowy sortymentów, aczkolwiek podnosi się jego klasę jakości i cenę, a co za tym idzie zwiększa się nasz zysk. Podczas manipulacji drewnem okrągłym bardzo istotnymi stają się badania jego zbieżystości i krzywizny.

**Krzywiznę drewna** obliczamy wg wzoru:

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

gdzie:

k – wielkość krzywizny drewna,

f – strzałka krzywizny, mierzona w cm w miejscu największego skrzywienia drewna,

l – długość odcinka łączącego skrajne punkty krzywizny.

Natomiast **zbieżystość drewna** oblicza się ze wzoru:

$$z=(D-d)/l \text{ [cm/m]}$$

gdzie:

z – zbieżystość drewna,

D – średnica drewna w grubszym końcu,

d – średnica drewna w cieńszym końcu,  
l – długość odcinka łączącego skrajne punkty krzywizny.

### 3.1.4 Wady budowy drewna

To wrodzone cechy drewna, wpływające ujemnie na jego użyteczność, a także odchylenia od typowej budowy drewna. Przyczyny powstawania wad budowy są różne. Mogą to być cechy dziedziczne lub nabyte wskutek wzrastania drzew na nieodpowiednich siedliskach, błędów i uszkodzeń mechanicznych, braku zabiegów pielęgnacyjnych itp.

Wyróżniamy następujące wady budowy drewna:

- **skręt włókien** – na powierzchni bocznej znamionują go ukośne bruzdy korowiny i ukośne napływy korzeniowe, w drewnie zaś korowanym – ukośne pęknięcia. Skłonność do skrętu włókien jest zjawiskiem powszechnym i w pewnym stopniu dziedziczna, przy czym czynnik genetyczny najwyraźniej ujawnia się w młodym wieku. Z wiekiem drzewa coraz większy wpływ na tworzenie skrętu włókien mają czynniki zewnętrzne;
- **nierównomierna szerokość słoików rocznych** – widoczna różnica między szerokością słoików rocznych, występujących obok siebie pojedynczo lub grupowo. Występuje zawsze w drewnie pozyskanym w dużym stopniu z zaniedbanych (nieodstatecznie pielęgnowanych) drzewostanów. Gdy z cięciami pielęgnacyjnymi wkracza się zbyt rzadko i przeprowadza się je zbyt intensywnie, pojawienie się tej wady jest regułą;
- **rdzeń mimośrodowy i wielordzenność** – rdzeń w pojęciu technicznym stanowi centralną część strzały, obejmującą właściwy rdzeń i kilka przyległych słoików rocznych. Zarówno rdzeń, jak i drewno trzyrdzeniowe mają luźną, gąbczastą budowę i jasnobrunatną lub brunatną barwę. Według obowiązującej normy występowanie rdzenia nie jest wadą;
- **rdzeń mimośrodowy** – położony poza środkiem geometrycznym przekroju poprzecznego; występuje często łącznie ze spłaszczeniem strzały i twardzicą. W związku z przesunięciem rdzenia w stosunku do środka przekroju poprzecznego, na czole tarcicy występuje jednostronne zwiększenie szerokości słoików, któremu często towarzyszy twardzica. Przyczyny powstawania mimośradowości rdzenia związane są najczęściej z naturalnym dążeniem drzewa do utrzymania pionowego wzrostu. W wyniku odchylenia się osi drzewa tkanka twórcza zaczyna wytwarzać tzw. drewno reakcyjne, które umożliwia drzewu powrót do normalnego położenia. (Twardzica i drewno ciągłe to drewno reakcyjne, gdyż powstaje jako reakcja na długotrwałe bodźce mechaniczne);
- **wielordzenność** – występowanie dwóch lub więcej rdzeni, otoczonych odrębnym usłojeniem, które dopiero w pewnej odległości przechodzi we wspólny system usłojenia;
- **twardzica** – drewno reakcyjne, które tworzy się u drzew iglastych. Ma ono odmienną strukturę niż drewno normalne. Widoczne na przekroju poprzecznym jako czerwono-brunatna strefa słoika rocznego, podobna z wyglądu do drewna

późnego. Występuje łącznie z krzywizną, mimośrodowością rdzenia i spłaszczeniem najczęściej w odziomkowej części pnia;

- **drewno ciagliwe** – tworzy się w drewnie drzew liściastych jak topola, wiąz, brzoza. Drewno ciagliwe (napięciowe, reakcyjne) to swoista postać drewna liściastego, o odmiennej strukturze w stosunku do drewna normalnego, widoczna na przekroju poprzecznym po przeschnięciu jako strefa wczesnego drewna o barwie brunatnej;
- **pęcherz żywiczny** – to pęknięcie wypełnione żywicą, spotykane w rdzeniowej partii drewna; pęcherze żywiczne występują w drewnie gatunków iglastych z wyjątkiem jodły, najczęściej w drewnie świerka;



*Rysunek 3.9 Pęcherz żywiczny*

Źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Pęcherz\\_żywiczny](http://pl.wikipedia.org/wiki/Pęcherz_żywiczny)

- **przeżywiczenie** – zwiększa gęstość i trwałość drewna, a zmniejsza przepuszczalność dla cieczy;
- **zakorek** – to wrośnięte w drewno płaty kory w wyniku zrośnięcia się napływów korzeniowych, konarów, dwóch drzew itp. Wyróżniamy:
  - zakorek otwarty – widoczny na czole i pobocznicy pnia, na której przyjmuje postać bruzdy wypełnionej korą,
  - zakorek zarośnięty – widoczny na czole drewna jako szczelina wypełniona korą, występuje często z wielordzennością;
- **martwica** to warstwa obumarłego drewna z odpadającą korą lub przykryta nowo narastającymi słojami drewna, powstająca w drzewach rosnących w następstwie zabicia kambium, np. przez silne nasłonecznienie (oparzenia, zgorzelina), pożar lub zderzenie kory. Nowo utworzone drewno i kora otaczają wypukłym wałkiem i stopniowo zakrywają zabitkę, jeżeli jej wymiary nie są zbyt duże. Drewno to nie zrasta się z drewnem zabutki, wskutek czego tworzy się wąska szczelina, wypełniona niekiedy resztkami kory.

### 3.1.5 Zabarwienia drewna

Zabarwienia to zmiany naturalnej barwy drewna, którym nie towarzyszą objawy jego rozkładu. Powstają one w następstwie działania na drewno zarówno czynników biologicznych, jak i niebiologicznych.

Wyróżniamy następujące zabarwienia pochodzenia biologicznego:

- **sinizna** – szaroniebieskie zabarwienie drewna, niekiedy prawie czarne, wywołane przez grzyby pasożytnicze głównie w bielu drewna iglastego, najczęściej u sosny. W krajach Europy Zachodniej i Północnej siniznę uważa się często za cechę korzystną (np. w boazeriach);
- **brunatnica** – krwawobrunatne, niejednolite zabarwienie bielastej części pnia, występujące często z sinizną w drewnie iglastym, głównie sosnowym i świerkowym, składowanym zbyt długo w nieodpowiednich warunkach atmosferycznych;
- **czerven biel** – czerwone zabarwienie strefy bielastej, widoczne w postaci klinowatych smug skierowanych ku rdzeniowi lub w postaci pierścienia. Występuje głównie w składowanym drewnie świerka i bielu dębu;
- **fałszywa twardziel** – zabarwienie wewnętrznej strefy drewna od jasnoróżowej do czerwono-brunatnej w drewnie buka, szarej w drewnie graba, osiki, klonu i jaworu, zarysie kolistym, owalnym, gwiazdzystym lub nieregularnym. Występuje w drewnie beztwardzielowym gatunków liściastych i o niezabarwionej twardzieli (grab, osika, buk, klon, brzoza, topola, jesion, wiąz);
- **wewnętrzny biel** – widoczna na przekroju czołowym, w strefie twardzieli, jasno zabarwiona warstwa drewna, o barwie zbliżonej do bielu, w postaci łuku lub pierścienia, obejmująca od kilku do kilkunastu słoje rocznych; występuje w drewnie twardzielowych gatunków drzew, najczęściej w dębowym. Powstanie wewnętrznego bielu związane jest z działaniem niskich temperatur;
- **zaparzenie** – powstaje w drewnie świeżo ściętych drzew, o niezabarwionej twardzieli, składowanych w ciepłej porze roku; zmiana naturalnej barwy często na czerwono-brunatną, widoczną na przekroju czołowym w postaci drobnych plam, które powiększając się, mogą tworzyć jednolitą zwartą powierzchnię. Zmiana zabarwienia jest wynikiem biochemicznych zmian treści komórek miękiszowych, które to zmiany zachodzą pod wpływem powietrza wnikałego w drewno po ścinie.

Wyróżniamy następujące zabarwienia pochodzenia niebiologicznego:

- **zaciągi garbnikowe (słoneczne)** – brunatne zabarwienie drewna, w postaci plam, od których ciągną się w głąb drewna klinowate smugi. Zabarwienie jest następstwem utleniania wylugowanych garbników. Powstaniu zaciągów sprzyja silne nasłonecznienie czoł drewna, ciepło i wilgotność oraz intensywne wyparowywanie wody wolnej, w której rozpuszczone są związki garbnikowe. Występuje w drewnie liściastym zawierającym garbniki, głównie w dębowym;
- **plamy wodne** – rdzawe lub szaro-brunatne zabarwienie w warstwie trzyobwodowej drewna spławianego lub składowanego w wodzie. Przyczyną ich powstawania są zarówno zaburzenia w procesach przewodzenia wody, jak i przepływ wód

opadowych przez pęknięcia między rozwidleniami, otwory po odłamanych gałęziach itp. Plamy wodne występują w drewnie wszystkich gatunków drzew, najczęściej jednak u jodły, sosny, osiki, buka, jesionu.

### 3.1.6 Porażenia grzybami

Porażenie drewna spowodowane działaniem grzybów w pierwszej fazie powoduje zmianę naturalnej barwy drewna niewywołującą jego rozkładu. W drugiej fazie porażenia następuje intensywna zmiana barwy z postępującym rozkładem struktury drewna, któremu towarzyszy pojawienie się zgnilizny. Zakażeniu grzybowemu ulega zarówno drewno pnia drzewna, jak i drewno składowane po ścięciu i obróbce lub drewno użytkowane. Do wad drewna spowodowanych porażeniem przez grzyby zalicza się plamy i smugi w twardzieli, pleśń, zabarwienie bielu, zaparzenie, brunatnicę i zgniliznę drewna.

- **plamy i smugi w twardzieli** są to zmiany naturalnego zabarwienia w części twardzielowej drewna, niezmniejszające jego twardości. Powstają one w rosnącym drzewie pod wpływem działania grzybów powodujących zmiany barwy drewna lub jego rozpad;
- **pleśń** – ujawnia się na powierzchni tarcicy w postaci grzybni i owocników grzybów pleśniowych;
- **zabarwienie bielu** jest to nienormalna barwa bielu powstająca w drewnie ściętym wskutek działania grzybów barwiących drewno, lecz niewywołujących ich rozkładu;

Zależnie od barwy bielu i intensywności rozróżnia się następujące odmiany zabarwienia bielu:

- siniznę, szare zabarwienie o odmianach zielonkawych,
- barwne plamy, np. pomarańczowe, żółte, różowe,
- jednolite o odcieniach jaśniejszych (niezakrywających rysunku drewna) lub ciemniejszych (zakrywających rysunek drewna).

W zależności od przenikania barwy bielu rozróżnia się zabarwienie bielu:

- powierzchniowe (do głębokości 2 mm),
- głębokie (do głębokości większej niż 2 mm);
- **zaparzenie drewna** – brunatna barwa bielu o różnych odcieniach i intensywności, występująca w drewnie ściętych drzew liściastych. Występowanie tej wady w znacznym stopniu powoduje zmniejszenie twardości drewna. Brunatnica występuje często z sinizną, powoduje niejednolite krwawobrunatne zabarwienie bielu w ściętym drewnie drzew iglastych, zwłaszcza w drewnie sosny i świerku;
- **zgnilizna drewna** – nienormalna barwa części drewna o zmniejszonej lub niezmniejszonej twardości, powstająca w wyniku niszczącego działania grzybów.

W praktyce rozróżnia się dwa rodzaje zgnilizny:

- twardą – początkowe stadium rozkładu komórek drewna objawiające się zmianą barwy bez zmian struktury drewna,

- miękką – wyraźny rozkład komórek drewna objawiający się nie tylko zmianą barwy, lecz także zniszczeniem struktury drewna o różnym stopniu nasilenia.

W zależności od położenia na przekroju pnia w drewnie okrągłym zgnilizna twarda i miękka może być:

- zewnętrzną,
  - wewnętrzną,
  - rozproszoną;
- **zgnilizna bielu** – ujawnia się zmianą zabarwienia w drewnie ściętym, z którego pozyskiwana tarcica iglasta wykazuje zmiany zabarwienia z odcieniem różowobrunatnym, zaś tarcica liściasta – zabarwienie pstre przypominające mazur. Zgnilizna bielu może przenikać w głąb drewna. Zgnilizna to stadium rozkładu komórek drewna wywołane przez grzyby pasożytnicze;
  - **zgnilizna twarda jasna** – o zabarwieniu jaśniejszym od drewna normalnego występuje głównie w drewnie gatunków drzew liściastych;
  - **zgnilizna twarda ciemna** – o zabarwieniu brunatnym, brązowym występuje częściej w drewnie gatunków iglastych;
  - **zgnilizna miękka** – w niej następuje rozkład komórek drewna objawiający się nie tylko zmianą barwy drewna, lecz także zmianami fizyko-mechanicznymi cech. Wskaźnikiem jej występowania mogą być widoczne na poboczniczy pnia owocniki grzybów, ślady po nich lub wklęsnięcia kory.

### 3.1.7 Uszkodzenia mechaniczne

Wyróżniamy następujące uszkodzenia mechaniczne:

- **chodniki owadzie** – ślady żerowania owadów niszczących drewno w postaci chodników i otworów;
- **odarcie kory** – część poboczniczy niekorowanego drewna okrągłego pozbawiona kory;
- **spala żywiczna** – widoczne na poboczniczy drewna okrągłego ślady nacięć kory i zewnętrznych słoików rocznych wykonanych w procesie pozyskiwania żywicy balsamicznej;
- **zaciosy** – skaleczenia, uszkodzenia poboczniczy drewna okrągłego pilarką, siekierą, pociskiem, łańcuchem, nożem, capiną itp.;
- **obecność ciał obcych** – tkwiące w drewnie kawałki metali, kamieni itp. oraz towarzyszące im zmiany barwy w otaczającym drewnie, które często przechodzą w zgniliznę;
- **zwęglenia** – opalenia i nadwęglenia poboczniczy, rzadziej czoła drewna okrągłego w wyniku uszkodzenia ogniem (pożary lasu, ogniska itp.);
- **uszkodzenia przez ptaki** – widoczne na poboczniczy pnia otwory różnej średnicy i głębokości wydrążone przez ptaki.

## 3.2 Wady przetarcia i składowania

### 3.2.1 Wady przetarcia

Podczas procesu przecierania może dojść do uszkodzenia materiału na skutek braku odpowiednich kwalifikacji pracowników lub używania uszkodzonych maszyn. Typowe wady to rysy, falistość przetarcia, mechowatość powierzchni. Wady te można zaobserwować na powierzchni przetartego elementu.

### 3.2.2 Błędy popełniane podczas składowania

Materiał powinien być odpowiednio przygotowany do składowania i transportu. Tarcicę układa się w stosy na spoziomowanych legarach (przekładkach). W każdym stosie powinna być magazynowana tarcica tego samego rodzaju drewna. Boki stosów powinny być zwrócone do kierunku wiatru, co pozwala na zmniejszenie pęknięć czół. Dla zabezpieczenia drewna przed wpływem czynników atmosferycznych należy stosować kąpiele antyseptyczne.

### 3.2.3 Zabezpieczenie drewna przed korozją

Tempo i stopień degradacji materiału zależą od wpływu czynników atmosferycznych oraz od sposobu konserwacji.

Należy pamiętać o:

- odpowiedniej wentylacji konstrukcji – musi być przewiewna, z zachowanym obiegiem powietrza (ochrona przed pleśnią, grzybami);
- odpowiedniej izolacji – należy odizolować materiał od podłoża (pleśń, grzyby);
- niedopuszczeniu do kontaktu materiału z wilgocią (grzyby, pleśń);
- poddaniu impregnacji elementów narażonych na działanie trudnych warunków atmosferycznych. Impregnacja zanurzeniowa pozwala na naturalne wnikanie czynnika zabezpieczającego w głąb struktury drewna. Impregnacja ta jest głęboka, pozwala na zachowanie właściwości mechanicznych tarcicy (grzyby, pleśń);
- pokryciu impregnatem zawierającym filtr UV tych elementów zewnętrznych, które narażone są na działanie promieni słonecznych (szarzenie, niszczenie struktury);
- zabezpieczeniu drewna przed atakiem insektów.

## 3.3 Wpływ wad w surowcu na jakość drewna użytkowego

### 3.3.1 Wpływ sęków

**Sęki** wywierają ujemny wpływ na mechaniczne właściwości drewna, zmniejszają zwłaszcza jego wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien i wytrzymałość na zginanie statyczne.

**Sęki zdrowe** wpływają dodatnio na wytrzymałość drewna na rozłupywanie.

Ujemny wpływ sęków otwartych na mechaniczne właściwości drewna występuje w większym stopniu w tarcicy niż w sortymentach okrągłych. Ujemny wpływ sęków otwartych na trwałość drewna zależy od ich stanu zdrowotnego i gatunku drzewa. Wpływ sęków zepsutych i tabaczných drewna gatunków iglastych i twardestielowych liściastych na trwałość otaczającego drewna nie jest tak duży, jak w drewnie gatunków beztwardzielowych, gdyż zgnilizna na ogół przechodzi tylko na otaczające drewno bielaste. W drewnie beztwardzielowym gatunków liściastych sęki zepsute i tabacne mogą spowodować infekcję drewna przez grzyby.

### 3.3.2 Wpływ pęknięć

Pęknięcia znacznie obniżają jakość drewna, a stopień zmniejszenia wartości technicznej zależy od wielkości pęknięcia i miejsca ich występowania. Ponadto pęknięcia stwarzają warunki dla rozwoju grzybów.

### 3.3.3 Wpływ wad kształtu

Możemy wyszczególnić następujące wpływy wad kształtu:

- **krzywizna** – powoduje obniżenie wydajności surowca tym większe, im większa jest strzałka wygięcia. W wyjątkowych przypadkach może być zaletą, np. do budowy elementów konstrukcyjnych taboru wodnego;
- **rozwidlenie** – obniża wydajność surowca, ponadto w miejscu rozwidlenia występuje często zakorek i pęknięcia, przez które wnika w drewno woda z zarodnikami szkodliwych grzybów;
- **zbieżystość** – nadmierna zbieżystość, obniża jakość drewna okrągłego i tarcicy. W tarcicy stanowi przyczynę powstawania pozornego skrętu włókien obniżającego jej wytrzymałość. W drewnie przeznaczonym na słupy różnego rodzaju zbieżystość stanowi pożądaną cechę ze względu na wzrost wytrzymałości na zginanie;
- **spłaszczenie** – powoduje nadmierną ilość odpadów w dalszej obróbce, zwłaszcza przy łuszczeniu. Tarcica wyprodukowana z takiego surowca paczy się i pęka z powodu różnej kurczliwości drewna wąsko- i szerokościowego;
- **zgrubienie odziomkowe** – utrudnia ścinę drzew; przy obróbce drewna powoduje zwiększenie ilości odpadów i ukośne przecięcia włókien;
- **rakowatość** – obniża jakość sortymentów, gdyż drewno rakowate powstałe w wyniku przerostu tkanki, wykazuje splątany układ włókien. Do tego dołącza się często ujemny wpływ zgnilizny;
- **obrzęk** – w drewnie konstrukcyjnym i sklejkowym z uwagi na nieprawidłowy układ włókien jest uważany za dużą wadę, ponieważ zmniejsza wytrzymałość mechaniczną materiału. Surowiec z tą wadą może być jednak poszukiwany ze względu na dekoracyjny (zawiły układ włókien) wygląd drewna. Szczególnie obrzęki na brzozie, zwane czeczotą, czy u jesionu, zwane ptasim oczkiem, cenione są przez przemysł okleinowy.

### 3.3.4 Wpływ wad budowy

Wyróżniamy następujące wpływy wad budowy:

- **skręt włókien** – pogarsza wydatnie mechaniczne właściwości drewna w stopniu tym większym, im większy jest kąt nachylenia włókien. Wpływa on również na zmianę niektórych właściwości fizycznych, np. powoduje znacznie większą kurczliwość wzdłuż włókien niż w drewnie prostowłóknistym. Niewielki skręt włókien (do 6 %) nie wpływa na ogół na zmianę właściwości mechanicznych drewna;
- **nierównomierna szerokość słoików rocznych** – powoduje tworzenie się pęknięć okrężnych w następstwie odmiennej kurczliwości drewna wąskosłoistego i szerokosłoistego. Stanowi wadę surowca rezonansowego ze względu na odmienną przewodność akustyczną drewna, a z uwagi na zróżnicowanie właściwości mechanicznych jest wadą drewna lotniczego. Mimo że nierównomierna szerokość słoików rocznych nie jest wadą w drewnie okleinowym, to jej występowanie jest najczęściej niepożądane i z tego względu np. odziomki dębowe z tą wadą bywają obcinane i przeznaczane na inny cel (np. do produkcji beczek);
- **rdzeń mimośrodowy** – nadmierne odchylenie rdzenia od osi pnia zmniejsza wydatnie wartość użytkową sortymentów, zwiększa skłonność do pęknięcia i paczenia się z powodu nieregularnej budowy drewna;
- **wielordzenność** – występuje często łącznie ze spłaszczeniem strzały i w towarzystwie zakorka. Zmniejsza wydajność surowca drzewnego, najczęściej z powodu wad towarzyszących (zakorek, spłaszczenie);
- **twardzica** – zmniejsza wartość użytkową niektórych sortymentów. Utrudnia obróbkę z powodu zwiększonej twardości drewna. Znaczna kurczliwość wzdłuż włókien drewna twardzicy powoduje pęknięcie i paczenie się materiału;
- **drewno ciągliwe** – zwiększa skłonność drewna do paczenia i pozostawia mechową powierzchnię po przetarciu;
- **pęcherz żywiczny** – jego obfite występowanie zmniejsza wartość użytkową niektórych sortymentów, w szczególności utrudnia obróbkę drewna;
- **przeżywiczenie** – na mechaniczne właściwości drewna z wyjątkiem udarności nie wywiera istotnego wpływu. Utrudnia obróbkę, zwłaszcza powierzchniową oraz klejenie drewna;
- **zakorek** – zakłóca jednorodną budowę drewna z powodu wygięcia słoików rocznych wokół zakorka; wpływ ten zależy od wymiarów i liczby zakorków;
- **martwica (zabitka)** – odsłonięte drewno martwicy narażone jest na zmiany zabarwienia, pęknięcia, zgniliznę i niszczenie przez owady. U gatunków iglastych bywa niekiedy pokryta gruzełkami żywicy, a sąsiednie warstwy mogą być przeżywiczone.

### 3.3.5 Wpływ zabarwień

Wyróżniamy następujące wpływy zabarwień:

- **sinizna** – obniża wartości estetyczne drewna, utrudnia jego nasycanie. Widoczne w postaci promieniowo przebiegających smug w części przyobwodowej. Intensywność barwy zsiniałego drewna wiąże się z pewną obniżką udarności.

Sinizna zmniejsza estetyczne walory drewna i wpływa niekorzystnie na jakość produktów chemicznego przerobu. Zwiększa również jego przepuszczalność dla cieczy;

- **brunatnica** – wpływa na właściwości techniczne podobne jak sinizna. Zbrunatnienie drewna, często zanikające wraz z przesychaniem, połączone z silnym, przykrym zapachem jest cechą często twardzieli jodły; w początkowym stadium trwającym ok. 40 lat nie wpływa ono na obniżenie wytrzymałości drewna, później przechodzi w zgniliznę. W twardzieli dębu występuje zbrunatnienie wewnątrz twardzieli, zwane „spalenizną”, traktowane u nas jako poważna wada drewna, w Anglii jako zaleta. W ciągu dłuższego czasu (50 - 100 lat) może ona przemienić się w zgniliznę, szczególnie wówczas, gdy połączona jest z dużą raną otwartą (odłamany czub, konar). Brunatnica obniża wytrzymałość nawet o 20 % i z tego powodu drewno obarczone brunatnicą jest wykluczone z konstrukcji, narażonych na znaczne obciążenia (np. stojaki kopalniane);
- **fałszywa twardziel** – jeśli jest zdrowa, czerwobrunatna, nie wpływa ujemnie na mechaniczne właściwości drewna, zmniejsza jedynie podatność na nasycanie i gięcie oraz wpływa niekorzystnie na estetyczny wygląd drewna. Utrudnia gięcie drewna buka. Szara barwa fałszywej twardzieli dowodzi istnienia procesów rozkładowych;
- **wewnętrzny biel** – zakłóca jednorodność barwy i fizykochemiczne cechy drewna twardzieli oraz stanowi strefę o małej odporności na rozkład grzybów;
- **zaparzenie** – w ciągu bardzo krótkiego czasu prowadzi do rozkładu uniemożliwiającego przerób drewna (jest to jedna z najgroźniejszych wad wtórnych). Wraz z powietrzem wnikają zarodniki grzybów powodujące jednocześnie z zaparzeniem lub opóźniony rozkład drewna z charakterystycznymi w pierwszej fazie plamami na czerwobrunatnym tle, widocznym tylko na świeżych przekrojach. W dalszej fazie rozkładu drewna zaparzenie przybiera rysunek marmuru. Pod pojęciem „spalenizny” drewna dębu rozumie się krwawo brunatne przebarwienie twardzieli dębu często o przebiegu nieregularnym, powodowane przez grzyb *Fistulina hepatica*. Wada ta, chociaż w normie niewymieniona, jest dobrze znana u brakarzy, często dyskwalifikująca cenny surowiec dębowy. Jak wykazały badania Z. Laurowa (1985), drewno dębu ze spalenizną (ale bez zgnilizny) może być w pełni stosowane w konstrukcjach nienarażonych na znaczne obciążenia dynamiczne – nie powinno być zalecane na prowadniki szybowe;
- **zabarwienia** – zwiększają skłonność drewna do pęknięcia i sprzyjają wnikaniu zarodników grzybów w głąb surowca.

### 3.3.6 Wpływ zgnilizny

Zgnilizna twarda zewnętrzna wpływa ujemnie na wygląd drewna i nieznacznie pogarsza jego właściwości mechaniczne. Zgnilizna miękka występuje w drewnie wszystkich gatunków drzew i może rozwijać się w drewnie drzew na pniu i składowanym. Przy znacznym zaawansowaniu zgnilizny drewno traci zupełnie wartość użytkową. Pod wpływem działania grzybów wywołujących zgniliznę brunatną (destrukcyjną) porażone drewno zmienia stopniowo zabarwienie i z czasem staje się brunatne. W porażonym drewnie ulegają rozkładowi celuloza i towarzyszące pentozany (stąd używany również termin: zgnilizna błonnikowa), gdy tymczasem lignina pozostaje

prawie nie tknięta. Wskutek usunięcia w trakcie procesu rozkładu z substancji drzewnej celulozy i innych związków węglowodanowych ściany komórek zmniejszają się i pękają, co z kolei objawia się kurczeniem się drewna, pękaniem i rozpadem na pryzmatyczne klocki. W końcowej fazie rozkładu drewno można z łatwością rozetrzeć w palcach na brunatny proszek.

### 3.4 Literatura

#### 3.4.1 Literatura obowiązkowa

- Krzysik F., Nauka o drewnie, PWN, Warszawa 1974;
- Prażmo J., Stolarstwo, cz. 1., WSiP, Warszawa 1997;
- Prażmo J., Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo, WSiP, Warszawa 1999;
- Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 1995;
- Szczuka J., Żurowski J., Materiałoznawstwo przemysłu drzewnego, WSiP, Warszawa 2005;
- Technologia tworzyw drzewnych. Praca zbiorowa, WSiP, Warszawa 1994.

#### 3.4.2 Literatura uzupełniająca

- Drouet T., Technologia płyt wiórowych, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1992;
- Nowak H., Stolarstwo – technologia i materiałoznawstwo, WSiP, Warszawa 2000;
- Ornatowski T., Figurski J., Praktyczna nauka zawodu, ITE, Radom 2000;
- Perkitny T., Stefaniak J., Technologia produkcji tworzyw drzewnych, PWRiL, Warszawa 1970;
- Polska norma PN-79/D-01011: Podział wad drewna, PKNMiJ, Warszawa 1993;
- Polska norma PN-79/D-01012: Podział wad drewna, PKNMiJ, Warszawa 1993;
- Polska norma PN-85/D-02002: Podział drewna okrągłego ze względu na grubość, PKNMiJ, Warszawa 1992;
- Polska norma PN-93/D-02002: Surowiec drzewny. Podział, terminologia i symbole, PKNMiJ, Warszawa 1993;
- Polska Norma PN-EN 309:2005: Płyty wiórowe – definicje i klasyfikacja;
- Polska Norma PN-EN 313-1:2001: Sklejka – klasyfikacja i terminologia, cz. 1. Klasyfikacja;
- Polska Norma PN-EN 313-2:2001: Sklejka – klasyfikacja i terminologia, cz. 2. Terminologia;
- Prządka W., Technologia meblarstwa, WSiP, Warszawa 1973;

- Prządka W., Szczuka J., Technologia meblarstwa, cz. 2., WSiP, Warszawa 1996;
- Ważny J., Karyś J., Ochrona budynków przed korozją biologiczną, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2001.

### 3.4.3 Netografia

- <http://www.uzytkowanie.cba.pl/1/4/4.html>.

## 3.5 Spis obrazów

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Rysunek 3.1 Sęk ciemny .....                         | 4  |
| Rysunek 3.2 Sęk guz .....                            | 5  |
| Rysunek 3.3 Sęk brewka .....                         | 6  |
| Rysunek 3.4 Pęknięcia rdzeniowe proste .....         | 7  |
| Rysunek 3.5 Pęknięcie okrężne .....                  | 8  |
| Rysunek 3.6 Pęknięcia czołowe drewna okrągłego ..... | 9  |
| Rysunek 3.7 Krzywizna .....                          | 10 |
| Rysunek 3.8 Obrzęk .....                             | 12 |
| Rysunek 3.9 Pęcherz żywiczny .....                   | 14 |

## 3.6 Spis treści

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3 Charakterystyka wad drewna, przyczyny ich powstawania oraz skutki w drewnie użytkowym ..... | 2  |
| 3.1 Wady drewna .....                                                                         | 2  |
| 3.1.1 Sęki .....                                                                              | 2  |
| 3.1.2 Pęknięcia .....                                                                         | 6  |
| 3.1.3 Wady kształtu .....                                                                     | 9  |
| 3.1.4 Wady budowy drewna .....                                                                | 13 |
| 3.1.5 Zabarwienia drewna .....                                                                | 15 |
| 3.1.6 Porażenia grzybami .....                                                                | 16 |
| 3.1.7 Uszkodzenia mechaniczne .....                                                           | 17 |
| 3.2 Wady przetarcia i składowania .....                                                       | 18 |
| 3.2.1 Wady przetarcia .....                                                                   | 18 |
| 3.2.2 Błędy popełniane podczas składowania .....                                              | 18 |
| 3.2.3 Zabezpieczenie drewna przed korozją .....                                               | 18 |
| 3.3 Wpływ wad w surowcu na jakość drewna użytkowego .....                                     | 18 |
| 3.3.1 Wpływ sęków .....                                                                       | 18 |
| 3.3.2 Wpływ pęknięć .....                                                                     | 19 |
| 3.3.3 Wpływ wad kształtu .....                                                                | 19 |
| 3.3.4 Wpływ wad budowy .....                                                                  | 19 |
| 3.3.5 Wpływ zabarwień .....                                                                   | 20 |
| 3.3.6 Wpływ zgnilizny .....                                                                   | 21 |
| 3.4 Literatura .....                                                                          | 22 |
| 3.4.1 Literatura obowiązkowa .....                                                            | 22 |
| 3.4.2 Literatura uzupełniająca .....                                                          | 22 |
| 3.4.3 Netografia .....                                                                        | 23 |
| 3.5 Spis obrazów .....                                                                        | 23 |