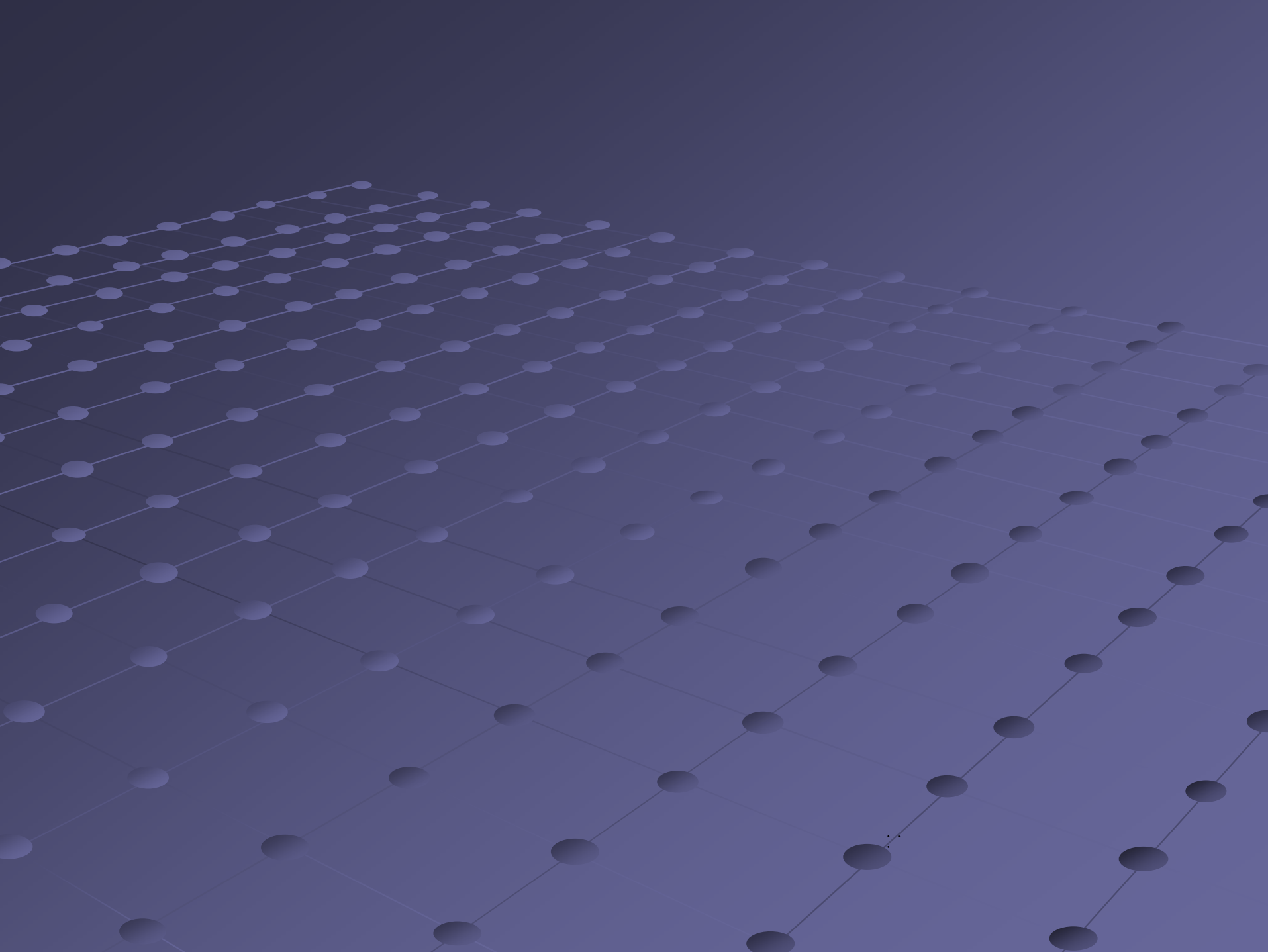




DRZEWO I KOŚCI

- największe osiągnięcia inżynierii materiałowej

Przygotował:
Rafał Jagielski
Informatyka Stosowana

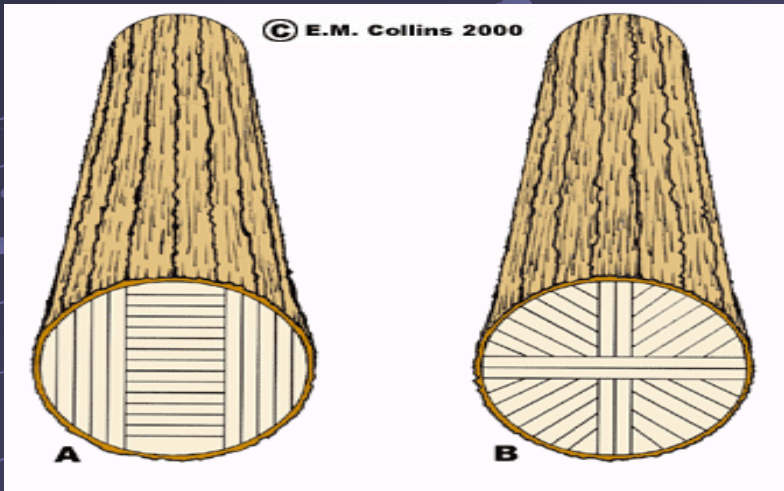


DREWNO



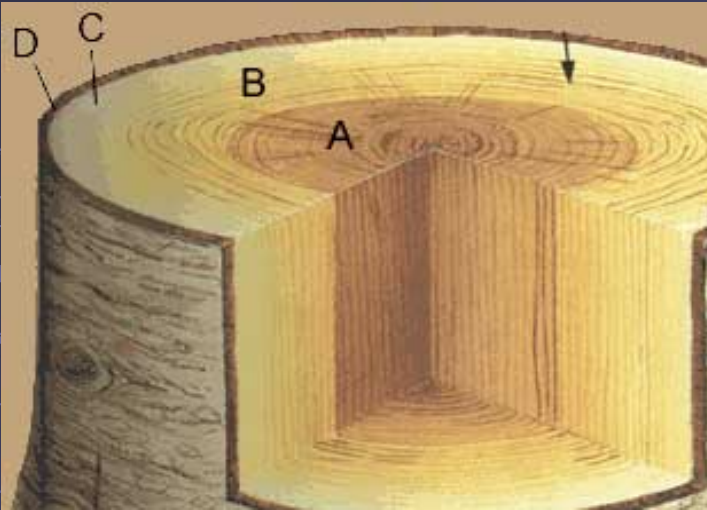
- Najstarszy i najpowszechniej używany materiał konstrukcyjny
- Drewno – otrzymywane z obróbki ściętych drzew
- Wysoka roczna produkcja rzędu 10^9 t
- Długi czas wytwarzania (związany ze wzrostem drzewa)
- Długi czas życia (np. dąb 1000lat)
- Drewno jest surowcem odnawialnym

DREWNO

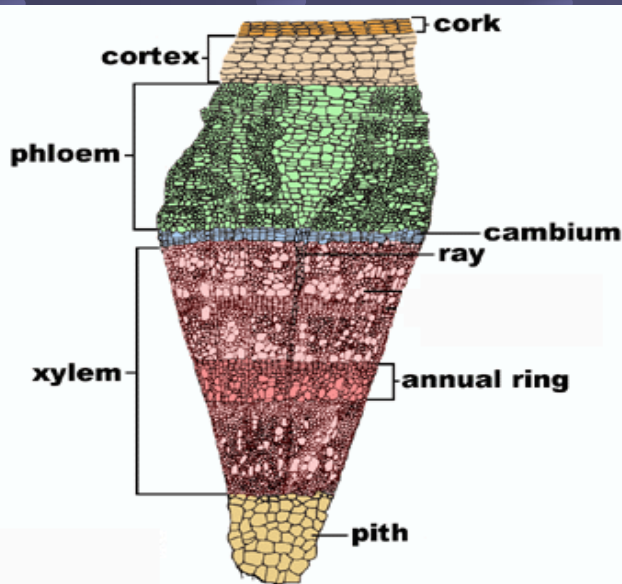


- Drewno- materiał łatwy do obróbki
- Obróbka mechaniczna – korowanie, cięcie, łupanie itp
- Obróbka chemiczna - wyodrębnienie z drewna różnych jego substancji składowych (celulozy, furfurolu itp)
- Obróbka fizykochemiczna – zastosowanie jednoczesnej obróbki chemicznej i mechanicznej w skutek czego otrzymuje się materiały drewnopochodne

Makrostruktura drewna

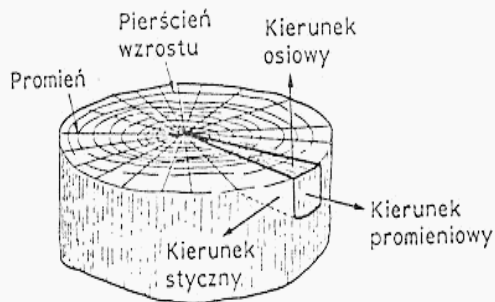


- A - drewno twarde: najstarsza środkowa część drewna starszej rośliny. Naczynia są tu wypełnione i nie przewodzą już płynów, a równocześnie wspierają roślinę oraz stanowią rezerwę pokarmową.
- B - drewno białe: zewnętrzna część drewna starszej rośliny. Naczynia przewodzą tu płyny, równocześnie wspierają roślinę oraz stanowią rezerwę pokarmową.
- C- Łyko
- D- Kora

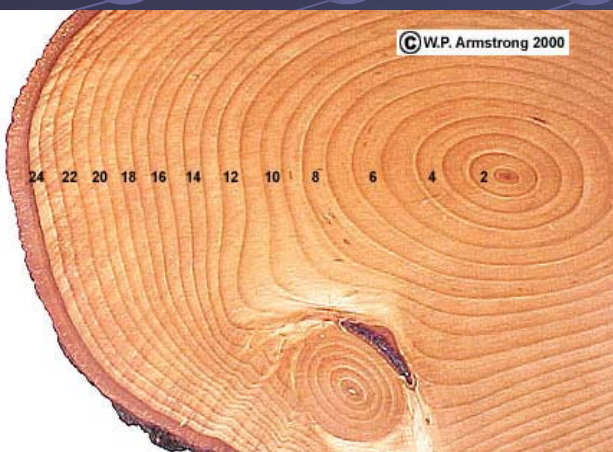


- Większość procesów wzrostu drzewa zachodzi w miazdze twórczej(cambium)
- Po zewnętrznej stronie miazgi narasta tkanka sitowa, zwana łykiem, a po wewnętrznej stronie tkanka naczyniowa, zwana drewnem
- Reszta drzewa jest mniej lub bardziej obumarła
- Drewno narasta corocznie warstwami, które układają się pierścieniami wokół rdzenia(tzw. słoje przyrostu rocznego)

Makrostruktura drewna



Układ współrzędnych stosowany w opisie drzewa :
kierunek osiowy, promieniowy i styczny

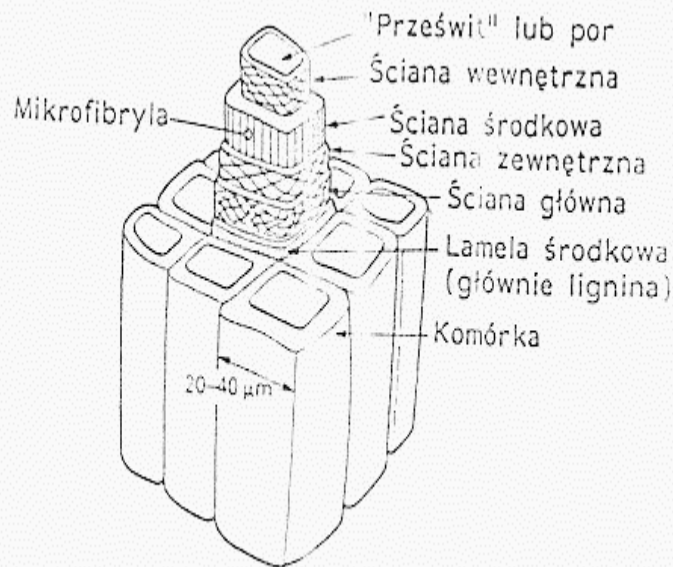
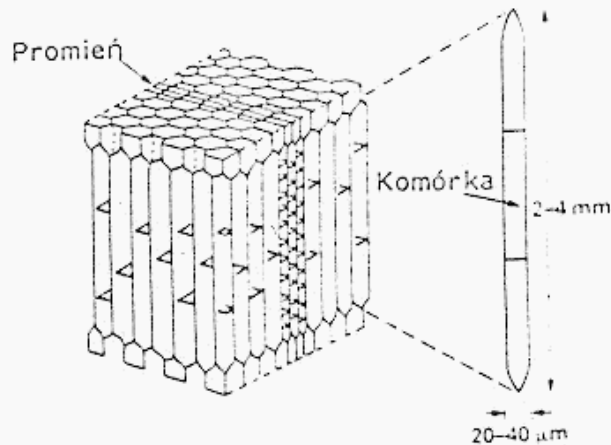


Sęk to podstawa gałęzi wrośnięta w drewno pnia i mająca niezależny od niego układ słoików. W miejscu jego przebiegu drewno jest osłabione i może pęknąć. Wada ta wyklucza stosowanie elementu w konstrukcji



Struktura drewna wydaje się skomplikowana z powodu Dużych, rurowych kanałów z sokiem roślinnym, które przebiegają wzdłuż osi drzewa i transportują płyny od korzeni do gałęzi oraz z powodu mniejszych komórek zwanych promieniowymi, które rozchodzą się promieniście od środka drzewa do kory. Lecz nie są one ważne z mechanicznego punktu widzenia. Bowiem za sztywność, nadają włókna i cewki (komórki drewna).

Mikrostruktura drewna

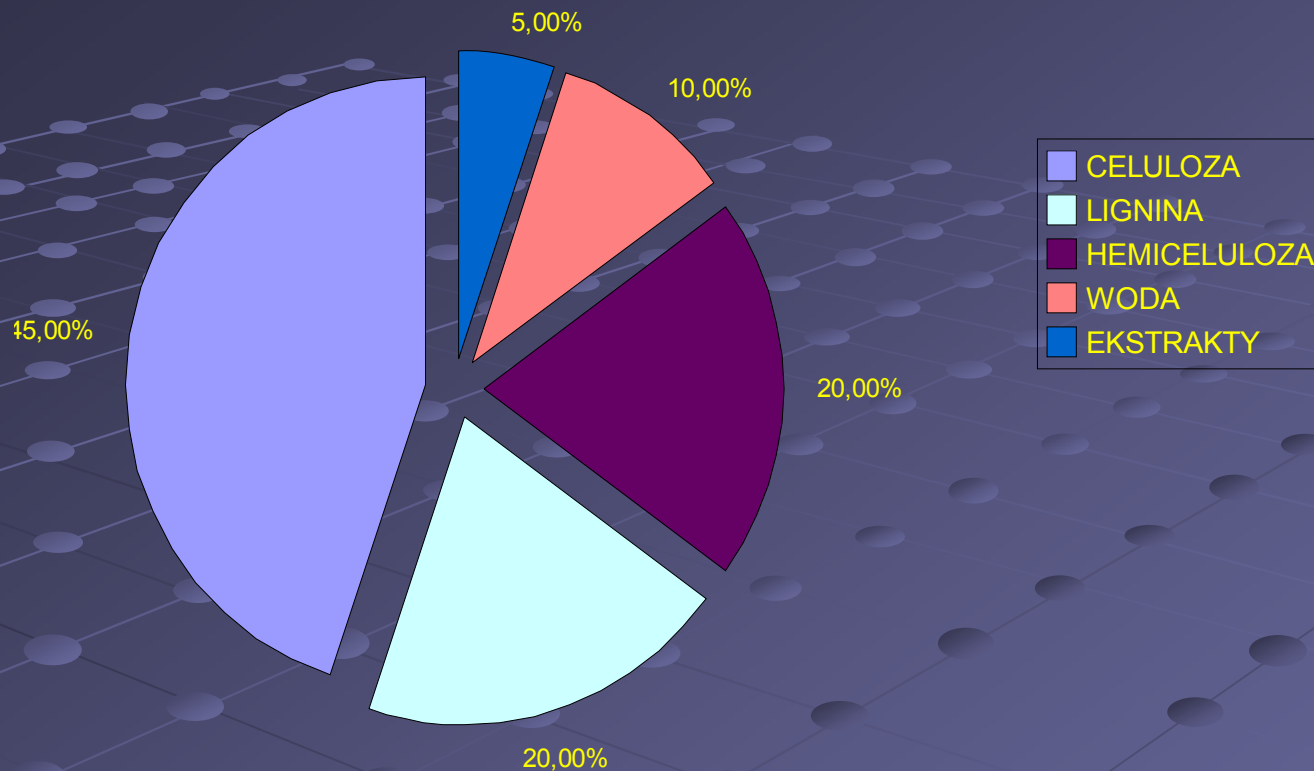


- Drewno jest materiałem komórkowym (piankopodobnym) o gęstości względnej 0,07 - 0,5 [$\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$], o ściankach komórek wzmocnionych włóknami. Właściwości drewna są anizotropowe, częściowo z powodu kształtów komórek, a częściowo ponieważ włókna ścian komórek są zorientowane prawie dokładnie w kierunku osiowym.

- W przekroju osiowym widać heksagonalny kształt w przybliżeniu przekrój poprzeczny komórek. W przekroju promieniowym i stycznym widać ich wydłużone kształty.

- Mikrofibryla posiada dużą wytrzymałość i pochodzi ze skrytalizowanej celulozy (widoczne w chropowatym papierze)

Skład ściany komórki drewna



- ➔ Celuloza: $(C_6H_{10}O_5)_n$ – polimer liniowy mogący łatwo krystalizować się w postaci mikrofibrylli
- ➔ Rolę osnowy poliepoksydowej ściany komórki drewna pełnią amorficzna Lignina oraz Hemiceluloza częściowo krystaliczna powstała z glukozy
- ➔ Woda oraz Ekstrakty: olejki i sole
- ➔ Choć drewna różnią się ogromnie wyglądem, to skład i budowa ścian ich komórek są takie same
- ➔ Skład pierwiastkowy: węgiel-46%, tlen-44%, wodór-6% i inne subst.chem.-ok.4%.

Właściwości mechaniczne drewna

- W zależności od ilości wody (10%-50%) oraz rodzaju drzewa własności mechaniczne są różne
- Anizotropia drewna zwiększa się gdy gęstość maleje (np. Buk, dąb - balsa, sosna)
- Sprężystość
 - Drewno jest ciałem sprężystym
 - Moduł drewna należy rozpatrywać w powiązaniu z jego strukturą (amorficzność)
 - ★ Drewno jest zwykle obciążone wzdłuż włókna (osiowo) w przypadku obciążeń poprzecznych drewno jest 3x mniej sprężyste
 - ★ Moduł Younga : $E_w = E_s \cdot (\rho / \rho_s)$, zależy głównie od gęstości względnej (ρ / ρ_s), E_s -moduł ściany komórki,
- Wytrzymałość na rozciąganie i ściskanie
 - Osiowa wytrzymałość na rozciąganie wielu rodzajów drewna wynosi ok. 100 MPa , czyli jest mniej więcej taka sama jak wytrzymałość na rozciąganie wytrzymałych polimerów, takich jak poliepoksydy
 - Ciągłość jest mała – przeciętnie 1% odkształcenia do pęknięcia.
 - Wytrzymałość na rozciąganie i ściskanie zależą głównie od gęstości
- Wiaźkość
 - Wiaźkość polega na przewidywaniu czy konstrukcja może ulec zniszczeniu nagle i nieoczekiwanie wskutek rozprzestrzeniania się nagłego pęknięcia. W konstrukcji drewnianej defektem początkowym może być sęk, uszkodzenie komórek w procesie obróbki drzewa.
 - Typowa próba dynamiczna polega na upuszczeniu z coraz większej wysokości ciężaru 1,5 kg; wysokość, z której upuszczenie ciężaru powoduje załamanie belki, jest miarą wiaźkości

ZALETY I WADY DREWNA

● ZALETY:

- łatwe w obróbce
- izoluje termicznie
- Izoluje elektrycznie
- Dobre parametry: sprężystość, wytrzymałość
- materiał ekologiczny
- tanie
- właściwości drewna podzielone przez jego gęstość są tak dobre jak dla wielu stopów aluminium
- ogólnie dostępne

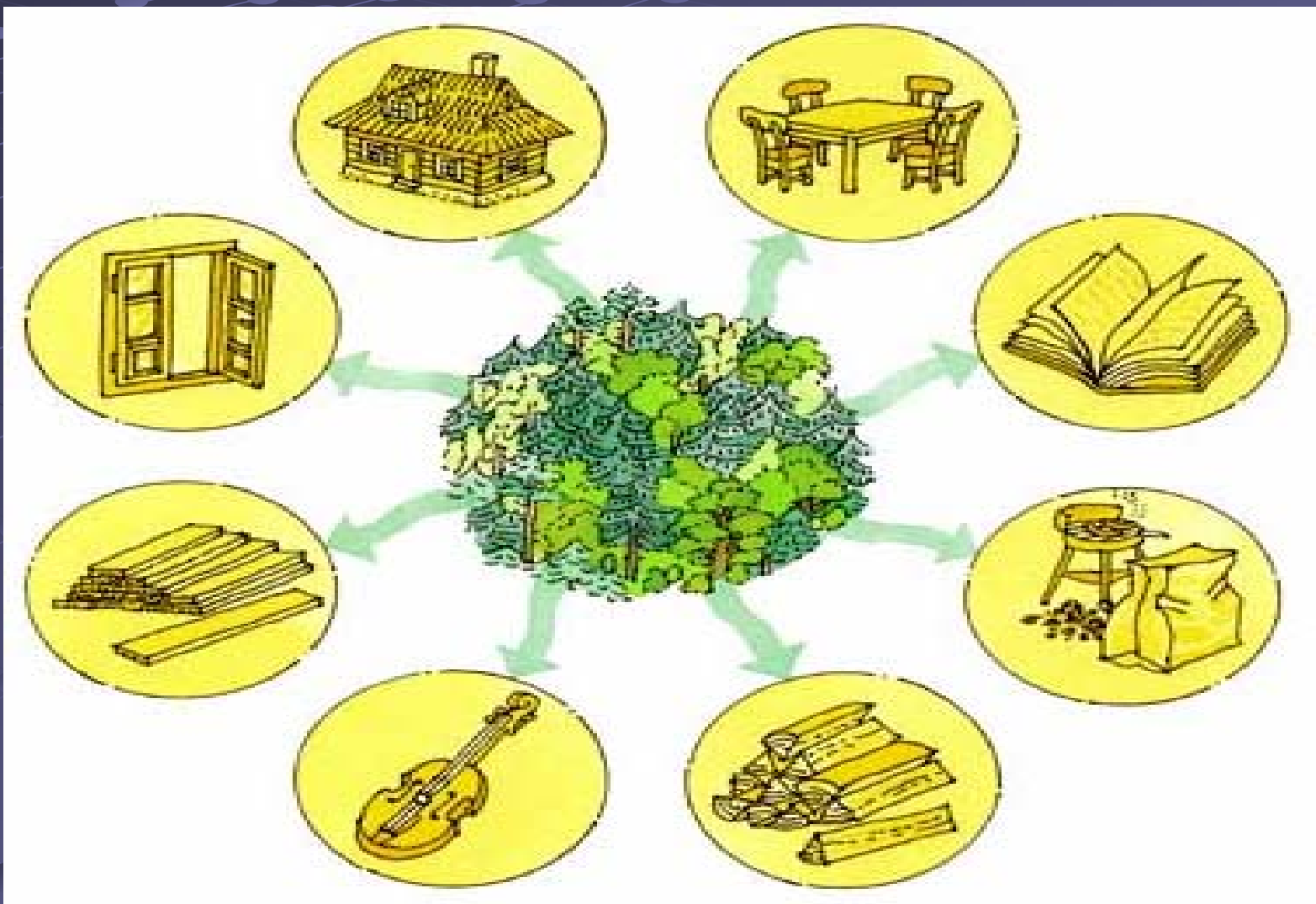
● WADY:

- sękatość
- złe ułożenie włókien (skręt włókien)
- sinienie, grzybienie
- kurczenie, pęcznienie(związane z higroskopijnością)
- zgnilizna

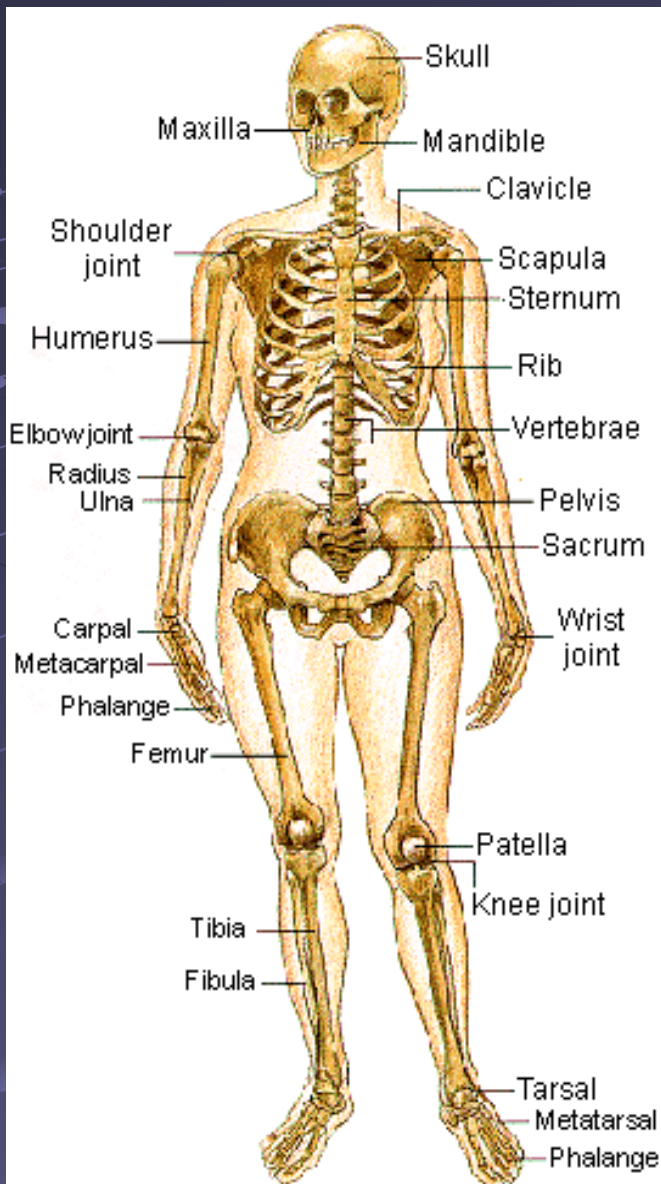


Zastosowanie drewna

Szacuje się, że drewno, jako surowiec doskonały, znalazło dziś w świecie ponad 30 tys. zastosowań. Niewykluczone, przecież, gdy rozejrzemy się wokół, zawsze znajdziemy je w swoim otoczeniu.



KOŚCI



- Kość (łac. Os) jest to twór łącznotkankowy wchodzący w skład szkieletu (łac. Sceletum)
- Szkielet człowieka stanowi zintegrowany układ kości, chrząstek, stawów, więzadeł i jest rusztowaniem całego ciała
- Osteologia – dział anatomii zajmujący się kośćmi
- Kości są siedliskiem szpiku kostnego, którego czynność polega na wytwarzaniu krwinek czerwonych i białych
- Podstawową jednostką kości jest osteocyt

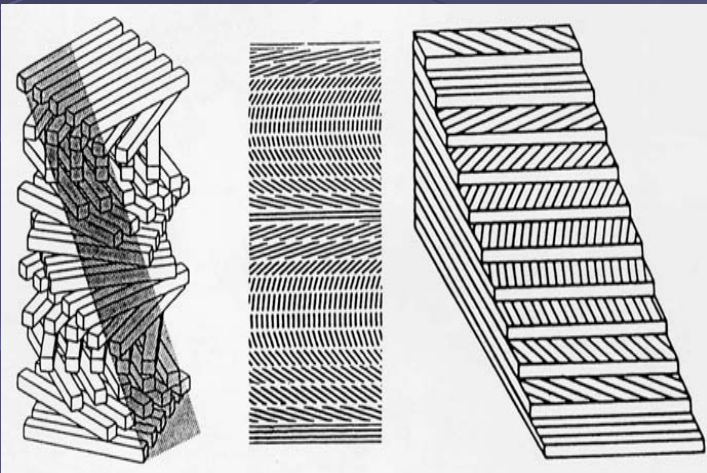
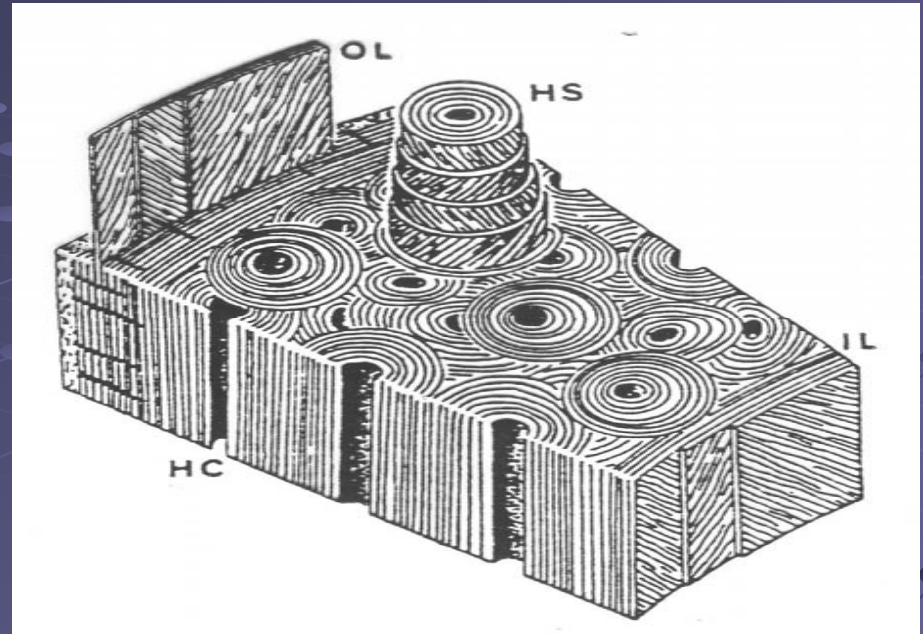
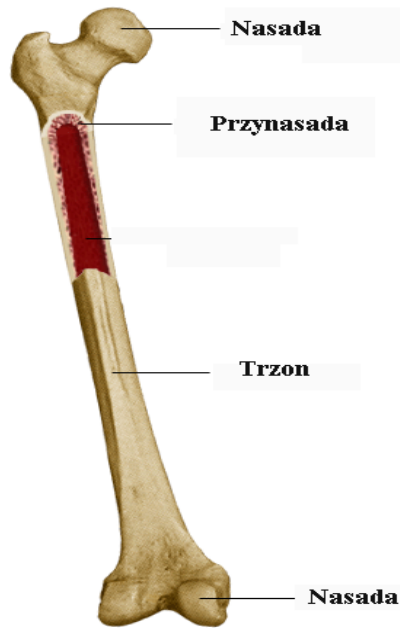


Kości - powstawanie

Większość kości organizmu przechodzi przez 3 stadia rozwojowe:

- Tkanka kościotwórcza – powstająca ze środkowego listka zarodkowego (mezodermy). Tkanka ta tworzy pierwsze stadium szkieletu- szkielet błoniasty
- Przekształcenie szkieletu błoniastego w bardziej sztywny szkielet chrząstkowy, który jest w stanie dotrzymać tempa szybko rosnącemu płodowi.
- Proces kostnienia (ossificatio) odbywa się dzięki odkładaniu się soli mineralnych w przebudowanych chrząstkach. Prawie cała chrząstka w okresie kostnienia zostaje w skutek działania osteoklastów rozbudowana, rozpuszczona, a następnie na gruzach jej zostaje działaniem osteoblastów zbudowana kość.

Makrostruktura kości

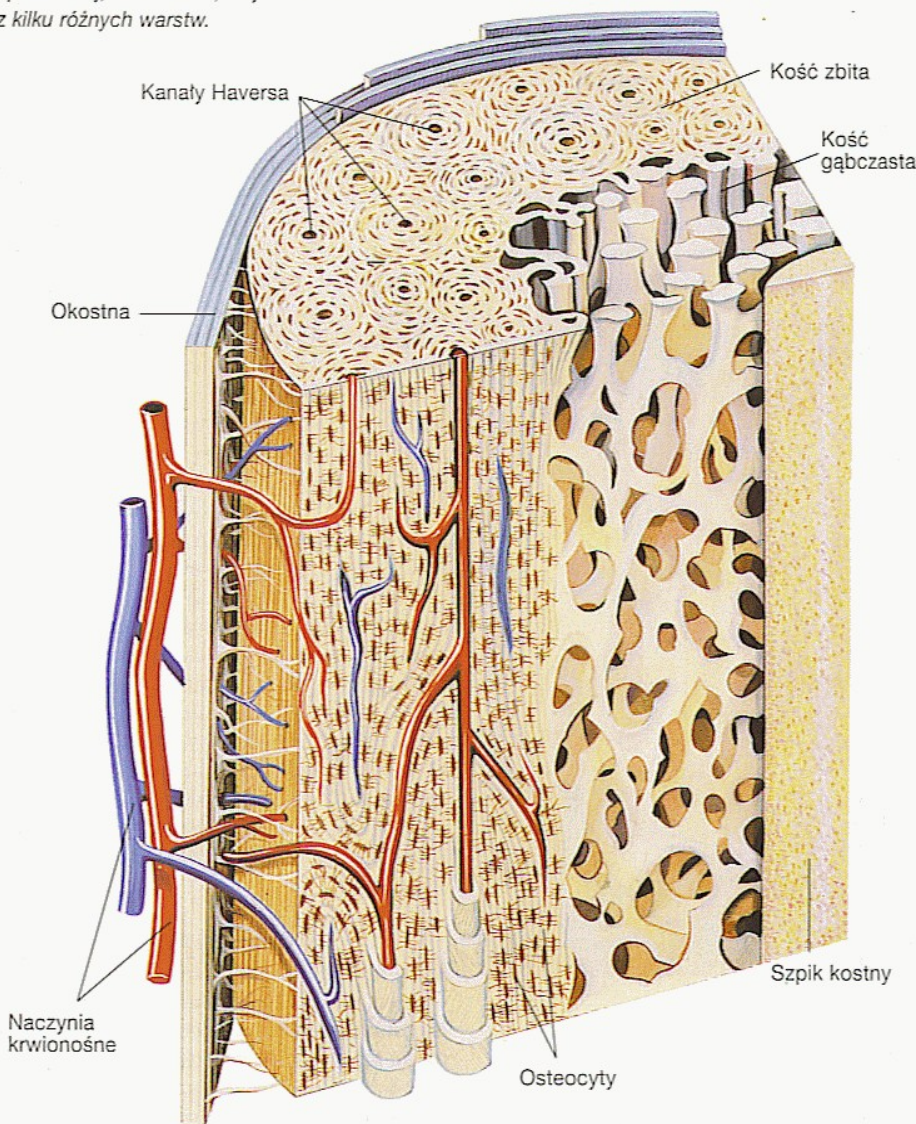


Tkanka kostna zbudowana jest z komórek zwanych osteocytami i z substancji podstawowej zawierające sole wapnia, związki organiczne i wodę. Strukturę międzykomórkową kości tworzą blaszki kostne, w skład których wchodzi pęczki włókien kolagenowych zespolonych substancją podstawową zawierającą sole mineralne. Kolagen w tkance kostnej występuje w postaci krystalicznej i złożony jest z 1000 aminokwasów o helikalnym kształcie.

Makrostruktura kości

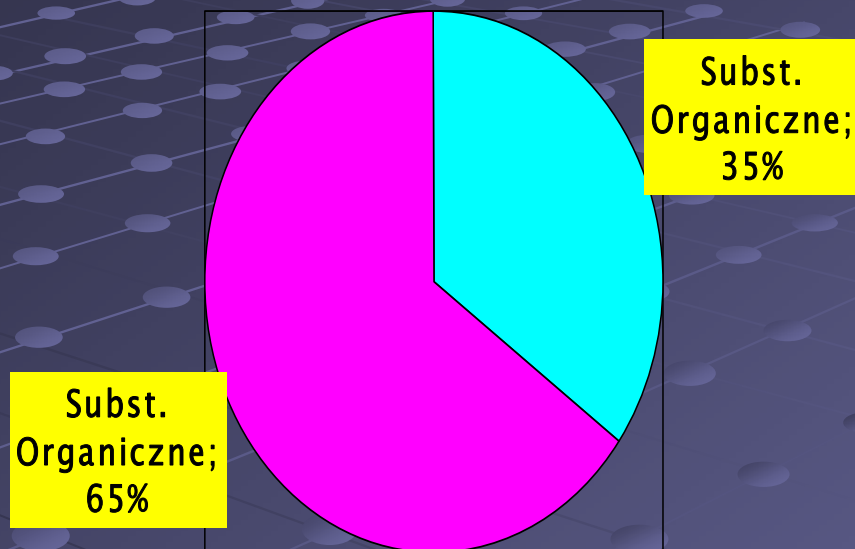
BUDOWA KOŚCI

Oglądając przekrój typowej kości długiej, np. udowej, stwierdzisz, że jest zbudowana z kilku różnych warstw.



- Okostna – cienka włóknista błona okrywająca całą kość (z wyjątkiem stawów). Jej naczynia dostarczają składników mineralnych, a z kolei unerwienie pobudza ośrodki bólowe
- W strukturze kości istnieje warstwa zbita (korowa) i gąbczasta.
- Osteon jest podstawową jednostką strukturalną warstwy korowej kości zbitą i cechuje się kształtem walcowym. Osteony tworzą blaszki kostne ułożone współśrodkowo wokół kanału Haversa.
- Kanał Haversa - który jest wewnątrz osteonu tworzy System Haversa, przez które przebiegają naczynia krwionośne, limfatyczne i włókna nerwowe.
- Kość gąbczasta-zbudowana jest z blaszek kostnych, które są położone ciasno obok siebie tworząc beleczki kostne. Belecжки kostne natomiast tworzą luźną, nieregularną sieć, przypominającą kształtem gąbkę.

Skład chemiczny kości



Substancje Organiczne :

osseina – złożona głównie z kolagenu, przypomina wyglądem chrząstkę

Substancje Nieorganiczne:

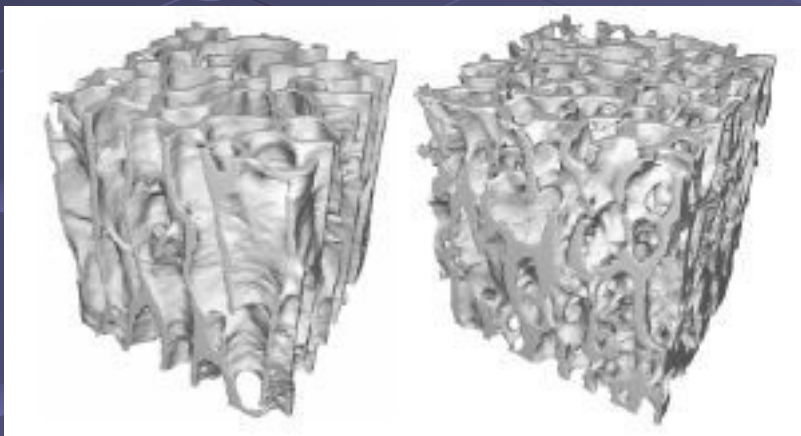
- Sole wapnia
- Fosfor
- Magnez
- Sód
- Fluor

Aby zobaczyć tylko część organiczną należy pozbyć się części nieorganicznej poddając kość działaniu kwasów. Odwapniona kość nie zmienia wtedy kształtu, zachowuje swoją strukturę, ale jest elastyczna, miękka.

Gdy natomiast poddamy kość paleniu, usuniemy z niej przez to osseinę. Taka kość jest pozbawiona struktury, zachowuje swój kształt, ale jest krucha i rozpada się przy nawet lekkim ucisku.

Kość występująca w organizmie żywym zawiera około: 51% wody, 22% substancji mineralnych 15% tłuszczu i 12 % substancji białkowych (osseina)

Właściwości mechaniczne kości



Właściwości mechaniczne kości cechuje silna anizotropia wynikająca z jej struktury.

Przykładowe średnie własności mechaniczne części zbitej ludzkiej kości udowej dla dorosłych ludzi:

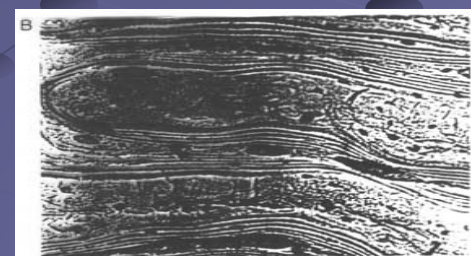
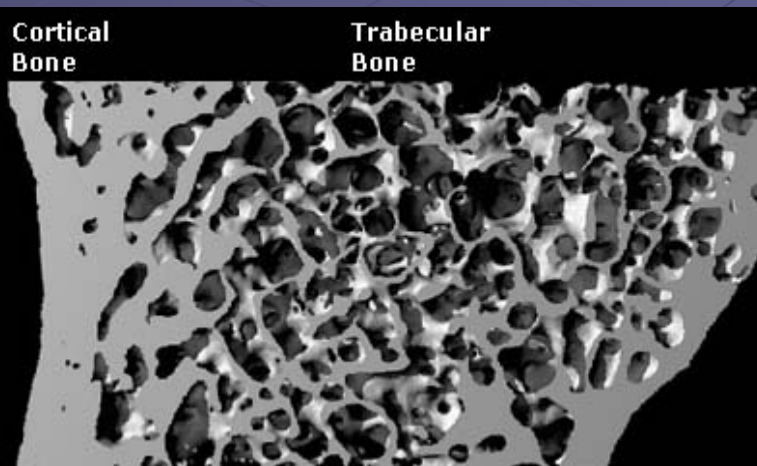
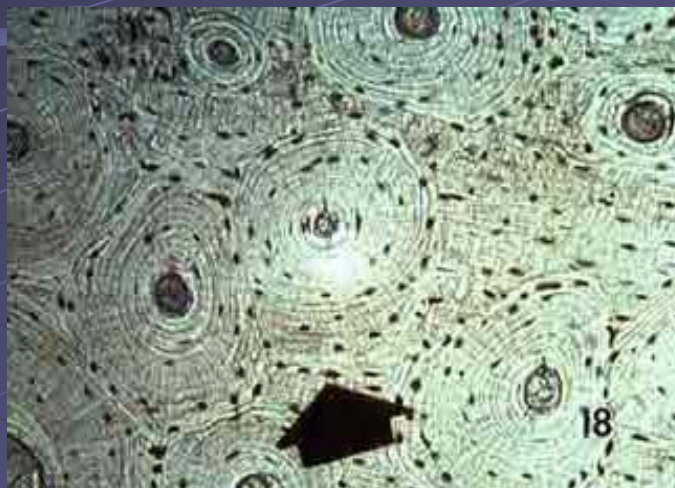
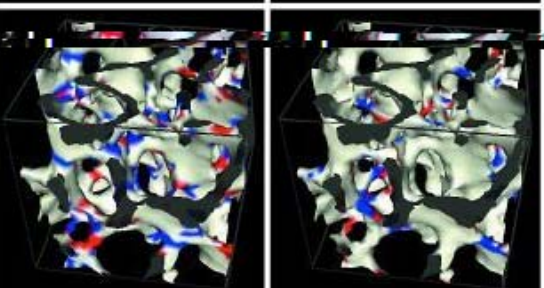
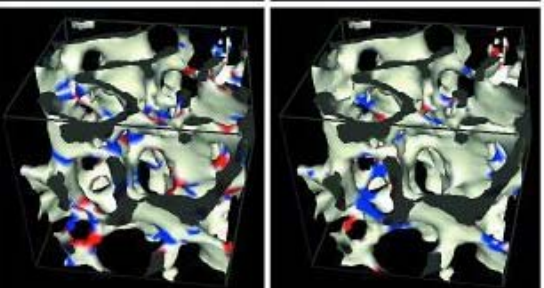
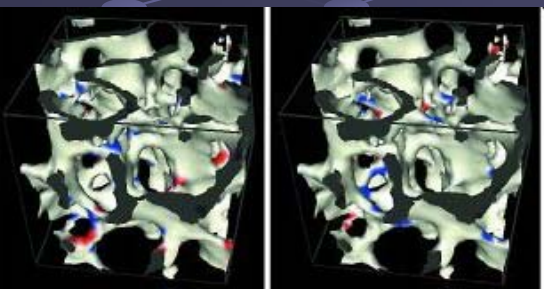
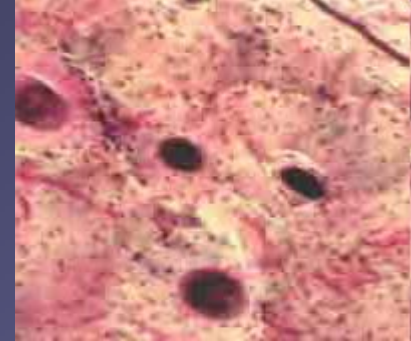
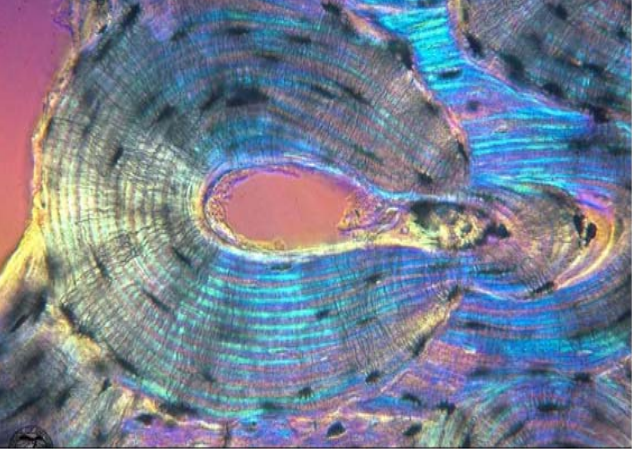
- Wytrzymałość na rozciąganie: 107 MN/m^2
- Graniczne wydłużenie : 135%
- Wytrzymałość na ściskanie: 159 MN/m^2
- Wytrzymałość na zginanie 160 MN/m^2
- Moduł sprężystości poprzecznej: $3,14 \text{ GN/m}^2$

Badania dla próbek pobranych z kości wysuszonej

Właściwości elektryczne kości

- Yasuda badając zjawiska zachodzące w kości pod wpływem jej obciążenia, zaobserwował powstawanie, na jej krawędziach, ładunków elektrycznych. Stwierdził, że kryształy hydroksyapatytu, stanowiącego około 2/3 masy kości, mają właściwości piezoelektryczne. Zjawisko to opisał w 1953 roku, zapoczątkowując, tym samym, badania nad zjawiskami elektrycznymi, zachodzącymi w kości pod wpływem jej odkształcania.
- Badania te zaowocowały odkryciem podobnych zjawisk zachodzących w kolagenie, długich łańcuchach mukopolisacharydów i hodowlach fibroblastów. Bassett badając polaryzację kości pod wpływem jej odkształcenia stwierdził, że w miejscu jej ściskania powstają zawsze ładunki ujemne, zaś w miejscu rozciągania – dodatnie.
- Opisane powyżej zjawiska wpływu potencjału elektrycznego mają tłumaczyć formowanie beleczek kostnych wzdłuż linii napięć, występujących w obciążonej kości podczas jej ciągłego procesu przebudowy
- Badania nad szybszym wzrostem kości pod wpływem działania pola elektrostymulacji prądem elektrycznym

Zdjęcia



Literatura

- Internet
- „Zarys osteologii” - Witold Lutnicki
- „Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim” Michael F. Ashby
- „Biomateriały” Jan Marciniak
- „Wstęp do inżynierii materiałowej” Marek Blichniarski
- „Biomateriały” Henryk Kuś
- „Inżynieria materiałowa” Michael F. Ashby, David R.H. Jones
- Encyklopedia PWN

Koniec

Dziękuję za uwagę!