

# A FA SZILÁRDSÁGA ÉS FIZIKAI TULAJDONSÁGAI\*

Dr. Gillemot László

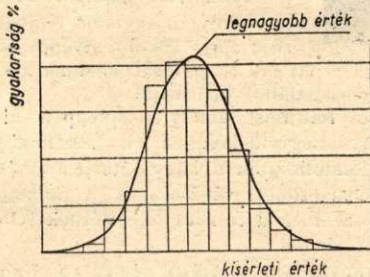
674.07

## A fa szerkezete.

A fa szerkezete heterogén, vagyis különböző méretű és sajátságú sejtek sokasága. Ennek következtében a fa összes fizikai sajátságai is függenek a mérés helyétől és a próbatest irányától, tehát egy és ugyanazon fafajtán belül is a fizikai és szilárdsági tulajdonságok változnak éppen az előbb említett heterogenitás miatt. Minden fajta fizikai és szilárdsági mérésnél ezenkívül figyelembe kell venni azt is, hogy a fa erősen nedvszívó és nedvességtartalma ezeket a sajátságokat igen tág határok között befolyásolja. Egy és ugyanazon fafajtán belül tehát a fizikai tulajdonságok változnak a heterogén szerkezet és a nedvszívóképesség folytán. Befolyásolja a fa tulajdonságait egy és ugyanazon fafajtán belül a termőhely is.

Eppen ezért a mérések mindig statisztikus jellegűek és egy fa átlagos fizikai és szilárdsági tulajdonságait kifogástalanul csak egy statisztikus eloszlással lehet jellemezni. Elvileg tehát a fa jellemzőit megállapító mérés mindig statisztikus, tehát nagyszámú mérési eredménynek a feldolgozása.

A fa valamely sajátságának mérésénél több száz kísérlet után a mérési eredményeket egy olyan koordináta-rendszerben ábrázolva, melynek vízszintes tengelyén a mérendő sajátság értékei vannak felrakva, a függőleges tengelyen pedig egy %-os szám, amely megmutatja, hogy az összes mérés hány %-a adta a vízszintes tengelyen bejelölt értéket, az 1. ábrán látható eloszlási görbét kapjuk.



1. Statisztikus eloszlási görbe. — Courbe de repartition statistique.

Itt a görbe csúcspontja jellemzi az illető sajátosság legvalószínűbb, vagy másképpen leggyakoribb értékét. A szóbanforgó fa sajátságának jellemzésére mindenkor ezt a leggyakoribb értéket szokás mérőszámnak tekinteni és nem a mérések középértékét. Ilyen értelemben fogalmazva meg a mérőszámokat, a fa heterogén szerkezetéből származó tág határok között szóródó mérési adatokat tehát mindig a leggyakoribb értékkel szokás jellemezni. Gyakorlatilag a próbák száma a vizsgálandó anyag mennyiségéhez igazodik, de sohasem lehet kevesebb, mint három. Ilyen kisszámú próbánál természetesen már nem az eloszlási görbével kell dolgozni, hanem középérték-számítással.

\* Szemelvény az 1949. évi Kossuth-díjjal kitüntetett tudósak „A fa mint építőanyag“ c., rövidesen megjelenő, 500 oldalas, nagyjelentőségű szakkönyv részére írt tanulmányából.

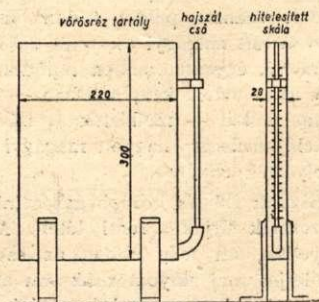
## A fa fajsúlya.

A fa jellemző adatai közül az egyik legfontosabb jellemzője a fának térfogatsúlya, amely mint később látható, a szilárdsági jellemzőkkel is rendkívül egyszerű összefüggést mutat. A térfogatsúly alatt értjük egységnyi térfogatnak a súlyát  $\text{gr/cm}^3$ , vagy  $\text{kg/dm}^3$ -ben kifejezve. Akár az élő, akár a bizonyos fokig szárított fa sohasem teljesen tömör, hanem mindig bizonyos mennyiségű üreget tartalmaz. A vonatkozó kísérletek szerint a teljesen tömör anyagnak a fajsúlya kereken  $1.56 \text{ gr/cm}^3$ , végeredményben tehát a sejtek anyagának fajsúlya minden fánál gyakorlatilag egy és ugyanaz. Az egyes fafajták térfogatsúlyának különbsége pedig onnan adódik, hogy az egyes fafajták között az üregtérfogat és a fa anyagának térfogata közti viszony különböző.

A tömör anyag fajsúlyának ismeretében, valamint ismerve a fa térfogatsúlyát, mindenkor meghatározható a fában levő tömör anyag és az üregek %-os viszonyzáma. A meghatározás a legegyszerűbb módon úgy történik, hogy a vizsgálandó anyagból egy pontos geometriai idomot, rendszerint hengert, vagy pedig kockát munkálunk ki. Az idom méreteiből kiszámítva a térfogatot, továbbá súlyméréssel megállapítva a súlyt, a térfogatsúly könnyen számítható. Ennek a különben igen egyszerű módszernek az a legnagyobb hátránya, hogy statisztikus jellegű méréseknél rendkívül sok megmunkálást tesz szükségessé és éppen ezért meglehetősen drága.

Tömeges mérések elvégzéséhez célszerűbb a térfogatmérést folyadék térfogatváltozással végezni, teljesen azon az elven, ahogyan általában a piknométerrel való fajsúlymérés történik. Itt azonban figyelembe kell venni azt, hogy a fa erősen nedvszívó és ha a térfogatmérést vízben végezzük, akkor a vízfelvétel következtében megduzzad és a fajsúly a megnövekedett térfogat folytán a valóságnál kisebb lesz. Eppen ezért szokás a vízben való térfogatmérésnél a próbatest felületét valamilyen vízfelvételt gátló anyaggal bevonni, pl. olajjal, zsírral vagy sellakkal.

Gyakorlati pontosságú méréseket el lehet érni felületi bevonás nélkül is egy olyan mérőedénnyel, amely lényegében egy egyszerű hengeres edény, melynek aljából egy vékony cső nyúlik ki (2. ábra). A próbatestet az edénybe merítve, a csőben a víz-



2. Berendezés a térfogatsúly meghatározására. — Installation pour déterminer le poids spécifique.



nívó emelkedni fog és így a kiszorított víz mennyiségéből a térfogat egyszerűen megállapítható. *Niet-hammer* mérései szerint, ha a próbatestet csak egyszer merítik be és lehetőleg kevésbé mozgatják, akkor a vízfelvételtől eredő térfogatváltozás gyakorlatilag elhanyagolható.

Lényegesen pontosabb eredményeket lehet elérni olyan folyadékkal, melyből a fa nedvességet felvenni nem tud. Erre a célra leginkább a higanyt használják. A mérés elvi kivitele azonos az előbbieken ismertetettel.

A fajsúlyt éppen a fa előbb említett heterogén jellegénél fogva számos tényező befolyásolja. Ugyanazon fafajánál változik a fajsúly termőhely szerint. Átlagos szabályként a fa fajsúlya a legnagyobb lesz annak az övezetnek a közepe táján, amely földrajzi területen az illető fafajta leginkább elterjedt. Ennek az övezetnek a határai felé a fa fajsúlya egyre jobban csökken. Mivel a szilárdsági tulajdonságok is a fajsúllyal összefüggésben állnak, szükségképpen a legjobb minőségű fák szilárdsági szempontból is a fa elterjedési övezetének a közepe táján teremnek. Ugyanazon helyről származó azonos fajtájú fák között is mutatkozik fajsúlykülönbség, azért mert a fában lévő ásványi lerakódások és gyanták eloszlása különböző, továbbá mivel az évgűrűk vastagsága is változó lehet. A tavaszi időszakban a fa nagyobb méretű és nagyobb mennyiségű sejtet termel, mint ősszel és télen. Világos, hogy ezeknek a gyűrűknek a fajsúlya különböző lesz. A fa fajsúlya az évgűrűk vastagságától is függeni fog, anélkül azonban, hogy az évgűrűk vastagsága és a fa fajsúlya között minden fára érvényes összefüggés volna megállapítható.

#### A fa szilárdsági tulajdonságai.

A fa szilárdsági jellemzői közül az építőiparban a nyomószilárdság, a szakítószilárdság, valamint a fa keménységének megállapítása játszik szerepet. Kevésbé fontosak a fa dinamikus igénybevételével szemben mutatott ellenállása, valamint a fa kifáradása. Valamennyi szilárdsági érték megállapításánál a fa heterogén szerkezete és nedvességi állapota a szilárdsági mérőszám értékét tág határok között befolyásolja. Éppen ezért gyakorlatban a szilárdsági kísérleteket két irányban, hosszanti és keresztirányban szokás végezni. A mérések adatait pedig rendszerint a normál nedvességtartalomra vonatkoznak.

a) A nyomószilárdság és annak meghatározása. A nyomószilárdság meghatározására rendszerint kockákat vagy hasábokat szokás alkalmazni, melyeknek magassága 1.5—3-szorosa lehet az alap egyik oldalélének. A kockaalakú próbatesteken meghatározott nyomószilárdság értékét megkülönböztetésül a hasábokon mért szilárdsági értékektől „kocka szilárdság”-nak nevezik. A kísérleteket megfelelő erőmérő-berendezéssel felszerelt nyomógépeken, vagy univerzális anyagvizsgáló gépeken (húzó, nyomó, hajlító) végzik. Egy ilyen 5 tonnás univerzális anyagvizsgáló gép képét mutatja a 3. ábra. A próbatestet nyomó kísérletnél az ábrán 1. és 2-vel jelölt párhuzamos nyomólapok közé, húzó kísérletnél pedig a 3. és 4. jelzésű, megfelelően kialakított befogó pófák között lehet elhelyezni. Az erőmérés íngás manométerrel történik (az ábrán 5-ös jelzés).

A gép diagram felvevő készülékkel van ellátva, illetőleg közvetlen leolvasású (6. és 7.).

Minden anyagnál, így a fánál is, az alakváltozás meghatározott csúszási síkok mentén következik

be, amelyek az erő kifejtés irányával többé-kevésbé állandó szöget zárnak be. Így a nyomó kísérletnél mindig kialakul a próbatestnek egy olyan része, amelyet a próbatestet éléből kiinduló csúszási sík határol. Ez a rész együtt mozog a szerszámmal és az alakváltozásban lényegileg nem vesz részt. A próbatestet törése vagy ezen csúszási sík mentén, vagy e síkból kiinduló vonalak mentén folyik le. A jellegzetes törési formákat a 4. a., b. és c. ábra mutatja vázlatosan. Főleg a 4. c. ábra szemlélteti jellegzetesen azt, hogy miért lesz a fa nyomószilárdsága — ellentétben más anyagokkal — kisebb, mint a húzószilárdsága. Ha a próbatestet hosszirányú — tehát a fa rostjai párhuzamosan fekszenek az erő kifejtés irányával —, akkor, mint az ábrából látható, az elcsúszási síkok következtében a fa rostjai egymástól el fognak válni. Mindezekből világos, hogy a fa nyomószilárdsága más lesz a szálakkal párhuzamosan, mint arra merőlegesen, mivel a törés kialakulása a nyomóerő és a fa rostjainak irányától függ. A fa rostjai azonban nem szükségképpen fekszenek párhuzamosan a fa hossz tengelyével, tehát a nyomószilárdságra ugyanazon fafajánál befolyást gyakorol az, hogy a rostok a hossz tengellyel milyen szöget zárnak be. A nyomószilárdság függését a szálak elhajlásának mértékétől az 5. ábra mutatja. Az ábra jobboldalán vázlatosan feltüntetett száladoási irány mellett a szagattottan húzott vonal jelzi azt, hogy egy bizonyos „l” távolságon milyen „a” eltérés van a fa hossz tengelyétől. Ha ezt az a/l viszonyszámot úgy definiáljuk meg, hogy „l” = 100 cm, akkor az ábra baloldalán levő diagrammban a vízszintes tengelyre az „a” távolságot cm-ben felmérve a nyomószilárdság csökkenése a szálak hossz tengelyhez való elhajlásának függvényében ábrázolható. Az ábrán látható, hogy egy olyan fánál, melynél pontosan a fa hossz tengelyével párhuzamos szál kialakulás esetében a nyomószilárdság 400 kg/cm<sup>2</sup>, ha azonban a szálak elhajlása 100 cm-ként 33 cm, a nyomószilárdság 250 kg/cm<sup>2</sup>-re csökken.

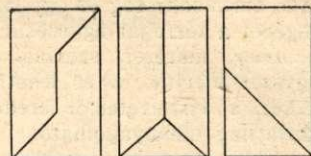
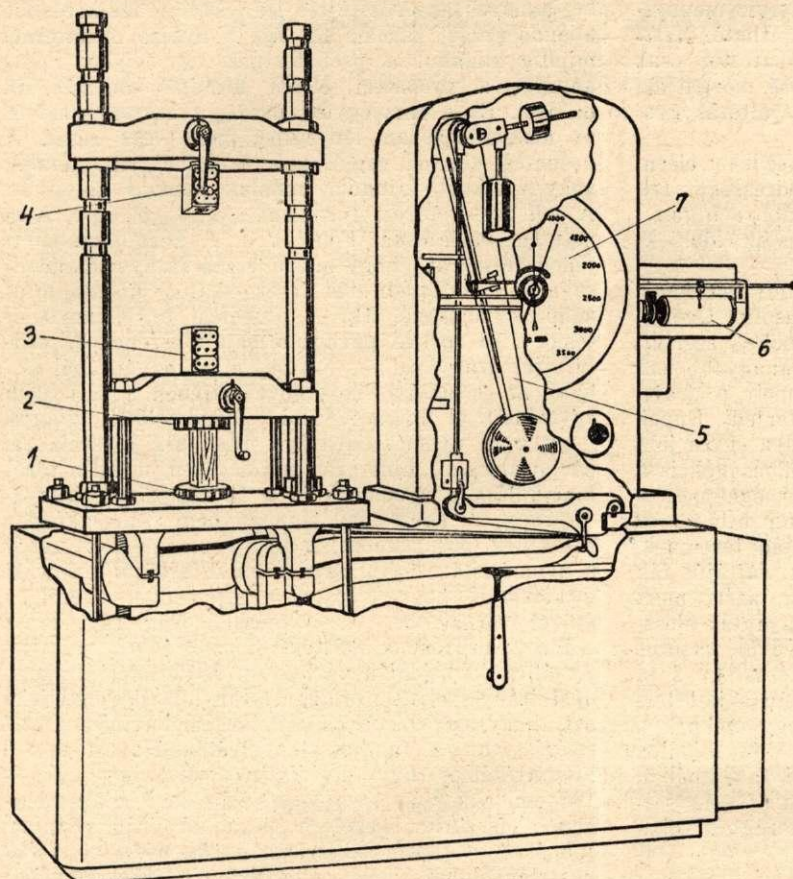
A nyomószilárdságot szükségképpen befolyásolja a nedvességtartalom is. Ha egy faanyag nyomószilárdságánál alapul vesszük a szabványos nedvességtartalomnál mért szilárdságot és meghatá-

rozzuk a  $\frac{\sigma_x}{\sigma_0}$  viszonyszámot — ahol  $\sigma_0$  jelenti a szabványos 15% nedvességtartalomnál mért nyomószilárdságot,  $\sigma_x$  pedig valamely tetszőleges nedvességtartalomnál meghatározott szilárdságot — akkor a  $\frac{\sigma_x}{\sigma_0}$  viszonyszám a nedvességtartalom függvényében kerekén 30% nedvességtartalomig csökkenni fog, azon túl gyakorlatilag állandó.

Az így definiált nyomószilárdsági viszonyszám változását a nedvességtartalom függvényében a 6. ábra mutatja, ahol a szagattott vonallal bejelölt 15% nedvességtartalomnál a szilárdsági viszonyszám értéke a definíció alapján éppen 1.0.

A faszervezet heterogén voltánál fogva nemcsak a szálak iránya, hanem a fában keletkező göcsök is befolyásolják a szilárdságot. Éppen ezért a két hatást együttesen figyelembe véve a DIN. 4074 német szabvány a fákat 3 minőségi osztályba sorolja (7. ábra). Az első osztályba tartoznak azok a fák, ahol a legnagyobb göcsátmérő 5 cm és a göcs átmérője legfeljebb a szelvénymagasság  $\frac{1}{5}$  része és a göcsök összes vastagsága a szelvénymagasság  $\frac{2}{5}$ -ét nem haladja meg. Ugyanakkor a szálak hajlása is az ábrán feltüntetett előírt érték alatt marad. Hasonlóképpen határozták meg az ábrából kivehető adatok alapján a többi osztályt is. A magyar szab-

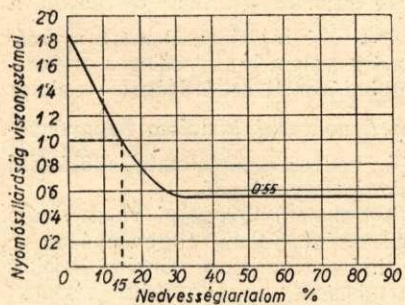




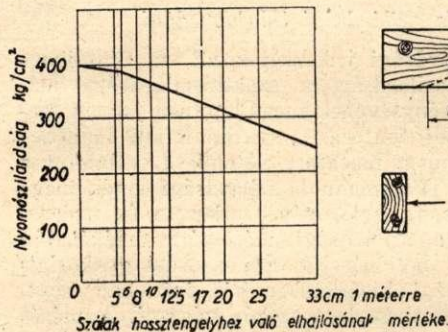
4. Jellegzetes törési síkok a fákon. — Surfaces planes caractéristiques de cassure du bois.

3. Egyetemes anyagvizsgáló. (1—2. nyomólapok, 3—4. húzó, 5 rúgós manométer, 6. diagrammfelvevő, 7. közvetlen leolvásás). — Examineur universel de la matière. (1—2. pression, 3—4. traction, 5 manomètre à ressorts, 6. récepteur du diagramme, 7. lecture directe).

5. A nyomószilárdság függése a szálak elhajlásának mértékétől. — La résistance contre pression dépende de la mesure de la déviation des fibres de la ligne droite.



6. A nyomószilárdság változása a fa nedvességtartalma szerint. — La résistance à pression change avec le changement de la teneur en eau.

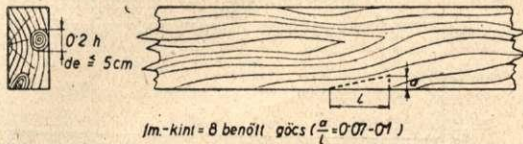

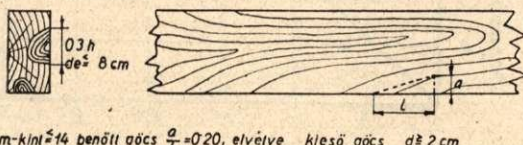


$\frac{a}{l} = 1:20$  és  $1:3$  között  
= 5-33 cm 1 méterre.

7. A göresök befolyása a fa minőségére (DIN szerint). — Influence des noeuds sur la qualité du bois (d'après DIN).

Osztály	DIN	4074
I.	<p>Legnagyobb göcsátmérő 5 cm <math>d = \frac{1}{3}h</math></p>	<p><math>\Sigma d = \frac{2}{3}h</math> Szálak hajlásban Repedések hajl. <math>a:l = 1:5</math>   <math>a:l = 1:10</math></p>
II.	<p>Legnagyobb göcsátmérő 7 cm <math>d = \frac{1}{3}h</math></p>	<p><math>\Sigma d = \frac{2}{3}h</math> <math>a:l = 1:8</math>   <math>a:l = 1:5</math></p>
III.	<p>Legnagyobb göcsátmérő 8 cm <math>d = \frac{1}{2}h</math></p>	<p><math>\Sigma d = \frac{1}{4}h</math> <math>a:l = 1:5</math>   <math>a:l = 1:3</math></p>



Osztály	Göcs és csavarodás adatai	Fogantatási mód	Levegő-tartalom	Méret-előírás
I.				éles sarkú
II.				15 5 3
III.				20 30 4

8. A göcsök befolyása a fa minőségére (MOSz szerint). —  
Influence des noeuds sur la qualité du bois (d'après MOSz).

vány elvileg hasonlóan, de más számértékekkel sorozza osztályokba a göcs és csavarodás adatai alapján a fákat (8. ábra). A gyakorlat szempontjából szükséges a göcsök méretének befolyását ismerni a nyomószilárdság értékére.

A nyomószilárdság és a térfogat súly között egyszerű lineáris összefüggés áll fenn. Ezt az összefüggést természetesen a nedvességtartalom is befolyásolja, ami nyilvánvaló, mert hiszen egyfelől a nyomószilárdság, másfelől pedig a térfogat súly is függvénye a nedvességtartalomnak. A 9. ábra a nyomószilárdság változását tünteti fel a térfogatsúly függvényében 10, 12, 14, 16, 18, 20 és 24% nedvességtartalom mellett. Az ábrázolt összefüggéseket durva közelítéssel a  $\sigma_{-B} = k \cdot \gamma$  képlettel lehet kifejezni, ahol a k. a nedvességtartalom függvénye. Igen durva közelítésben a szabványos nedvességtartalmú fáknál  $\sigma_{-B} = 800 \cdot \gamma$ . A képletbe  $\gamma$  értékét  $\text{kg/dm}^3$ -ben kell helyettesíteni, amikor is  $\sigma_{-B}$   $\text{kg/cm}^2$ -ben adódik.

*La solidité et les propriétés physiques du bois.* — La littérature technique hongroise va bientôt s'enrichir d'une oeuvre importante sur le bois comme matière première de construction. Le volume en question — de 500 pages et avec un grand nombre de figures — va être intitulé:

„Ouvrages de bois.“ Les experts hongrois les plus éminents s'efforceront à donner leur meilleurs, pour pouvoir résoudre les tâches dans ce domaine d'importance et d'intérêt primordial du point de vue internationale. Comme base de départ l'ouvrage considère la position critique du bois sur le marché mondial, et prétend, à trouver toujours les solutions les plus économiques. Pour atteindre son but, le livre clarifie un grand nombre des notions fondamentales.

La présente étude fait également partie du volume en question. Il s'agit ici d'un chapitre très important de la partie du volume (structure, poids spécifique et propriétés physiques du bois). Il faut ici faire ressortir l'importance de la comparaison pratique de la norme allemande (DIN.4074) avec celle hongroise concernant les noeuds du bois.

*Strength and Physical Qualities of Wood.* — A brief explanation of the basic ideas: structure, specific weight and physical qualities of wood and subsequently a practical comparison between German and Hungarian standards concerning the snags is given.

2. *Die Festigkeit und physikalischen Eigenschaften des Holzes.* — Die Grundbegriffe: Struktur, spezifisches Gewicht und physikalische Eigenschaften des Holzes werden kurz erläutert und die Knorrigkeitsnorm DIN 4074 mit der ungarischen Norm verglichen.

## A FA NEDVSZÍVÁSA ÉS NEDVSSÉGTARTALMÁNAK MÉRÉSE

Beeske Ödön

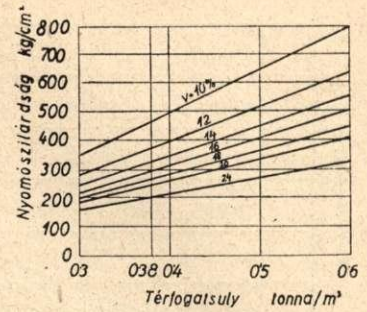
674.04

A fa bizonyos körülmények között a levegő nedvességet fel tudja venni. A nedvszívás, amely a fa legkellemetlenebb tulajdonságát a zsugorodását, illetőleg dagadását okozza, úgy magyarázható, hogy a sejtek falába víz hatol be, s ennek következtében a sejtek fala megduzzad.

A fa vízfelvétele a levegő relatív nedvességének és hőfokának függvénye. Mennél nagyobb a levegő relatív nedvessége, annál nagyobb a fanedvesség, és ugyanekkor: mennél nagyobb a levegő hőfoka, annál kisebb a fanedvesség. A fa addig vesz fel vagy ad le vizet, amíg víztartalma a levegő minden-

kori relatív nedvessége és a hőmérséklethez igazodó fanedvesség közötti egyensúlyi helyzetnek megfelelő. Ha a fa sem nem vesz föl, sem nem ad le környezetének vizet, akkor azt mondjuk, hogy nedvességegyensúlyban van. Az 1. ábra a levegő relatív nedvessége, a hőfok és fanedvesség közti összefüggést ábrázolja.

A fa nedvessége tulajdonképpen állandóan hullámzik, mert a levegő hőfoka és nedvessége is állandóan változik. Nägeli micellar-elmélete szerint a sejtek cellulózfa szubmikroszkópikus kristályos részekből, ú. n. micellákból vagy fibrillákból van



9. A nyomószilárdság változása a térfogatsúly szerint. — Changement de la résistance à pression d'après le poids spécifique.