

1910. ÁPRILIS 1.

ERDÉSZETI LAPOK

AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

XLIX. ÉVF.

KÖZLÖNYE

7. FÜZET.

KIADJA: AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

Szerkeszti:

BUND KÁROLY

Megjelenik minden hó 1-én és 15-én. ☉ Előfizetési díj egy évre 16 korona.

Az Orsz. Erd. Egyes. oly alapító tagjai, kik legalább 300 kor. alapítványt tettek, valamint a rendes tagok is 16 kor. évi tagsági díj fejében, ingyen kapják. Azok az alapító tagok, kik 300 koronánál kevesebbet alapítottak, 6 kor. kedvezményes árért járathatják.

Szerkesztőség és kiadóhivatal: Budapest, Lipótváros, Alkotmány-utca 6. sz., II. em.

☛ A lap irányával nem ellenkező hirdetések mérsékelt díjért közöltemek. ☛

(Telefon: 37-22.)

A faanyag vizsgálata a kopenhágai kongresszuson.

Közli: *Sobó Jenő* főiskolai tanár.

Az Anyagvizsgálók Nemzetközi Egyesülete 1909. évi szeptember hó 7-étől 11-éig tartotta V. kongresszusát Kopenhágában, amelyen a bányászati és erdészeti főiskola képviselőjében e közlemény írója is részt vett.

Az egyesület célja, hogy az építő- és szerkezeti, valamint a műszaki és ipari célokra szolgáló egyéb anyagok technikailag fontos tulajdonságait kikutassa és összehasonlítható számokban kifejezésre juttassa, az ezekre vonatkozó egységes vizsgálati módokat megállapítsa és fejlessze s az e célra szolgáló műszereket, eljárásokat, berendezéseket tökéletesítse.

Nyilvánvaló, hogy az anyagvizsgálatnál fontosabb ügy a technikai tudományok terén alig képzelhető, mert csak az anyagok fizikai és kémiai tulajdonságainak ismerete alapján lehetséges ezeket a tulajdonságokat technikailag és gazdaságilag, valamint a közbiztonság szempontjából is helyesen és célszerűen fölhasználni.

Általánosan ismeretes, hogy hazánkban az építő- és szerkezeti anyagok, ezek között az épületi és műfa minőségének kérdésével

a szakirodalomban eddigelé kevesen foglalkoztak. A legújabb időben kezd azonban az érdeklődés erre a tárgyra terelődni s annak a fölismerése is terjedni, hogy ez a kérdés ugy a termelők, mint a fogyasztók szempontjából igen nagyfontosságú. Ezt az érdeklődést elsősorban az *anyagvizsgálók nemzetközi egyesületének* mindinkább szélesebb körre kiterjedő és közérdekű munkássága keltette föl. Hogy ebben a közhasznú munkában hazánk is kivegye az őt megillető részét, 1893-ban megalakult az *anyagvizsgálók magyar egyesülete*, mint a nemzetközi egyesület magyar nemzeti szerve, mely az anyagvizsgálat terén már eddig is igen szép eredményeket ért el s mindinkább nagyobb érdeklődést tud ébreszteni hazánkban is az anyagvizsgálat ügye iránt.

A fának, mint építő- és szerkezeti anyagnak, oly sokoldalú az alkalmazása s oly különfélék a fajai és ennek következtében fizikai és technikai tulajdonságai is, hogy ezeknek egységes megállapítása és összehasonlítható számokban való kifejezése nemcsak technikai szempontból, vagyis a fogyasztó érdekében, hanem gazdasági szempontból, vagyis elsősorban a termelőre nézve nagyjelentőségű.

A faanyag eme nagy fontosságának kell tulajdonítani, hogy míg a fémanyagok vizsgálatát csak a múlt század 60-as éveiben kezdte meg az angol *Kirkaldy*, folytatta a német *Wöhler*, tudományos irányba azonban csak a 80-as években terelte *Bauschinger*, addig a faanyagot *Nördlinger* már 1847-ben vette beható vizsgálat alá¹⁾ s kísérletei alapvetők voltak a fa vizsgálati módjainak későbbi kialakulására nézve is. Egységes alapra azonban a fa vizsgálatát az anyagvizsgálók nemzetközi egyesületének munkássága helyezte, amidőn az 1906-ban Brüsszelben tartott nemzetközi kongresszuson elfogadta azokat az alapelveket, amelyeket *Rudeloff*²⁾ dolgozott ki s egy külön e célra kiküldött szakbizottság ajánlott.

A faanyag vizsgálata különböző aszerint, amint a vizsgálat csak egy próbadarab, egy egész fatörzs, vagy pedig egy egész erdőállomány minőségére kell hogy kiterjedjen. Előbbi esetben nem

¹⁾ A vizsgálat eredményét lásd: *Chevandier & Wertheim*, Memoires sur les proprietés mecaniques du bois. Paris, 1848. és *Nördlinger*, Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart, 1860.

²⁾ *Rudeloff*, Aufstellung einheitlicher Methoden für Prüfung von Holz. Mitteilungen aus dem königl. Materialprüfungsamt. Grosslichterfelde, 1907.

okvetetlenül szükséges, hogy a vizsgálat a fa eredetére és származására is kiterjedjen, a második esetben ellenben arra is figyelemmel kell lenni, hogy honnan ered a fa és annak melyik részéből vegyük a próbadarabokat, míg a harmadik esetben az erdőállomány beható megtekintése után az erdő keletkezési idejére, korára, éghajlati és fejlődésbeli viszonyaira és egyéb körülményekre nézve is kell tájékozást szerezni.

Ezeket a szempontokat ismerve, a fának vizsgálata kell hogy kiterjedjen: a fa termőhelyére és származására, külső állapotára, térfogatsúlyára, nedvességtartalmára, összeaszására és dagadására, huzó-, nyomó-, hajlító- és nyirószilárdságára, hasadékonyságára, keménységére és tartóosságára.¹⁾

A sokoldalú vizsgálat fontossága abban van, hogy a fának, mint építő- és szerkezeti anyagnak igen sokoldalú a használata s így igen különfélék azok a követelmények is, amelyeket a fához az egyik vagy a másik esetben fűzünk. Ez oknál fogva szabatosan kell megállapítani mindazokat a fizikai és kémiai sajátságokat, amelyek az egyes esetekben érvényesíthetők, valamint azokat a kritériumokat is, amelyeket a fától az egyes esetekben meg lehet kívánni. Ebből kifolyólag meg kell tehát állapítani, hogy a fával végrehajtható próbák közül egyes esetekben — tekintettel mindig a fölhasználás viszonyaira — melyeket kell választanunk, hogy a fölhasználható faanyag minőségét megítélhessük. Mert hiszen ismeretes, hogy a fa fölhasználása terén vannak esetek, ahol a fa iránt inkább a tartóosság, mint a szilárdság követelményeit támasztjuk, mert számbavehető igénybevétel nem fordul elő. Más esetben ellenben inkább a szilárdság jön tekintetbe s vannak esetek, ahol a fa szilárdsága tekintetében igen nagymértékű kvalitásokat kell kikötni. A fa vizsgálata ennél fogva szintén sokoldalú és olyan kell hogy legyen, hogy azzal az anyag különböző minőségének különböző tényezőit együttvéve meghatározhatjuk.

Ami a fa próbavételét illeti, az anyagvizsgáló egyesület által elfogadott és ajánlott alapelvek szerint mindenekelőtt a próbaanyag származását kell megállapítani, még pedig termőhely, növekedés,

1) Mindezekre részletes felvilágosítást ad: O. Wawrziniok, Handbuch des Materialprüfungswesens. Berlin, 1908.

kor, vágatási idő, a raktározás módja és a próbadarabnak a fa-törzsből való fekvése szerint.¹⁾

A koppenhágai kongresszus C) osztályában, amelynek körébe a műszaki és egyéb célokra szolgáló különféle anyagok, ezek között a faanyag vizsgálata is tartozik, William Kendrick *Hatt* tanár (Lafayette, Ind.) tett rövid jelentést az *Északamerikai Egyesült-Államok favizsgálatának jelenlegi állásáról*. Ez a jelenés elég érdekes és jellemző az Egyesült-Államok erdőgazdaságára s azért célszerűnek tartom erdőtechnikai köreink figyelmét erre a tételre irányítani. Erről azért is jó tudomást venni, mert a faanyag vizsgálatának kérdésével az anyagvizsgálók magyar egyesülete is foglalkozni s *azt hiszem, hogy erdőtechnikai köreink nem fogják megengedni, mert meg sem engedhetik, hogy az ebbe a körbe tartozó kérdések, legalább hazánkban, az ő közreműködésük nélkül oldassanak meg.*²⁾ *Hatt* előadása nyomán ugyanis a kongresszus határozatilag kimondotta, hogy a faanyag vizsgálatára külön bizottságot küld ki, amelynek feladata, hogy az egyes országok anyagvizsgáló egyesületeivel és intézeteivel érintkezésbe lépve, különösen azzal a kérdéssel foglalkozzék, mennyiben lehetne ajánlani, hogy a favizsgálat nemcsak kiválasztott kis próbatestekre, hanem oly nagyobb próbadarabokra is kiterjesztessék, amelyekben természetes hibák és szövetváltozások is felfedezhetők.

Az Egyesült-Államok favizsgálatára vonatkozó ügyek a földmívelésügyi minisztérium erdészeti osztálya ügykörébe tartoznak és a fa értékesítésével vannak szoros kapcsolatban. Az értékesítéssel együtt jár ugyanis a fa konzerválása, a fát feldolgozó iparágak gazdasági tanulmányozása, a terpentint feldolgozása, a fának, a cellulozénak és a fa desztillációjának kémiaja stb.

A vizsgálatok kiterjednek úgy az állami, mint a magánerdők

1) A termőhely és az állomány részletes leírását lásd: Anleitung zur Standort- und Bestandsbeschreibung beim forstlichen Versuchswesen Neudamm, 1907.

2) Hogy ebben a tekintetben vissza ne maradjunk, annak első feltétele az erdészeti kísérleti ügynek az Országos Erdészeti Egyesület által javaslatba hozott újjászervezése. Amint Ausztriában a mariabrunni erdészeti kísérleti állomás végzi a fának vizsgálatát, úgy nálunk is legtermészeteszerűbb volna az erre vonatkozó kísérletekkel az erdészeti kísérleti állomást megbízni, természetesen személyzetének és szervezetének kellő kibővítése mellett.

Szerk.

fájára s mindkét esetben az a céljuk, hogy elhárítsák azokat az akadályokat, amelyek elfogultságból erednek s a fa megfelelő értékesítésének útjában vannak. A vizsgálatba nemcsak az épületi és műfát vonják be, hanem a közönséges olcsó fát is, ennek az értékét is kipuhatolják és megállapítják.

Az Egyesült-Államoknak hat erdőkerülete s minden kerületnek saját külön laboratóriuma van, amely rendszerint valamely technikai iskolával kapcsolatos. Ezeknek a laboratóriumoknak munkáját egy középponti laboratórium vezeti és irányítja, amelyben a fa értékesítésének főnnebb említett feladatai egy-egy speciális laboratóriumban jutnak a kívánt megoldáshoz.

A kísérleti osztály munkásságát jellemzi, hogy 1902 óta, amidőn a fa vizsgálatát a minisztérium erdészeti osztályában *Giffort Pinchot* megindította,¹⁾ 44.000 kísérletet végeztek. A kísérletek eredményei és számadatai, amelyek ebben az ismertetésben hiányoznak, föltalálhatók a Forest Service U. S. Dep. of Agriculture 38. sz. körrendeletében „Instruction to Engineers in Timber Tests“ (Utasítás mérnökök részére a fával való kísérleteket illetőleg) czim alatt. Ezek a körrendeletek felvilágosítást adnak nemcsak a fa vizsgálati módjaira, hanem a kísérleti munka szervezetére vonatkozólag is.

A fa vizsgálata két osztályba van sorozva. Az első osztályba tartozik a közönséges méretű piaci áru vizsgálata, amelyen a fa jellemző hibái is föltalálhatók. Ilyenek a lépcsőpofák, a járóművek alkotórészei és a vasuti talpfák. Ezek a kísérletek elsősorban a mérnökökre és a gyárosokra nézve bírnak értékkel s körülbelül olybá lehet őket tekinteni, mint pl. a vas vizsgálatánál a szegecselt gerendákkal végzett kísérleteket.

A második osztályba az u. n. tudományos kísérletek tartoznak, melyeket az erdőben levő anyagból vett kis, hibátlan és egyenletes nedvességtartalommal bíró próbadarabokkal végeznek s melyeknél a szilárdságot a fa növekedésével hozzák vonatkozásba. Ezek a kísérletek főképen az erdészre és a botanikusra bírnak értékkel. A program tehát figyelemmel van úgy a termelők és a botanikusok, mint a fogyasztók érdekeire.

A kis próbadarabokkal való kísérleteknél pl. tudományos pon-

¹⁾ A favizsgálat 1902-iki állapotának leírása a Transactions of the American Society of Civil Engineers 1903. évi folyamában, II. kötet 67. lapon található.

tossággal állapítják meg a nedvességtartalom és a szilárdság közti viszonyt. Ennek a viszonylatnak azonban a mérnök, ha a megengedhető feszültséget akarja megállapítani, nem veheti hasznát. Ilyen célra a kísérleteknek nemcsak kis, hanem nagy darabokra is kell kiterjedniök.

Az anyagvizsgálók nemzetközi egyesületének 1906. évi brüsszeli kongresszusán a fa vizsgálatával foglalkozó szakbizottság állást foglalt az első osztálybeli kísérletek ellen, kifogásolván azt, hogy az anyag származása a kísérleteknél ismeretlen. Az ilyen próbavétel ugyanis csak akkor felel meg a célnak, ha ismerjük a próbaanyag származását, termőhelyét, növekedési viszonyait, korát, vágatási idejét, raktározás-, illetőleg kezelés-módját, valamint azt is, hogy a fatörzs melyik részéből vétetett a próbadarab.

Hatt most a fönnebb említett kifogásokkal szemben azt igyekszik kimutatni, hogy az amerikai kísérleteknél úgy a nagy, mint a kis próbadarabok származása ismeretes s közli azokat az eredményeket, amelyeket a fa szilárdságára vonatkozó különböző jelentésekből levont.

I. *A kísérleti feltételek*, amelyek az eredményekre befolyást gyakorolnak: a próba sebessége, a hőmérséklet és a nedvességtartalom.

1. Ami *a próbák sebességét* illeti, a kísérletek eredménye az, hogy a megterhelés sebessége a fa szilárdságában észrevehető változást idéz elő, még pedig a szilárdság növekedése gyorsabb tempóban halad, mint a sebességé.

A sebesség eme befolyását az a körülmény magyarázza meg, hogy a fának ahhoz az alakváltozáshoz, amelyet a megterhelés benne létrehoz, bizonyos időre van szüksége s ha a próba ezt az időt nem biztosítja, a megterhelt próbadarabban bizonyos anyagfelhalmozódás következik be. Ennek következtében az alakváltozás létrehozásához nagyobb erő szükséges, mint akkor, amidőn a próba lassan megy végbe, s ennek következtében az anyag szilárdsága is nagyobbnak mutatkozik, mint amilyen valóban. Az európai anyagvizsgáló intézetekben ennél fogva a megterhelés sebességét fánál úgy szokták szabályozni, hogy a megterhelt keresztiszelvény feszültség-növekedése percenként és cm^2 -enként 20 kg-nál nagyobb ne legyen.

Az erdészeti szolgálat körében végzett amerikai kísérleteknél ez a sebesség az időegységre eső nyulás alapján van szabvány-szerűen megállapítva s a különböző sebességeknél elért szilárdsági számok koefficiensei tapasztalati adatok alapján megszabva.¹⁾ A nyulásra vonatkozó szabványok a következő hosszváltozást állapítják meg *mp*-enként és *cm*-ekben az eredeti hosszúság 1 *cm*-jére vonatkoztatva :

nagy gerendáknál	-----	0.0007
kis gerendáknál	-----	0.0015
mig ellenben a rostsálak irányában való nyomás:		
kis próbadaraboknál	-----	0.0030
nagy próbadaraboknál	-----	0.0015.

Nedves vagy zöld fa sokkal érzékenyebb a sebességváltozások iránt, mint a száraz. Az amerikai kísérleteknél használt sebességeknél 50⁰/₀-ot kitevő sebességváltozás még megengedhető, anélkül, hogy a szilárdságban 2⁰/₀-nál nagyobb változást hozna létre.

2. *A hőmérséklet befolyása.* Az anyagok vizsgálatát rendszerint közönséges hőmérsékletnél, vagyis 15—20 C foknál szokás végezni. Ennél nagyobb hőmérsékletnél a faanyag ritkán használtatik, kisebb hőmérsékletnél ellenben igen gyakran, sokszor igen alacsony hőmérsékletnél is. Természetes, hogy a fa, mint plasztikus anyag, különösen a hőmérséklet változásaival szemben igen érzékeny.

*Tiemann*²⁾ kísérletei kimutatták, hogy a fa szilárdsága, ha normális hőmérsékletű vízben fekszik, nem szenved, a meleg víz azonban, úgy látszik, csökkenti a szilárdságot. A legszélsőbb eset az, amidőn a fát főzés által teszik hajlíthatóvá, mint pl. a hajlított fából készült butorok gyártásánál. Egyes fák továbbá jobban, mások kevésbé érzékenyek a víz hőmérsékletével szemben. Azok a kísérletek, amelyeket a Purdue-egyetemen nemrégén tölgyfából (*Quercus rubra*) való vasuti talpfákon tél idején végeztek, kimutat-

1) Lásd: H. D. *Tiemann*, „The Effect of the Speed of Testing upon the Strength of Wood and the Standarization of Tests for Speed“ című értekezését a *Proceedings American Society for Testing Materials*, 1908. évfolyam, 8. kötet, 541. lapján.

2) H. D. *Tiemann* „Effect of Moisture the Strength and Stiffness of Wood“ *Forest Service*, 1906. évfolyam, *Bulletin* 70.

ták, hogy azok a talpfák, amelyek — 4 C fokú rakodóhelyen voltak, 9—17⁰/₀-kal nagyobb szilárdságot adtak, mint azok, amelyek a laboratórium 22 C foknyi hőmérsékletű levegőjében voltak.

Ezekből a kísérletekből azt a következtetést lehet levonni, hogy a hőmérséklet közönséges ingadozásai, amelyek a laboratóriumban előfordulnak, nem bírnak jelentőséggel a fa szilárdsága tekintetében, a rakodóhelyek alacsony hőmérséklete azonban szükségessé teheti, hogy a fát a kísérlet végrehajtása előtt megmelegítsük. Enélkül ugyanis könnyen lehetne valamely más tényező befolyását, amelyet a fa szilárdságára, vagy pedig két fanem szilárdságbeli különbségére gyakorol, időnként arra a hőmérsékleti különbségre való hivatkozással eltitkolni, amelyben a fa a kísérlet idején volt.

3. *A nedvességtartalom* nemcsak a próbadarab térfogatsúlyát befolyásolja, hanem a fa összezsúválásának és dagadásának is az okozója.

A térfogatsúly ismerete igen fontos a fa tulajdonságainak ismeretére nézve. Térfogatsúly (Raumgewicht) alatt a térfogat egység súlyát értjük, beleértve a benne levő üregeket, sejteket és edényeket. A fának fajsúlya tehát, mely a hézagmentes fa térfogategységének súlyát mutatja, mindig nagyobb, mint a térfogatsúly, a különbség azonban annál kisebb, minél tömörebb a fa. A fajsúly osztva a térfogatsúlyal, adja a fa tömörségi fokát.

A térfogatsúly ennél fogva a fa tömörségétől függ s a különböző fanemeknél tág határok között változik. A zord helyen nőtt és ennél fogva keskeny évgyűrűkkel bíró fa, különösen a tűlevelű, nagyobb térfogatsúlyt mutat, mint az, amely védett helyről ered, ugyanilyen súlykülönbséget mutat az ugyanazon hegy északi oldalán nőtt fa a déli oldalon nőtt fával szemben, a száraz, vízátbocsátó, sovány talajon nőtt fa a nedves, posványos vagy televényes talajról eredő fával szemben, a lassan nőtt, elnyomott fa a buján nőtt fával szemben, a télen vágott fa a nyári vágású fával szemben, a szinfa (geszt) a szijácsfával s a fiatal fa a vén fával szemben.

A térfogatsúlyt leginkább befolyásolja a fa nedvességtartalma, amely a fanemek szerint különböző s általában a vágás idejétől függ. Nedvességtartalma tekintetében megkülönböztetjük a nyers vagy zöld súlyt, vagyis a frissen vágott és 35—45⁰/₀ vizet tartalmazó fa súlyát, a légszáraz súlyt, melynél a víztartalom csak 10—15⁰/₀

és a száraz sulyt, melyet a 95 C-foknál mesterségesen szárított fa mutat.

A fa szilárdságát és sulyát jelző számokat mindig a légszáraz fára szokás vonatkoztatni, míg a fa tömörségi fokának meghatározásánál a száraz sulyt vesszük alapul.

A *fa összeaszása* szintén a nedvességtartalom következménye és abban áll, hogy a fa térfogata megkisebbedik.

A hosszanti irányban való összeaszás *Laves* és *Nördlinger* kísérletei szerint oly csekély, hogy — a fa gyakorlati alkalmazását tekintve — figyelmen kívül hagyható, a rostszalakra keresztben, vagyis az érintő és a bélsugarak irányában ellenben jelentékeny. Ennek az egyenlőtlen aszásnak a következménye a fa vetemedése, eltorzulása és repedezése is. A próbatesteket ez oknál fogva csak akkor szabad a próbadarabokból kimetszeni, amidőn ezek a vizsgálatra előirt nedvességtartalommal bírnak.

A hosszváltozás mérésére legjobbak a 10 cm élhosszúsággal bíró kockák, amelyeket úgy kell metszeni, hogy az egyik élük az évgyűrűk hurja legyen. A térfogatváltozást szintén legczélszerűbb kockákön meghatározni, mert ezeknek térfogata könnyen kiszámítható. Végre meg kell határozni a sulykülönbséget is.

A fogyás vagy dagadás nagyságát vagy az abszolút száraz próbatest hosszúságának százalékában fejezzük ki, vagy pedig, mint a marienbrunni kísérleti intézetben szokásos, a területfogyás százalékában, szintén abszolút száraz állapotra vonatkoztatva.

A *nedvességtartalom meghatározása* magán a próbatesten történik és igen fontos feladata az anyagvizsgálatnak. Nagysága függ nemcsak a vágás idejétől és a raktározás módjától, hanem a próbatestnek a fatörzsben, illetőleg a próbadarabban való fekvésétől is.

A nedvességtartalmat a száraz suly százalékában szokás kifejezni.

Ha terjedelmesebb próbadarabokat kell vizsgálni, amelyeknek szárítása körülményes lenne, akkor több helyről 20—50 mm rost-hosszúságu szeleteket metszünk ki s azok nedvességtartalma adja az egész próbadarab nedvességtartalmának átlagát.¹⁾

¹⁾ A térfogatsuly, az aszás és a nedvességtartalom vizsgálatát illetőleg lásd O. *Wawrziniok*, Handbuch des Materialprüfungswesens. Berlin, 1908.

A nedvességtartalom normális értéke 15⁰/₀-kal van megállapítva s erre kell vonatkoztatni mindazokat a tulajdonságokat, amelyeket ettől eltérő nedvességtartalom mellett határoztunk meg.

A nedvességtartalom befolyását a fa szilárdságára Tiemann tanulmányozta.¹⁾ Kísérleteit kis próbadarabokon végezte, amelyeknek nedvességtartalma az egész szelvényben egyenlő volt s ez alkalommal a telítésnek egy bizonyos fokát találta, amelyen fölül a nedvességtartalom növekedése nem befolyásolja többé a fa szilárdságát s amelyen belül a szilárdság növekszik. Megelőző kísérletek, melyeket „felületén keményített fával“ (case hardened material) végeztek, állandó vonatkozást állapítottak meg a fa nedvességtartalma és szilárdsága között. A felületén keményített fa alatt olyan fát értenek, amely gőzben van gyorsan kiszáritva. Az ilyen módon kezelt fa kemény külső réteget mutat, míg belsejében a víz legnagyobb része visszamaradt.

II. A fa szilárdsági tulajdonságait elsősorban nyomó-, azután húzó- és hajlítókísérlettel szokás megállapítani; újabb időben emellett a toló- és a hasítókísérletek is szokásosak.

A szilárdsági tulajdonságok a próbadarab különböző helyén különbözők; azért legalább három párhuzamos kísérletre van szükség. Emellett ki kell puhatolni a nedvességtartalmat s ha e között és a normális nedvességtartalom között különbség van, a szilárdsági számokat az utóbbira kell vonatkoztatni. A fönnebbieket szerint kell meghatározni a megterhelés sebességét is.

Az a viszony, amely az igénybevétel különböző módja (huzás, nyomás, hajlítás, tolás stb.) és a fa szilárdsága között létezik, eddig még nincsen analitikai módon megállapítva. Általában kétségbe kell vonni, hogy vajjon lehetséges-e egy kísérletet arra felhasználni, hogy az anyag szilárdságát az igénybevétel többi módjánál előzetesen meghatározzuk, ha azok a föltételek, amelyek a kísérletnek a melegben való kezelésre, a nedvességtartalomra, a száritás és konzerválás processzusára vonatkoznak, különbözők. Így pl. a tulhevitésből származó törékenységet ütőkísérletekkel

1) H. D. Tiemann, „Effect of Moisture on the Strength and Stiffness of Wood“. Forest Service, 1906. Bulletin 70. és „The Stren Strength of Wood as influenced by Moisture“. Forest Service, 1907. Zirkular 108.

világosan lehet fölismerni, a rostszalakkal párhuzamosan haladó nyomás segítségével ellenben nem.

A kísérleti sebesség hatásának vizsgálata egyik részét alkotja azoknak az általános kísérleteknek, amelyekkel a fa viselkedését az igénybevétel három módja alatt szokás megállapítani. Ilyen igénybevétel a nyugvó terhelés, a közönséges sztatikai megterhelés növekvő teherrel és az ütőpróba.

A nyugvó terheléssel végzett kísérletek a fa idomithatóságáról tesznek tanúságot. A terhelés tartamát nagyobbítva, csaknem minden alakváltozás növekszik, ismételt megterhelésnél azonban a deformált gerendák szilárdsági veszteséget nem mutatnak. A nedves levegőben beálló vetemedést az ezt követő kiszáritás nem szünteti meg többé. Arra a gyakori kérdésre, hogy a törésig való és közönséges sztatikai kísérlettel meghatározott megterhelésnek hány százaléka szükséges ahhoz, hogy a terhelés határtalan tartama alatt a gerendát megbontsa, a kísérletek nem adnak fölvilágosítást.

Ütőpróbáknál a fa nagyobb elasztikus (nem maradandó) deformációkat tart ki, mint a nyugvó terhelésnél s az ütve hajlítópróbák is sokkal nagyobb elasztikus deformációt hoznak létre benne, mint a nyugvó teher. Az ütőpróbát mindinkább nagyobbodó esésmagasságnál kell végrehajtani.¹⁾

A kopás próbáját úgy hajtják végre, hogy a fát a Dorrey-féle gépen homokpapírral surolják.²⁾

III. *A fa előzetes kezelése.* Ide tartozik a fának forró levegőben való szárítása és konzerváló szerekkel való kezelése.

a) *A szárítás befolyása.* Egy éppen folyamatban levő kísérlettel akarják azt megállapítani, melyek az iparszerű faszárítás megengedhető határai és legkedvezőbb feltételei. Az eddigi kísérletek szerint a fa szilárdsága közvetlenül a szárítás proceszszusa után a nedvességtartalom csökkenése következtében nagyobbodik. Magától értődik, hogy a szárítás minden proceszszusa, még a levegőn való szárítás is, a faszövet gyengítésével jár. Ennek bizonyosságául

¹⁾ Lásd W. K. Hatt, „Instructions to Engineers in Timber Tests“. Forest Service, Zirkular 28.

²⁾ W. K. Hatt, „Purdue University Impact Testing Maschine“. American Society for Testing Material, 1907. 7. füzet.

szolgál az a tapasztalat, hogy abban az esetben, amidőn a száraz fa ismét nedvességet vesz föl, a szilárdság legalább 10⁰/o-kal kisebb, mint a szárítás előtt volt. Így pl. a kőrisfa (*Fraxinus americana*), amely különben légszáraz állapotban nem mutat észrevehető szilárdságbeli veszteséget, ha 65 C-foknál — akár száraz levegőn, akár gőzben, vakuum mellett, akár pedig tulhevitett gőzben — kiszárítva, újból nedvességet vesz föl, sokkal kisebb szilárdságot mutat, mint frissen vágott, zöld állapotban. Ha a luczfenyőt vagy a kőrisfát, amelynek nedvességét 1—4 óra hosszat tartó és 1·4—2·1 légköri gőznyomás alatt eltávolítottuk, a levegőn kiszárítjuk, sztatikai szilárdságának csak csekély részét veszíti el; ha ellenben a gőznyomás nagyobbodik, a szilárdságbeli veszteség igen jelentékeny. 100 C-fokot meghaladó hőmérséklet, ha azt a száraz levegő szolgáltatja, kevesebbet árt, mint ha a fát ugyanilyen hőmérsékletű nedves levegőben vagy telített vízgőzben kezeljük. A légszáraz fa vízfölvevő képessége ellenben csökken, akár száraz levegőn, akár pedig telített vagy tulhevitett gőzben szárítjuk.

A különféle módon kiszárított fa szilárdsága a lökések ellen még nincs megállapítva, sem sztatikai terhelés, sem ütőpróbák segítségével. Az előzetes kísérletek azonban azt mutatják, hogy egy bizonyos kezelés, a rostsálakkal párhuzamosan ható nyomókísérletek után ítélve, a lucz- és a kőrisfa szilárdságát nem befolyásolja. A túlevelű fáknek melegben való kezelése az ütve hajlítópróba tekintetében szintén nem gyakorol befolyást, a kőrisfa ellenben 50⁰/o-ot veszít szilárdságából.

A fa szárazsága és szilárdsága között fennálló összefüggés vizsgálata azonban még nem haladt annyira, hogy a kísérletekből kielégítő következtetéseket lehetne levonni.

b) *A konzerváló szerekkel való kezelés bejolyása.* A St. Louis-i kiállításon végzett kísérletek megállapították, hogy a jól kiszárított Loblolly-fenyő (*Pinus taeda*) konzerválásánál, ha a gőzöltetés csak 4 óráig tart, 1·4 légköri, 6 óra hosszat tartó gőzöltetésnél pedig 2·1 légköri nyomás alkalmazása van megengedve. Rézvitrióllal impregnált Loblolly-fenyőből készült talpfák az ütőpróbánál bizonyos foku törékenységet mutattak, a kreozot ellenben látszólag úgy hat, mint a víz, vagyis késlelteti a fa kiszáradását és kedvező hatással van szilárdságára. A kísérletek továbbá azt mutatják, hogy a gőzöl-

tetés és a forróság az előzetesen kiszáritott fára veszedelmes hatással van, a fölmelegítés megengedhető határát azonban a különböző fanemekre nézve még meg kell állapítani.

Hidaknak szánt nagy gerendákat, úgy látszik, csak oly eljárással lehet kreozottal hatásosan impregnálni, amely a fa szilárdságát befolyásolja. Kreozottal telített szerkezeti fánál ennél fogva a megengedhető feszültséget alacsonyabbra kell szabni, mint a nem impregnált fánál.

IV. *Szállítási föltételek javítása.* Általánosan ismeretes, hogy az épületfára vonatkozó szállítási föltételek legtöbbnyire nem tényeken, hanem hagyományokon alapulnak. Ujabb időben azonban ebben is jelentékeny javulás észlelhető, amennyiben a szállítási föltételek kidolgozásánál a kísérletek eredményeit is kezdik figyelembe venni.

A kísérletek beigazolták, hogy a Douglas-fenyő (*Pseudotsuga taxifolia*) vörös és sárga kiválóságai, hidépítésre használva, egyenlő értékkel bírnak. Ugyanazt lehet mondani a waggonépítésnél használt vörös és fehér Hickory-fáról is.¹⁾ Az utóbbi fára vonatkozólag legujabban kidolgozott szállítási föltételek már eme kísérletek eredményein alapulnak. Hasonlóképpen a Loblolly-fenyőből (*Pinus taeda*), a Douglas-fenyőből (*Pseudotsuga taxifolia*) és a Shortleaf-fenyőből (*Pinus echinata*) készült gerendákon végzett kísérletek szerint az ággöcsök bizonyos körülmények között nem befolyásolják a szilárdságot. Ezeknek a kísérleteknek eredményeit is az amerikai vasut-igazgatóságok, valamint a „Yellow Pine Manufacturers Association“ szállítási szabályzatai már fölhasználták.²⁾

A kísérletezők arra is törekednek, hogy a kísérleteknél tett megfigyelések alapján megfelelő szabályokat dolgozzanak ki azokra a növekedési határookra vonatkozólag, amelyeken belül a faanyag az évgyűrűk sűrűsége és a nyári fa tartalma tekintetében még jónak mondható.

E tekintetben a szokásos eljárás az, hogy megvizsgálják a

1) H. B. *Holroyd* és H. S. *Betts*, „Test of Vehicle and Implement Woods“. Forest Service, Zirkular 142.

2) W. K. *Hatt*, „Second Progress Report on the Strength of Structural Timber“. Forest Service, Zirkular 115.

próbadarab hosszanti és keresztmetszetét, valamint a farostok egyenes vagy görbe növést, az ággöcsök számát, alakját és eloszlását, azonkívül megméri az évgyűrük átlagos sugaras szélességét, valamint 30—30 évgyűrű együttes szélességét (mely az egyenlő korszakaszok növekedés-mértékeül tekinthető), az 1 cm^2 -nyi területen levő évgyűrük hosszúságát s megvizsgálják az évgyűrük alakját (kör alakú vagy excentrikus) s végre túlevelű fánál az őszi faréteg szélességét a tavaszi réteg szélességéhez viszonyítva.

A növekedési viszonyok kifejezésére szolgál: ¹⁾

1. a d/D formakoefficiens, melyben d és D a törzs átmérője, még pedig az előbbi a törzs magasságának közepén, az utóbbi pedig 1.3 m magasságban a talaj fölött;

2. a fa koronájának viszonyai, nevezetesen a fa egész hosszúsága s a korona hosszúsága és legnagyobb átmérője;

3. a fa keletkezés-módja, nevezetesen hogy vetés, ültetés önvetődés vagy gyökérhajtás útján jött-e létre;

4. a fa fiatal kori fejlődése;

5. az erdő gazdasági kezelése.

V. *A szerkezetek megengedhető igénybevétele.* Arra a viszonyra vonatkozólag, amely egyrészt a nagyméretű és természetes hibákkal bíró és másrészt az ugyanabból a törzsből vett, de kisméretű és hibátlan próbadarabok szilárdsága között fennáll, a kísérleti osztály 115. sz. körrendelete ²⁾ ad felvilágosítást. Meg kell azonban jegyezni, hogy azt a különbséget, mely a kis- és nagyméretű próbadarabok szilárdsága között fennáll, nem a próbadarabok geometriai nagysága, hanem a nagy darabokon mindig előforduló különféle hibák, nevezetesen a sugár- és a fagyrepedések, az ággöcsök stb. okozzák, melyek a farostok szabályszerű összefüggését és szerkezetét s ezzel a fa szilárdságát is befolyásolják.

Különös figyelmet érdemel a hosszú gerendáknak a hosszolítás következtében való megrongálódása. A kísérletek szerint ugyanis a száraz fából való hosszú gerendák romlása inkább ennek, mint a hajlító igénybevételnek a következménye. A romlásnak ez a neme zöld állapotban levő gerendákon is gyakran észlel-

¹⁾ O. *Wawrziniok*, Handbuch des Materialprüfungswesens. Berlin, 1908.

²⁾ W. K. *Hatt*, „Second Progress Report of the Strength of Structural Timber“. Forest Service, Zirkular 115.

hető. A gerendák sztatikai számításánál ennél fogva a tolásra való igénybevételt is kell majd figyelembe venni, ami eddig nem volt szokásban.

A későbbi kísérletek eredményei igazolták azt a régibb tapasztalatot, hogy a nagyméretű próbadarabok szilárdsága, kevés kivétellel, szárítás által nem növekszik. Ebből kifolyólag a faszerkezetek megengedhető feszültségét a frissen vágott (zöld) fa szilárdságára kellene alapítani.

A használati méretekkel bíró próbadarabokkal végzett kísérletek a következő fajoknál befejezetteknek tekinthetők: *Pinus taeda*, *Pinus echinata*, *Pinus resinosa*, *Larix laricina*, *Tsuga heterophylla*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Larix occidentalis*. A kísérletek eredményei ennél fogva már rendelkezésre állanak és fölhasználhatók.

A kísérleteket megelőzőleg mindenkor megállapították az épületi fa származását és nemét, s a megfigyelések nemcsak a nagyobb méretű fák szilárdságára terjedtek ki, hanem a nedvességtartalom eloszlására, a száradásnál beálló fogyás mértékére, valamint a térfogatsulyra is. Azonkívül minden egyes esetben a vizsgálat alá vett fatörzsből kisméretű próbadarabokat is vettek.

A próbatestnek a próbadarabból való kimetszésénél arra kell ügyelni, hogy a próbadarab lehetőleg a próbatest átlagos minőségével bírjon s lehetőleg ágmentes legyen. Ha azonban a göcsös fa tulajdonságait akarjuk meghatározni, a próbatesteket úgy göcsös, mint ágmentes állapotban kell vizsgálat alá venni.

A próbadarabnak a törzsben való helyét, illetőleg azt a zónát, amelyből a próbadarabot vettük, szabatosan kell megjelölni, esetleg vázlatrajzzal is megmagyarázni. Ha pedig azt akarjuk megvizsgálni, hogy milyen befolyással van a próbadarab magassági fekvése a törzsben a fa minőségére, akkor a legalsó szeletet, amely a térfogatsuly és a nyomószilárdság meghatározására szolgál, 1,3 *m* magasságban a talaj fölött kell kimetszeni, a többit pedig 1, 5, 11, 17 és minden további 6 *m* magasságban az alsó vágáslap fölött, egészen addig, amíg a törzs átmérője 13 *cm* alá száll.

Annak megvizsgálására, alkalmas-e a fa arra, hogy meghatározott gerendákat faragjunk ki belőle, hajlítópróba-hoz való próbatesteket metszünk ki lehetőleg a törzs ama zónájából, amely a leendő gerenda közepének megfelel. Ha ellenben a fatörzs általános tulajdonságait akarjuk kikutatni, akkor a hajlítópróba-hoz

való próbatesteket a magasság hetedik és tizedik méterje között, a többi kísérlethez valókat pedig közvetlenül ez alatt vagy e fölött kell kimetszeni. A kimetszés kézi fűrészszel történik, mert a gyorsanjáró gépfűrész oly sok levegőt vezet a vágás helyéhez, hogy ezáltal a fa nedvességtartalma csökken.¹⁾

VI. *Különböző kísérletek és tanulmányok.* A fa vizsgálata kiterjedt a kaliforniai és a délamerikai Eukalyptus-fákra is s a kísérletek azt bizonyítják, hogy ezek szolgáltatják a legszilárdabb fát. Ez a szilárdság azonban a fa minőségében jelentékeny különbségeket mutat s a szárított fa törésbeli szilárdsága cm^2 -enként 900—1800 *kg* között változik.²⁾

A cserfát olyképen vizsgálták meg, hogy a fát, miután előbb lekérgezték, az erdőben állni hagyták.

A Hickory-fával végzett kísérletek arra a viszonyra derítettek világosságot, amely egyrészt a növés gyorsasága és a szilárdság, másrészt a fekvés és a szilárdság s végre a fanem és a szilárdság között létezik. A már befejezett kísérletek szerint úgy látszik, hogy az a tényező, amely minden fanemnél legnagyobb befolyással van a fa szilárdságára, a fajsúly, túlevelű fáknál pedig a nyári fa százalékos mennyisége.

A kísérletek sorába tartozik annak a tanulmányozása is, milyen befolyást gyakorol a vasuti síneknek és vánkoslемеzeiknek a talpfákon való megerősítése a talpfák szilárdságára. Az erre vonatkozó laboratóriumi kísérleteket olyanokkal is kiegészítették, amelyeket üzemben levő vasuti vágányokon végeztek. Ezek a tanulmányok azonban még nincsenek befejezve.

Nemrég külön osztályt állítottak föl a fa mikroszkópiai vizsgálatára, hogy így azokat a rombolásokat és elváltozásokat is tanulmányozhassák, amelyeket a fának melegben való kezelése vagy a konzerváló folyadék kiválása stb. idéz elő a fa szövetén.

A fa konzerválásával járó föladatokat, munkálatokat és vizsgálódások szintén egy külön osztály munkaköréhez tartoznak.³⁾

¹⁾ Rudeloff, Aufstellung einheitlicher Methoden für Prüfung von Holz. Mitteilungen aus dem königl. Materialprüfungsamt Grosslichterfelde, 1907.

²⁾ Trade Bulletin.

³⁾ Mitteilungen des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. 1907. év. 6. sz.