

5. OBERLE, B. et al. 1989. *Waldzerstörung und Klimaveränderung*, Ambio, Beratungsgemeinschaft in Angewandte Umweltwissenschaften, Zürich.
6. SCHULZE, E.-D. 2002. *Die Bedeutung der naturnahen Waldwirtschaft für den globalen CO₂-Haushalt*, AFZ-Der Wald, 20/2002.

Lombos fafajok ortotróp szilárdsága és rugalmassága

I. rész: elméleti alapok, kísérleti módszerek

Bejő László, Láng Elemér, Szalai József, Kovács Zsolt, Divós Ferenc ✧

Orthotropic strength and elasticity of hardwoods. Part I.: theoretical background, experimental methods.

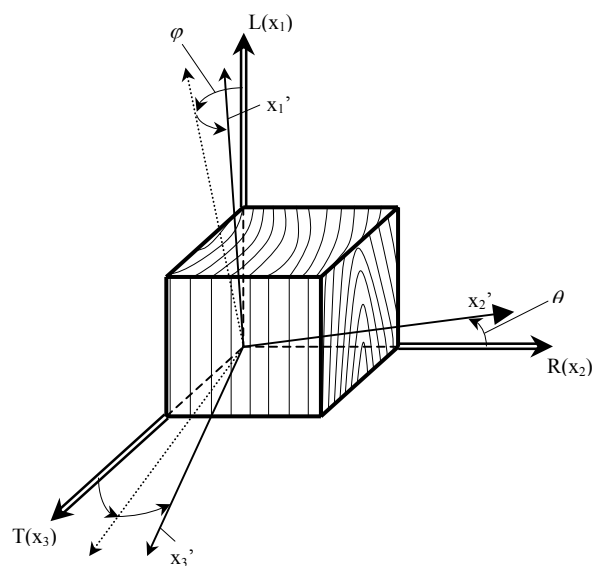
The orthotropic nature of the strength and elastic characteristics of five hardwood species was investigated. The purpose of the study was to establish a database that may be used for modelling the mechanical properties of structural wood based composite products. The study involved the determination of shear strength, compression strength and elasticity of solid wood, as well as the dynamic MOE of structural veneers. Theoretical and empirical models were fit to the experimental data to describe the dependence of the strength and stiffness values on the ring and grain orientation of solid wood and the grain orientation of veneer. The first part of the article describes the theoretical background and the experimental methods used in this study.

Keywords: Hardwoods, Strength and elasticity, Orthotropy, Modelling

Bevezetés

Az ismertett munka egy nemzetközi kutatóprogram része, melynek célkitűzése a faalapú szerkezeti célú kompozitok alapanyag-tulajdonságainak felmérése, és az alapanyag-bázis kiszélesítése alacsony értékű, gyorsan növvő, lombos fafajok bevonásával a fejlesztési majd a gyártási folyamatokba. A kutatás alapfeltevése az volt, hogy ha az alapanyag ortotróp mechanikai tulajdonságai ismertek, azokból – a tulajdonságok megmunkálás közbeni változását is figyelembe véve – szimulációs modellek segítségével előre jelezhetők a kompozitok mechanikai tulajdonságai is. A modellek kifejlesztéséről, és a szimulációs tanulmány eredményeiről egy korábbi publikációban már számot adtunk (Bejő és Láng 2003). Cikkünkben szeretnénk ismertetni a szimuláció alapját képező, a mechanikai tulajdonságokat tartalmazó adatbázisok felépítését szolgáló kísérleti munkát, a mechanikai tulajdonságok irányfüggését leíró modelleket, és – cikkünk folytatásában – bemutatni a kísérletek eredményeit.

A kutatás során a következő szilárdsági és



1. ábra – Az anatómiai főirányok és az elforgatott globális koordináta-rendszer

rugalmassági paramétereket vizsgáltuk:

- Nyírószilárdság a rost- és évgyűrű-orientáció függvényében,
- Nyomószilárdság és rugalmassági modulusz a rost- és évgyűrű-orientáció függvényében,

✧ Dr. Bejő László Ph.D. főmunkatárs, NyME Fa- és Papírtchnológiai Int., Dr. Láng Elemér associate prof., West Virginia University, Dr.habil Szalai József CSc. egy. tanár, intézetigazgató, NyME Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Int. Dr. habil Kovács Zsolt CSc., egy. tanár, intézetigazgató NyME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Int., Dr. Divós Ferenc egy. docens, NyME Roncsolásmentes Faanyagvizsgáló Laboratórium

- Hámozott furnérok dinamikus rugalmassági modulusza a rostorientáció függvényében.

A téma irodalma igen kiterjedt; ennek ismertetése meghaladja cikkünk kereteit. A kutatás eredményeit részletesen már számos publikációban közöltük idegen nyelven (Láng és tsai. 2000, 2002, 2003). E közlemény célja, hogy rövid áttekintést adjon az elvégzett munkáról, és ismertesse a legfontosabb eredményeket a hazai szakmai olvasótábor számára.

Elméleti alapok

A faanyag ortotrópikus természetének jellemzésére rendszerint az **1. ábrán** látható koordináta-rendszert használjuk. Itt a három fő anatómiai irány jelölése L , R és T , azaz longitudinális, radiális és tangenciális. Ha egy másik, ezzel egybeeső koordináta-rendszert először az R majd az L tengely körül elforgatunk, akkor a forgatási szögeket mint rost- és évgyűrűállást definiálhatjuk. Fontos megjegyezni, hogy ebben az esetben az $x_1'x_3'$ sík mindig párhuzamos a rostiránnyal. Így, ha a fenti síkban ható, x_1' irányú nyíróerőt alkalmazunk, vizsgálhatjuk a faanyag nyírószilárdságának ortotrópiáját, ha pedig megfelelően kialakított próbatesteket x_1' irányú nyomóigénybevétellel terheljük, a nyomószilárdságot és rugalmassági moduluszt mérhetjük a rost- és évgyűrű-orientáció függvényében.

A nyírószilárdság ortotrópiáját leíró modellek

A nyírószilárdság 3-dimenziós ortotrópiáját az ismert modellek közül csak egy írja le. Az un. ortotróp tenzorelmélet (Ashkenazi 1976) szilárdsági kritériumán alapszik. A végeredményként kapott egyenlet, a levezetés (Szalai 1994) mellőzésével:

$$\frac{1}{\hat{\tau}_{\varphi}^{\theta}} = \frac{4}{\tau_{90^{\circ}}^{45^{\circ}}} \cos^2 \theta \sin^2 \theta \sin^2 \varphi + \frac{1}{\tau_{RT}} \cos^2 2\theta \sin^2 \varphi + \frac{1}{\tau_{TL}} \sin^2 \theta \cos^2 \varphi + \frac{1}{\tau_{RL}} \cos^2 \theta \cos^2 \varphi, \quad [1]$$

ahol

- φ - rostorientáció;
- θ - évgyűrű orientáció;
- $\hat{\tau}_{\varphi}^{\theta}$ - a φ rostorientációnál és θ évgyűrűállásnál becsült nyírószilárdság

τ_{ij} - az anatómiai fősíkokban mért nyírószilárdság ($i = R, T$; $j = T, L$) ahol i a nyírt sík normálisa és j a terhelés iránya;

$\tau_{90^{\circ}}^{45^{\circ}}$ - $\varphi = 90^{\circ}$ -nál és $\theta = 45^{\circ}$ -nál mért nyírószilárdság.

Az ortotróp tenzorelmélet szintén alkalmas a nyírószilárdság változásának a becslésére 0° -os és 90° -os rostorientációnál, az évgyűrűállás függvényében. Erre a következő egyenleteket kapjuk:

$$\hat{\tau}_{0^{\circ}}^{\theta} = \frac{1}{\left(\cos^2 \theta / \tau_{RL} + \sin^2 \theta / \tau_{TL} \right)}, \quad [2]$$

$$\hat{\tau}_{90^{\circ}}^{\theta} = \frac{1}{\cos^4 \theta / \tau_{RT} + \sin^4 \theta / \tau_{TR} + \left(\frac{1}{\tau_{90^{\circ}}^{45^{\circ}}} - \frac{1}{4\tau_{RT}} - \frac{1}{4\tau_{TR}} \right) \sin^2 2\theta} \quad [3]$$

ahol

$\hat{\tau}_{0^{\circ}}^{\theta}$ - $\varphi = 0^{\circ}$ -nál, θ évgyűrűállásnál becsült nyírószilárdság;

$\hat{\tau}_{90^{\circ}}^{\theta}$ - $\varphi = 90^{\circ}$ -nál, θ évgyűrűállásnál becsült nyírószilárdság.

A fenti két egyenlet előnye abban rejlik, hogy így olyan értékpárokat kapunk, amelyeket felhasználva már két-dimenziós modellekkel is bármilyen rost- és évgyűrűállás kombinációnál becsülhető a nyírószilárdság.

Két olyan modellt vizsgáltunk, amelyek csak a szilárdság rostirány-függését írják le. Mindkettő Hankinson (1921) jól ismert egyenletének kisebb módosításával jött létre. Gyakorlati tapasztalatok és elméleti megfontolások alapján is kimondottan nyírószilárdságra javasoltak (Cowin 1979, Liu és Floeter 1984) egy olyan képletet, amelyben a fő anatómiai síkokban meghatározott nyírószilárdságok négyzetre vannak emelve, ezért ezt a modellt kvadratikus egyenletnek nevezzük. A [2] és [3] egyenlet által szolgáltatott becsléseket használva a nyírószilárdság a következőképpen becsülhető:

$$\hat{\tau}_{\varphi}^{\theta^2} = \frac{\hat{\tau}_{0^{\circ}}^{\theta^2} \hat{\tau}_{90^{\circ}}^{\theta^2}}{\hat{\tau}_{0^{\circ}}^{\theta^2} \sin^2 \varphi + \hat{\tau}_{90^{\circ}}^{\theta^2} \cos^2 \varphi}, \quad [4]$$

A másik modell elméletileg nem megalapozott, azonban rugalmasabban használ-

ható, mint a [4] egyenlet. Itt a Hankinson elméletében eredetileg négyzetre emelt szögfüggvények egy tetszőleges n -edik hatványra vannak emelve. A kitevő megfelelő megválasztásával általában igen pontos becslés érhető el. Ezt a modellt módosított Hankinson képletnek neveztük:

$$\hat{\tau}_\varphi^\theta = \frac{\hat{\tau}_{0^\circ}^\theta \hat{\tau}_{90^\circ}^\theta}{\hat{\tau}_{0^\circ}^\theta \sin^n \varphi + \hat{\tau}_{90^\circ}^\theta \cos^n \varphi}, \quad [5]$$

Az analitikai munka során mind az eredeti ortotróp tenzorelméletet, mind pedig az utóbbi két kombinált modellt ráillesztettük a kísérletileg meghatározott adatbázisokra, és statisztikai módszerek segítségével összehasonlítottuk a becslések pontosságát.

A nyírószilárdság mérésekor a nyírófelzsúltségek dualitása, a normálfelzsúltségek elkerülhetetlen fellépése és a faanyag inhomogenitása miatt a valódi nyírási felület sok esetben eltért az elméletitől. Ez a jelenség bármilyen nyíróvizsgálatnál fellép, ha a nyíró igénybevétel nem rostirányban lép fel. Ezért az eredmények csak látszólagos nyírószilárdságnak tekinthetők.

A nyomószilárdság ortotrópiáját leíró modellek

A nyomószilárdság és rugalmassági modulusz ortotrópiáját leíró modellek kiválasztásánál az egyszerűség, a bemeneti paraméterek minimális száma és a bármely rost- és évgyűrűorientációnál való érvényesség voltak a fő szempontok. Ezek alapján egy elméleti és egy empirikus modellt vizsgáltunk meg.

Az ortotróp tenzorelmélet a nyomórugalmasági modulusz irányfüggésének leírására is kínál megoldást. Ezt ismét a levezetés mellőzésével ismertetjük:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\hat{E}_\varphi^\theta} = & \frac{1}{E_L} \cos^4 \varphi + \frac{1}{E_R} \sin^4 \varphi \sin^4 \theta + \frac{1}{E_T} \sin^4 \varphi \cos^4 \theta \\ & + \left(\frac{4}{E_{90^\circ}^{45^\circ}} - \frac{1}{E_R} - \frac{1}{E_T} \right) \sin^4 \varphi \sin^2 \theta \cos^2 \theta, \quad [6] \\ & + \left(\frac{4}{E_{45^\circ}^{90^\circ}} - \frac{1}{E_L} - \frac{1}{E_T} \right) \cos^2 \varphi \sin^2 \varphi \cos^2 \theta \\ & + \left(\frac{4}{E_{45^\circ}^{90^\circ}} - \frac{1}{E_L} - \frac{1}{E_R} \right) \cos^2 \varphi \sin^2 \varphi \sin^2 \theta \end{aligned}$$

ahol

\hat{E}_φ^θ - a φ rostorientációnál és θ évgyűrűállásnál becsült nyomószilárdság

E_i - nyomószilárdság az anatómiai főirányokban ($i = L, R, T$);

E_i^j - nyomószilárdság a $\varphi = i$; $\theta = j$ irányokban.

Ha a fenti képletben a szilárdsági (E) értékeket rugalmassági moduluszsal (s) helyettesítjük, a rugalmassági modulusz becslésére alkalmas képletet kapunk.

Bodig és Jayne (1982) dolgozták ki az un. 3-dimenziós (3D) Hankinson egyenletrendszer, részben az eredeti Hankinson képletre, részben a nyomószilárdság LR síkban tapasztalt irányfüggésére alapozva. A részben empirikus számítási módszer – mely a rugalmassági modulusz becslésére is alkalmas – az alábbiak szerint adható meg:

$$\hat{\sigma}_{90^\circ}^\theta = \left[\sigma_T + \frac{\theta}{\pi/2} (\sigma_R - \sigma_T) \right] + \left[K (-\sin 2\theta) \frac{\sigma_R + \sigma_T}{2} \right], \quad [7]$$

$$\hat{\sigma}_\varphi^\theta = \frac{\sigma_L \hat{\sigma}_{90^\circ}^\theta}{\sigma_L \sin^2 \varphi + \hat{\sigma}_{90^\circ}^\theta \cos^2 \varphi}, \quad [8]$$

ahol

$\hat{\sigma}_{90^\circ}^\theta$ - a $\varphi = 90^\circ$ -nál és θ évgyűrűállásnál becsült nyomószilárdság;

K - tapasztalati állandó (értéke lombosfák esetén 0,2).

A hámozott furnérok ortotróp rugalmasságát leíró modellek

Furnérhámozáskor a rönköt, mint tömör hengert egy spirál mentén sík lappá transzformáljuk. Így jó közelítéssel egy LT -síkkal párhuzamos lemez jön létre, ezért a rugalmassági modulusz változását is csak ebben a síkban mértük, a rostokkal bezárt szög függvényében. Ennek az irányfüggésnek a leírásakor két modellt vizsgáltunk; az ortotróp tenzorelméletet [9], és az eredeti Hankinson képletet [10].

$$\hat{E}_\varphi = \frac{1}{\frac{1}{E_L} \cos^4 \varphi + \frac{1}{E_T} \sin^4 \varphi + \left(\frac{4}{E_{45^\circ}^{90^\circ}} - \frac{1}{E_L} - \frac{1}{E_T} \right) \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi} \quad [9]$$

$$\hat{E}_\varphi = \frac{E_L E_T}{E_L \sin^2 \varphi + E_T \cos^2 \varphi}, \quad [10]$$

ahol

\hat{E}_φ - φ rostorientációnál becsült rugalmassági modulusz;

E_L, E_T - rostirányban és rostra merőlegesen kísérletileg meghatározott rugalmassági modulusz

$E_{45^\circ}^0$ - kísérletileg meghatározott rugalmassági modulusz $\varphi = 45^\circ$ -nál.

Kísérleti módszerek, anyagok és berendezések

A vizsgálatba öt fafajt vontunk be; ezek közül három, a rezgő nyár (*Populus tremuloides*) a vörös tölgy (*Quercus rubra*) és a tulipánfa, (*Liriodendron tulipiferis*) az amerikai kontinensről, az Appalach hegységből, a Pannónia nyár, (*Populus euramericana* cv. Pannonia) és a csertölgy (*Quercus cerris*) pedig Magyarországról származott. A mérések egy részét a West Virginia University Erdészeti Tanszékén, másik részét a Nyugat-Magyarországi Egyetemen végeztük. A próbatesteket a mérések előtt kb. 12%-os egyensúlyi nedvességtartalmat biztosító körülmények (21 °C hőmérséklet és 65% relatív páratartalom) között tároltuk. A tömörfa és furnér próbatestek nedvességtartalmát illetve sűrűségét a vonatkozó amerikai szabványok szerint mértük (ASTM D 4442-92 és ASTM D 2395-93). Az eredményeket az **1. táblázat** mutatja.

A nyírószilárdság mérése

A nyírószilárdság méréséhez kialakított próbatesteket a **2. ábra** szemlélteti. A **3. ábra** mutatja a mérési összeállítást. A próbatestek kialakításához 0° és 90° között 15°-onként változó évgyűrűállású fűrészárut válogattunk ki. A rostorientációt minden évgyűrűállásnál

hasonlóképpen változtattuk, ami fafajonként 49 rost- és évgyűrűszög-kombinációt eredményezett. A próbatestek kialakításának módszerét, valamint a nyíróterhelés irányát a **4. ábra** b. részlete mutatja. Az egyes kombinációk elemszáma (n) 6 és 15 próbatest között változott.

A mérés levezetésénél törekedtünk a megfelelő amerikai szabvány (ASTM D 143-94) utasításainak betartására. A szabványostól eltérő volt azonban a mérési összeállítás. Ez az alternatív módszer lényegesen kisebb próbatest méretet tesz lehetővé (Láng 1997), ugyanakkor a mért szilárdsági értékek a szabványos mérések eredményeivel összevethetők (Láng és Kovács 2000). Ez komoly előnyt jelent, mert így lényegesen könnyebben betartható a vizsgálni kívánt rost- és évgyűrű-orientáció, és a nagy számú méréshez sokkal kevesebb faanyagra van szükség. További eltérést jelentett a szabványos vizsgálatától, hogy a magyar fajok esetében – melyek Magyarországon kerültek vizsgálatra – az anyagvizsgáló gép korlátozott lehetőségei miatt, a szabványos 0,6 mm/min helyett 2 mm/min mérési sebességet kellett alkalmaznunk.

A nyomószilárdság és rugalmassági modulusz mérése

A nyomótulajdonságok meghatározásához az ASTM D 143-94 szabvány szerinti, 25x25x100 mm-es próbatestek kerültek kialakításra. Az amerikai fajokból készült próbatestek rost- és évgyűrű orientációja a nyírószilárdsági próbatestekéhez hasonlóan változott. Mivel rostirányú nyomás esetén az évgyűrűszög nem értelmezett, ezért $j = 0^\circ$ -nál csak egy sorozatot mértünk. Feltételeztük továbbá, hogy az évgyűrűállás hatása $j = 15^\circ$ -nál még elhanyagolható, ezért itt is csak egy, változó

1. táblázat – A tömörfa és furnér próbatestek nedvességtartalma és sűrűsége

Fafaj	Tömörfa					Furnér				
	n ^a	Nedv. tart. (%)		Sűrűség(kg/m ³)		n	Nedv. tart. (%)		Sűrűség(kg/m ³)	
		\bar{x} ^b	s ^c	\bar{x}	s		\bar{x}	s	\bar{x}	S
Rezgő nyár	10	11,4	0,9	434	16	20	11,8	0,32	417	16
Vöröstölgy	10	11,1	0,3	700	37	20	10,5	0,38	552	14
Tulipánfa	10	11,3	0,5	434	15	20	11,5	0,61	469	24
Pannónia nyár	10	10,9	1,2	410	39	12	-- ^d	--	419	16
Csertölgy	10	11,5	0,9	781	46	12	-- ^d	--	758	31

a – elemszám, b – átlag, c – szórás, d – a Magyarországról származó furnérok esetében nedvességtartalom meghatározás nem történt.

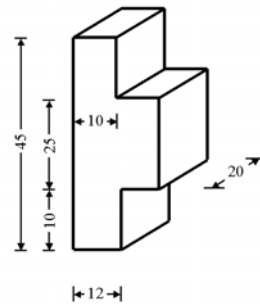
évgyűrűállású próbatestsorozatot vizsgáltunk. A próbatetek kialakítását a **4. ábra** a. részlete mutatja, a nyomóterhelés irányának feltüntetésével.

A mérést az ASTM D 143-94-es szabvány előírásai szerint végeztük. A mérési összeállítás az **5. ábrán** látható. A nyomást a próbatetek végén, önbeálló blokkon keresztül alkalmaztuk. Az elmozdulás méréséhez a próbatest két oldalára 2-2 befogó körmöt szereltünk. A körmöket tartó csavarok egymástól 41 mm távolságban helyezkedtek el. A körmök közé mindkét oldalon újrafelhasználható, precíziós nyúlásmérőt illesztettünk, majd a mérés elindítása után a lineáris rugalmas határig másodpercenként rögzítettük a nyomóerő és elmozdulás adatokat. A fajlagos méretváltozást a két nyúlásmérő adatainak átlagaként számoltuk. A mérést a próbatetek tönkremenetelig, illetve – rostra merőlegesen, ahol a tönkremenetel nem volt megállapítható – állandósult nyomóerő értékig végeztük.

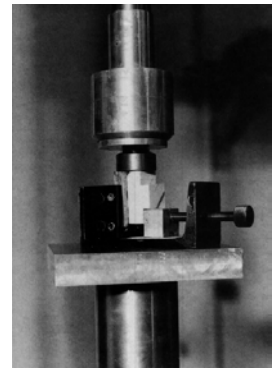
A magyarországi faanyagok nyomószilárdságát, nagyobb elemszámot (300) alkalmazva csak azoknál a rost- és évgyűrűorientációknál mértük, amelyek az ortotróp tenzorelmélet alkalmazásához szükségesek (ld. [6]). Ezek a mérések Magyarországon történtek; a mérési sebesség (0,5 mm/min) itt ismét eltért az amerikai szabványtól. Ezeknél a fajoknál a rugalmassági modulusz mérésére szintén csak ezen orientációknál, kevesebb próbatesttel ($n=15$), Amerikában került sor, a fenti vizsgálati eljárásnak megfelelően.

Hámozott furnérok rugalmassági moduluszának mérése

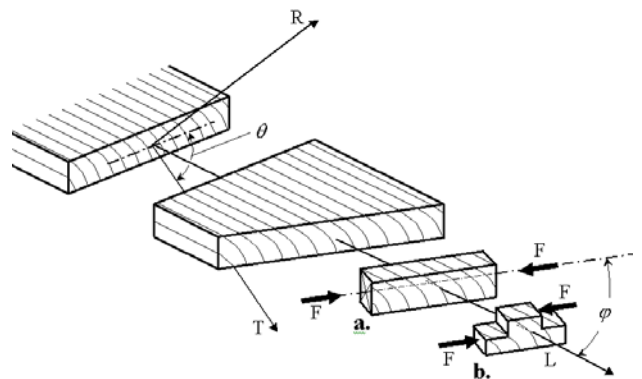
A furnérok rugalmassági moduluszát a **6. ábrán** látható ultrahangos készülékkel vizsgáltuk. A műszer méri a jelek áthaladási idejét a két piezoelektromos gyorsulásérzékelő között. A jeladók 127 V-os, 45 kHz-es impulzusokat bocsátanak ki, melyek 30 mikroszekundumig tartanak, és másodpercenként ismétlődnek. A jeladók és a furnérlemez közötti megfelelő csatolást csiszolópapír illetve 3-4 MPa felületi nyomás alkalmazásával értük el. A jeladók közötti távolság 160 mm, a próbatetek mérete pedig 200x200 mm volt. A kondicionálás után a furnérlemez méreteit 0,01 mm, a tömegüket 0,01 g pontossággal mértük, majd meghatároztuk a



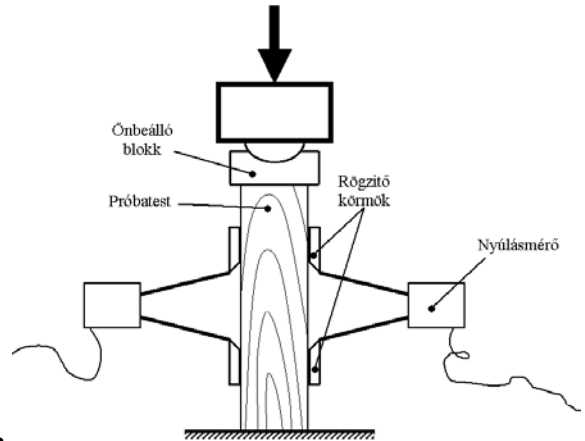
2. ábra – A nyírószilárdsági próbatetek kialakítása és méretei



3. ábra – A nyírószilárdság méréséhez használt összeállítás



4. ábra – A nyomó (a.) és nyíró (b.) próbatetek kialakításának módszere



a.



b.

5. ábra – A nyomószilárdság és rugalmassági modulusz meghatározásához használt mérési összeállítás

sűrűséget. A lapok mindkét oldalán kijelöltük a mérési irányokat $j = 0^\circ$ és 90° között, 15° -onként. Végül az ultrahangos készülékkel mértük a hang terjedési sebességét a kijelölt irányokban. Mivel minden próbatestet minden irányban megmértünk, ez a kísérleti terv statisztikai szempontból egy teljes, véletlen elrendezésű blokk analízisnek felel meg. A rugalmassági moduluszt a meghatározott sűrűségből és az ultrahang terjedési sebességéből a következő, jól ismert képlettel számítottuk:

$$E_d = v^2 \rho, \quad [11]$$

ahol

E_d - dinamikus rugalmassági modulusz

v - terjedési sebesség

ρ - sűrűség.

A dinamikus és statikus rugalmassági modulusz közötti összefüggést több furnér és tömörfa próbatesten vizsgáltuk. A próbatesteket a vizsgálatba bevont fafajokból négy különböző rostorientációval (0° , 15° , 30° és 45°) alakítottuk ki. A próbatestek hosszmérete 300 mm, szélessége 25, és a tömörfa próbatestek vastagsága 12 mm volt. A próbatestek rugalmassági moduluszát először a fent leírt ultrahangos módszerrel, majd az ASTM D 143-94 szabvány szerint, húzóvizsgálattal is meghatároztuk, és a kapott eredményeket összevetettük.

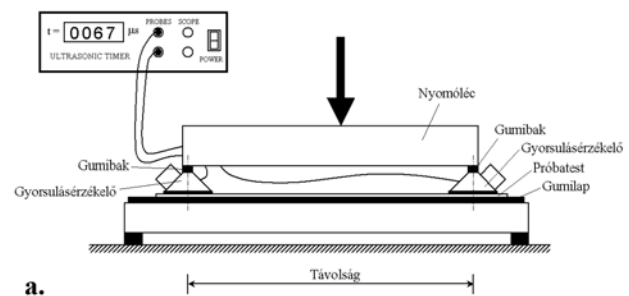
Összefoglaló

A mintegy három éves kísérleti és analitikai munka során, több mint négyezer mérési eredménnyel, sikerült a szakirodalomban fel nem lelhető adatbázist létrehozni. Az öt vizsgált fafaj ortotróp szilárdsági és rugalmassági jellemzőinek feltárásával lehetőség nyílik ezen alacsony értékű és alulhasznosított fafajok értéknövelésére. A faalapú teherviselő kompozitok iránti kereslet világszerte növekvő tendenciát mutat. Az ortotróp tulajdonságokat leíró modellek szimulációs programokkal történő kombinációja jó alapot nyújt szerkezeti célú faalapú kompozitok mechanikai tulajdonságainak prognosztizálására.

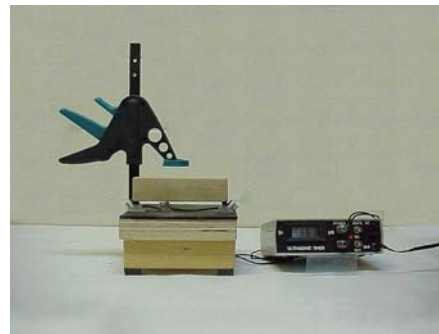
A kutatás során nyert numerikus adatokról és az ortotrópiát leíró modellek pontosságáról e közlemény folytatásaként egy külön publikációban számolunk be.

Irodalomjegyzék

1. American Society for Testing and Materials. 1994.



a.



b.

6. ábra – Az ultrahangos mérés berendezése és a mérési összeállítás

Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. ASTM D 143 – 94. ASTM, West Conshohocken, Pa.

2. American Society for Testing and Materials. 1993. *Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-base Materials.* ASTM D 2395 – 93. ASTM, West Conshohocken, Pa.
3. American Society for Testing and Materials. 1992. *Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-base Materials.* ASTM D 4442 – 92. ASTM, West Conshohocken, Pa.
4. Ashkenazi, E. K. 1976. *A fa és faalapú anyagok anizotrópiája.* (oroszul.) Izdatelsvo Lesnaja Promuslennosty, Moszkva.
5. Bejő L., Láng E. 2003. *Az Egyesült Államokban használt kompozitok számítógépes modellezése.* In: Új eredmények a fa- és rosttechnológiai tudományokban *konf.* NyME FMK, MTA Erdészeti Biz. Faip. Albizottsága, MTA SZál- és Rosttech. Biz., MTA Term. Polimerek Munkabiz. közös kiadványa. Sopron, 44 old.
6. Bodig, J. és B. A. Jayne, 1982. *Mechanics of Wood and Wood Composites.* Van Nostrand Reinhold Co., N.Y. 712 pp.
7. Cowin, S. C. 1979. *On the Strength Anisotropy of Bone and Wood.* J. of Applied Mech. 46(12):832-838.
8. Hankinson, R. L. 1921. *Investigation of Crushing Strength of Spruce at Varying Angles of Grain.* Air Service Information Circular No. 259, U.S. Air Service, 1921.

9. Liu, J. Y. and Floeter, L. H. 1984. *Shear Strength in Principal Plane of Wood*. *Journal of Engineering Mechanics*, 110(6):930-936.
10. Lang, E. M. 1997. *An Alternative Method For Shear Strength Assessment*. *Forest Prod. J.* 47(11/12):81-84.
11. Lang, E. M., Bejó, L., Szalai, J., Kovacs, Zs., 2000. *Orthotropic Strength and Elasticity of Hardwoods in Relation to Composite Manufacture*. Part I. Orthotropy of Shear Strength. *Wood Fiber Sci.* 32(4):502-519.
12. Lang, E. M., Bejó, L., Szalai, J., Kovacs, Zs., Anderson, R. B. 2002. *Orthotropic Strength and Elasticity of Hardwoods in Relation to Composite Manufacture*. Part II.: Orthotropy of Compression Strength and MOE. *Wood Fiber Sci.* 34(2):350-365
13. Lang, E. M., Bejó, L., Kovacs, Zs., Divos F., Anderson, R. B. 2002. *Orthotropic Strength and Elasticity of Hardwoods in Relation to Composite Manufacture*. Part III: Orthotropic Elasticity of Structural Veneers. *Wood Fiber Sci.* 35(2):308-320
14. Lang, E.M. and Zs. Kovacs. 2001. *Size Effect on Shear Strength Measured by the ASTM method*. *Forest Prod. J.* 51(3):49-52.
15. Szalai J. 1994. *A faanyag és faalapú anyagok anizotróp rugalmasság- és szilárdságtana*. I. rész: a mechanikai tulajdonságok anizotrópiája. EFE, Sopron.

A Faipari Tudományos Egyesület közgyűlése

A FATE 2003. május 21-én Budapesten tartotta küldöttközgyűlését. Dr. Winkler András elnök részletesen beszámolt az egyesület 2002. évi közhasznú tevékenységéről, működéséről. Saly Imre, az Ellenőrző Bizottság elnöke tájékoztatta a közgyűlést az Egyesület pénzügyi helyzetéről a 2002. évi mérlegadatokról tükrében. További hozzászólások hangzottak el Matlák Zoltán, dr. Takáts Péter, dr. Tóth Sándor és Kurusa László részéről.

A közgyűlés további részében Honfi Ferenc, a közgyűlés levezető elnöke tájékoztatta a résztvevőket, hogy a 2003. évben az örökös tagságra beérkezett javaslatok alapján Matlák Zoltán személyét terjeszti elő elfogadásra. Később Dr. Winkler András tájékoztatta a résztvevőket, hogy az elmúlt évi tisztújító közgyűlésen ügyvezető társelnöknek megválasztott Horváth Tibor – munkahelyi elfoglaltságai miatt – megváltik tisztségétől. Az elnök méltatta Horváth Tibornak az egyesület érdekében kifejtett tevékenységét, mellyel elvülhetetlen érdemeket szerzett. Megköszönte eddig munkáját, és kérte, hogy továbbra is támogassa az egyesület céljainak megvalósítását. Az ügyvezető társelnöki tisztség betöltésére Dr. Szabadhegyi Győző, a Jelölő Bizottság elnöke terjesztette elő a bizottság javaslatát, miszerint arra Juhász Bertalant, az eddigi alelnököt javasolják.

A közgyűlésen az alábbi határozatok születtek:

- 1/2003.V.21.sz. közgyűlési határozat: a közgyűlés egyhangú döntéssel elfogadta az egyesület 2002. évi beszámolóját és az Ellenőrző Bizottság közhasznúsági jelentését
- 2/2003.V.21.sz. közgyűlési határozat: a közgyűlés egyhangú döntéssel a 2003. évben örökös taggá választotta Matlák Zoltánt.
- 3/2003.V.21.sz. közgyűlési határozat: a közgyűlés egyhangú döntéssel ügyvezető társelnökké választotta Juhász Bertalant.

Zánkán, a Zánkai Gyermekek és Ifjúsági Centrum
Balatonfelvidéki Tájházában, a

GYERMEKSZERVEZET-TÖRTÉNETI MÚZEUMBAN

megnyílt a

FAJÁTÉKOK VILÁGA

Válogatás napjaink hazai fajtáikaiból

című kiállítás

A kiállítás szeptember elejéig látogatható naponta 9-18 óráig.