

## **Köszönetnyilvánítás**

A kutatás részben az OTKA (projekt szám T 025985), részben a NATO Cooperative Research Grant (CRG.LG 973967) anyagi támogatásával folyt.

## **Irodalomjegyzék**

1. Molnár S. Szerk. 2000. *Faipari Kézikönyv I.* Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron.
2. Szalai J., 1994. *A faanyag és faalapú anyagok anizotróp rugalmasság- és szilárdságtana.* Saját kiadás, Sopron.
3. Bodig, J. és B. A. Jayne. 1982. *Mechanics of wood and wood composites.* Van Nostrand Reinhold Co., New York, NY.

## **Egyrétegű tömörfalapok ragasztási szilárdságának vizsgálata kisméretű próbatesteken**

Gerencsér Kinga, Gergely Lissette, Szabó Gábor \*

### **A study of the bond quality of solid wood panels using small specimens**

The introduction presents the fields of utilisation, structure, advantages and disadvantages of solid wood panels. Studying the strength of the panels is important when using them in different furniture and other interior applications. The main steps of the manufacturing technology are also presented. The quality of the final product is determined by two factors: raw material properties and technological parameters (quality between two processing phases – dimensional stability, gluing and pressing). The dimensional stability of lamellae thickness and finger parameters were measured using random samples, before and after finger-jointing. Glueline quality was verified by measuring various strength properties (longitudinal tensile strength, tensile strength perpendicular to grain, shear strength and static bending strength) on oak and poplar solid wood panel samples containing the glueline, along with control specimens.

### **Bevezetés.**

A tömörfa lapok gyártása az utóbbi évtizedben a fűrésziparhoz kapcsolódik. A fűrésziparban bekövetkezett gyors technikai fejlődés, amelynek az utóbbi években tanúi lehetünk, a fűrészipari termékek fűrészüzemen belüli továbbfeldolgozását eredményezte (Hargitai 1991). A bevételek növelésének szükségessége rákényszeríti a fűrészüzemeket arra, hogy magasabb készültségi fokú termékeket állítson elő (Gerencsér 1999).

### **A tömörfa lapok szerkezete, előnyei, hátrányai**

A faalapú anyagok tudatos kialakításának, fejlesztésének fő oka és célja a természetes faanyag bizonyos tulajdonságainak javítása. A különböző szempontok az inhomogenitás mértékének csökkentése, a fizikai-mechanikai tulajdonságok javítása, az anizotrópia fokának csökkentése, a törzs által nyújtott természetes geometriai méretkorlátok túllépése, a nedves-ségtartalom változás következtében fellépő méretváltozás mértékének csökkentése, gazdaságosabb anyagfelhasználás és a kihozatal javítása (Szalai 1994).

A tömörfa lapok szerkezete a rétegek száma, az elemek elhelyezkedése és kötési módja alapján sokféle lehet. A tömörfa lapok lehetnek egy-, vagy többrétegűek. A páratlan rétegszámú (3, 5, 7 vagy még több) lapoknál a szomszédos rétegek rostiránya egymásra merőleges, páros számú réteg esetén a két középső réteg párhuzamos. A két szélső réteg a borítóréteg, ezek magasabb esztétikai és szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek a belső rétegekhez viszonyítva, és vastagságuk is eltérő lehet.

A tömörfa lap a belsőépítészeti valamint a bútortipar alapanyagaként alkalmazható, ha

\* Dr. Gerencsér Kinga egy. docens, Gergely Lissette doktorandusz hallgató, NyME Fa- és Papírtechnológiai Intézet; Szabó Gábor faipari mérnök

tulajdonságai azonosak a jelenleg széleskörűen elterjedt lapszerkezetekével, vagyis megfelelnek egy adott felhasználási területnek.

Előnye az agglomerált lapszerkezetekhez (forgácslap, rétegelt lemez, farostlemez) viszonyítva az olcsó technológia és az újrafelhasználás környezetbarát megvalósítása. Hátránya a nedvességváltozásra való érzékenység, mely egyenetlenül nyilvánul meg a tömörfa lap szerkezetén belül, ezáltal feszültségeket okoz a ragasztási rétegben (legrosszabb esetben a rétegek is elválhatnak egymástól), valamint deformációkat eredményez a lapszerkezet síkjában. Ezenkívül hátránya a felület kis kopásállósága, mely a választott faanyag tulajdonságainak függvénye.

### *A tömörfa lapok minősége, vizsgálata*

Az elmúlt években a műszaki számításokkal történő szilárdsági méretezés kevés figyelmet kapott a nem elsődleges teherviselő szerkezeteknél (bútorok, ajtók, ablakok) (Kovács 1989). Különösen a bútoroknál a teherviselés biztonsága és a minimális szerkezetsúly ritkán volt meghatározó szempont. Bútorok esetében két fő tervezési tényezőt vettek elsősorban figyelembe: a funkcionalitás szempontjait és az ennek megfelelő kialakítást, valamint az alapvető esztétikai jellemzők betartását. A korrekt erőtani számításokhoz kevés ismeret állt rendelkezésre, és nem voltak ismertek a felhasznált anyagok szilárdsági és rugalmassági jellemzői sem. A gyakorlatban tapasztalat alapján állapították meg az alkatrészek szükséges méreteit. A formai igényekkel összevetve ez rendszerint túlméretezett szerkezetet eredményezett. A megbízhatóbb, tartósabb termékek iránti igény, a gyártó által nyújtott garancia, legfőképpen pedig az alapanyag gazdaságos felhasználásnak kényszere miatt napjainkban megnövekedett a bútorkészítő és épületasztalosipari tervezés jelentősége, ugyanis a gyártmányfejlesztési folyamat költségeiből sokat meg lehet takarítani, ha már a tervezés korai stádiumában érvényesülnek a szilárdsági tervezés szempontjai.

A tömörfa lapok szilárdsági jellemzőinek ismerete felhasználható arra, hogy a szerkezet követelményszintjének megfelelő méretű, szilárdságú és alaktartósságú lap kerüljön beépítésre.

A megfelelő minőségű késztermék feltételezi az előírt technológia pontos betartását, amely könnyen ellenőrizhető a különböző megmunkálási fázisban vett minták vizsgálatán keresztül. Ennek elengedhetetlen feltétele a gyártási technológia alapfázisainak ismerete, amely a választott késztermék (egyrétegű szélességtoldott tömörfa lap) esetében a következő:

- a ragasztandó anyagok szabása, mechanikai megmunkálása és előkészítése ragasztáshoz;
- a ragasztóanyag előkészítése és felhordása ragasztandó felületre;
- a ragasztandó elemek összeillesztése (terítékképzés);
- présbe/szorítóba rakás, préseles/szorítás, kiszedés, pihentetés;
- ragasztott szerkezet további megmunkálása;
- felületkezelés (a vevő igényeinek megfelelően).

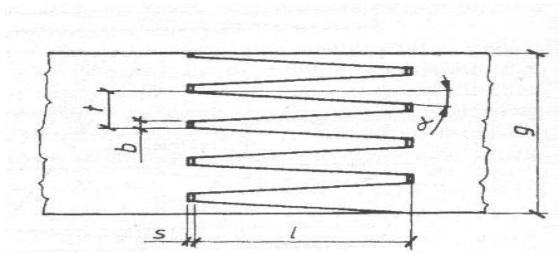
A késztermék minőségét két tényezőcsoport befolyásolja: az alapanyag jellemzők és a technológiai jellemzők. Az alapanyag jellemzői:

- az alapanyag minősége (alapvetően befolyásolja a késztermék mennyiségi és kihozatalát) és
- az alapanyag nedvességtartalma (ragasztáshoz 8-12 % között kell legyen).

A technológiai jellemzők:

- a megmunkálás minősége a különböző fázisok között
- a ragasztás minősége
- a préseles minősége.

A késztermékből kialakított próbatestek vizsgálatával megvalósítható a gyártási paraméterek korrigálása, ugyanakkor vizsgálni lehet a termék felhasználási területeit is. A tömörfa lapok vizsgálatára jelenleg nincs érvényben szabvány, ezért a Nyugat-Magyarországi Egyetem Fa- és Papírtechnológiai Intézet Fűrészipari Tanszéke a késztermék minőségének vizsgálatát tűzte ki célul a megmunkálás minőségének vizsgálata, a ragasztás, valamint a préseles vizsgálatán keresztül. Az elvégzett vizsgálatok a megmunkálás és a ragasztás minőségének vizsgálatát célozzák.



1.ábra - Ékcsapfogak jellemzői (Wittmann, 2000)

### A megmunkálás minőségének vizsgálata

A gyakorlatban nem mindig fordítanak kellő figyelmet a megmunkálás minőségének vizsgálatára a technológia különböző fázisaiban, az előírások pedig megkövetelnek a faanyag számára egy mérettartást, amely elsősorban a megmunkáló gépek beállítási pontosságán múlik. Ezek közül csak a két legfontosabbat emeltük ki vizsgálat céljára: a lamellák vastagsági mérettartását a fogazat kialakítása előtt, és a kialakított fogak geometriai paramétereinek mérettartását, mivel ez utóbbi képezi a megfelelő minőségű hosszoldás alapját a prés paramétereinek megfelelő kiválasztásán kívül.

A lamellák vastagsági mérettartásának vizsgálatát a gyalulás után, közvetlenül a fogazat kialakítás előtt a termelésben véletlenszerű mintavétellel ellenőriztük. A mérettartás megfelelőnek bizonyult és beilleszkedett a gyalulásnál előírt  $\pm 2,0$  mm-be.

A fogparaméterek mérettartásának ellenőrzése ugyancsak a termelésből véletlenszerűen kivett minták lemérésével történt. A szabványos teherviselő fogak (1. ábra) jellemzésére használatos paraméterek (Wittmann 2000):

- $t$  – fogosztástávolság
- $l$  – foghosszúság
- $b$  – fogalapszélesség
- $s$  – foghézag
- $v$  – gyengítési tényező
- $\alpha$  – a fogoldalak hajlásszöge.

1. táblázat - az ékcsapfogak szabványban megadott és a gyakorlatban mért értékei

Paraméter	Előírt	Mért
$t$	3,7	3,7
$l$	10,0	9,9
$b$	0,6	0,7
$v$	0,16	0,19
$s$	-	0,47

A választott szabványos fogparaméterek és ezeknek a gyakorlatban mért értékei az 1. táblázatban vannak feltüntetve.

### A ragasztóanyag minőségének vizsgálata, következtetések

A ragasztóanyag kiválasztása a késztermék, vagyis a tömörfa lap felhasználási területének megfelelően történt. A választott ragasztóanyag PVAC diszperziós alapanyagú, D2 vízállóságú ragasztó, amely beltéri, nem szerkezeti felhasználású lapok gyártásánál javasolt.

A hosszoldáshoz és szélességtoldáshoz ugyanazt a ragasztót használtuk. A ragasztás mindkét esetben hidegen, nagy nyomáson történt. A gyártó által javasolt felhasználási mennyiséget ( $140-180 \text{ g/m}^2$ ) betartották.

A ragasztás minőségét a tömörfa lapok ragasztási síkjaiban, valamint a kontroll próbatesteken elvégzett szilárdsági vizsgálatokkal (30-30 db próbatesten) lehet felmérni. A jellemző paraméterek a következők:

- húzószilárdság szálirányban (a fogazott hosszoldás síkjában)
- húzószilárdság szálirányra merőlegesen (a szélességtoldás síkjában)
- nyírószilárdság a ragasztás síkjában (a szélességtoldás síkjában).

A vizsgálatok elvégzése előtt a próbatesteket az előírásoknak megfelelően kondicionáltuk ( $20^\circ\text{C}$ , 65 % relatív légnedvesség). A vizsgálatok elvégzése után  $102^\circ\text{C}$ -on tömegállandóságig szárítottuk őket a nedvességtartalom pontos megállapításának céljából.

### Rostirányú húzószilárdság vizsgálata hosszoldott lamellákon

A vizsgálatot a DIN 521-88 szabvány szerint végeztük el. A húzószilárdság értékét a lemért maximális törőerő és az igénybevett keresztmetszet hányadosaként számítottuk. A 2. ábra mutatja a mérési elrendezést.

A kontrol próbatestek átlagértékei mindkét esetben nagyobbak bizonyultak, mint a hosszoldott elemekéi (3. ábra). Bár a rostirányú húzás, mint terhelési típus a gyakorlatban általában nem jellemző a tömörfa lapokra, mégis figyelembe kell venni ilyen esetekben, hogy a fogazott toldás csökkenti a lamellák

húzószilárdságát. Az egy tömörfa lapra megen-  
gedett toldások helyére és számára vonatkozóan  
a felhasználási körülményektől függően az elő-  
írásokat következetesen be kell tartani.

### ***Rostra merőleges húzószilárdság vizsgálata a szélességi toldás síkjában***

A vizsgálatokat (lásd 4. ábra) a DIN  
68141 szabvány szerint végeztük el. A szilárd-  
ság értékét a rostirányú húzószilárdsággal  
azonos módon számítottuk.

Mint az 5. ábrán látható, a tölgy faanyag  
esetében a kontroll próbatestek szilárdsági  
értékeinek átlaga magasabbnak bizonyult, mint  
a ragasztott próbatesteké. A nyár faanyag esetén  
a két érték megközelítőleg azonosnak mond-

ható. Amint várható volt, a tölgy esetében nem  
sikerült a ragasztással elérni a faanyag rostra  
merőleges szilárdsági értékeit. Ezzel szemben a  
nyár faanyagnál – lévén lágylombos fafaj – ez  
könnyebben megvalósítható. Tehát az oldalirá-  
nyú húzásnak kitett tömörfa lapok legcélszerűbb  
kiválasztási szempontja az előbbieket alapján a  
fafaj.

### ***Nyírószilárdság vizsgálata a szélességi toldás síkjában***

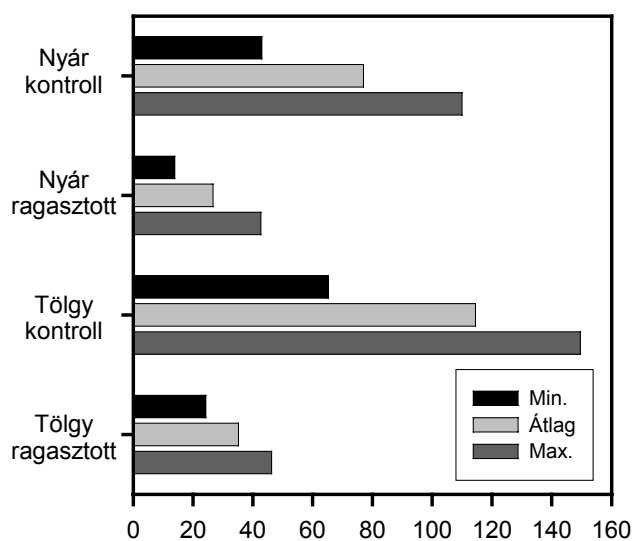
A vizsgálatot az MSZ KGST 814-77  
szabvány előírásai szerint végeztük el (7. ábra).  
A szilárdság értékét itt is a nyíróerő és a nyírt  
keresztmetszet hányadosa adja. A ragasztott  
próbatestek nyírószilárdságának átlagértékei  
mindkét fafaj esetében jobbnak bizonyultak,  
mint a természetes faanyagéi.



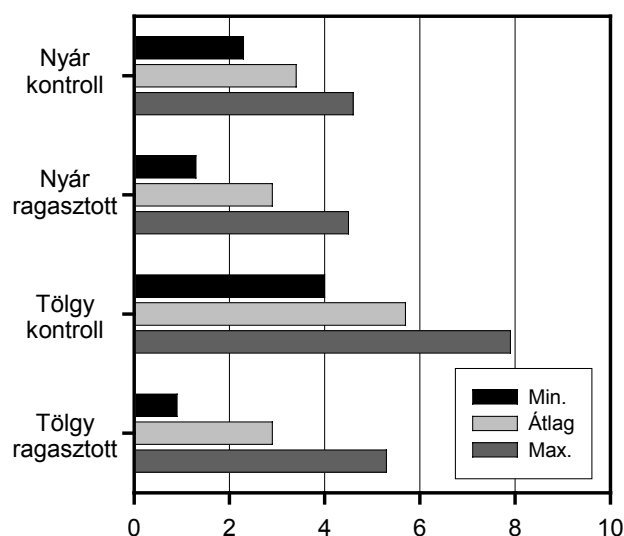
2. ábra – A rostirányú húzószilárdság vizsgálata



4. ábra – A rostra merőleges húzószilárdság vizsgálata



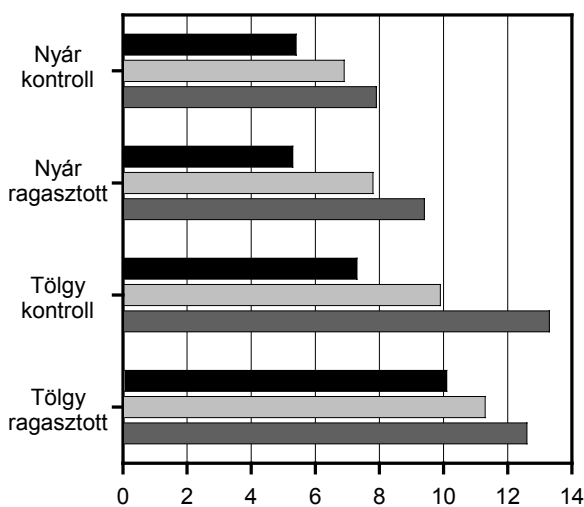
3. ábra - Tölgy és nyár hosszított és kontroll lamellák húzószilárdsága



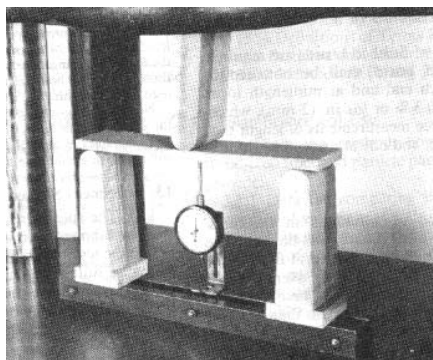
5. ábra - Tölgy és nyár szélességtoldott és kontroll próbatestek rostra merőleges húzószilárdsága



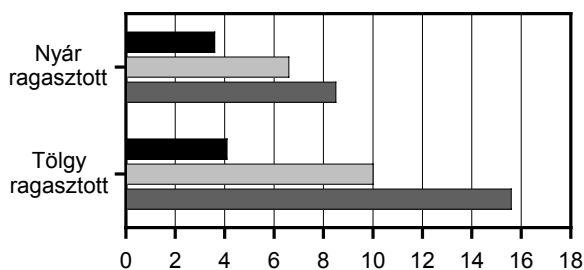
6. ábra – A nyírószilárdság vizsgálata



7. ábra – Tölgy és nyár szélességtoldott és kontroll próbatetek nyírószilárdsága



8. ábra - A Hajlítószilárdság vizsgálata



9. ábra - Tölgy és nyár szélességtoldott próbatetek hajlítószilárdsága

### Keresztirányú, rostra merőleges hajlítószilárdság vizsgálata

Lemezipari termékeknél a leggyakoribb igénybevétel a hajlítás (Winkler 2000). A tömörfa lapok esetében a hajlítóigénybevételhez számtalan próbatest-kialakítási módhoz képzelt el, a gyakorlatban előforduló terheléshez azonban a tömörfa lap rostirányával megegyező, valamint a rostirányra merőleges kialakítást szükséges vizsgálni. A rostra merőleges hajlítószilárdsági méréseket az EN 310:1999 szabvány előírásainak megfelelően végeztük el. A mérési elrendezés a 8. ábrán látható.

A mérési eredményeket a 9. ábrán foglaltuk össze. A tölgy tömörfa lap próbatestek átlagos keresztirányú hajlítószilárdsága  $10 \text{ N/mm}^2$ , a nyár próbatesteké  $6,6 \text{ N/mm}^2$ .

### Összefoglalás

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a tömörfa lapok szilárdsági tulajdonságait nagymértékben befolyásolja a fafaj, ezért a tömörfa lapok szilárdsági tulajdonságainak összehasonlítása más lapszerkezetekével összetett feladat. Jelenleg még nem rendelkezünk ismeretekkel arra vonatkozóan sem, hogy a lamellák mérete (szélessége) és a hosszoldás gyakorisága milyen mértékben befolyásolja a keresztirányú hajlítószilárdságot, ezért ez irányban további vizsgálatok szükségesek a termék felhasználási területének megállapítására.

### Irodalomjegyzék

- Gerencsér K. 1999: *Fűrészipari technológia I. Fűrészcsarnok*. Egyetemi jegyzet. Sopron, 110 old.
- Hargitai L. 1991: *Fahasznosítási ismeretek. Elmélet és gyakorlat*. Kézirat. Sopron, 15 old.
- Kovács, Zs. 1989: *Bútorok és épületasztalos szerkezetek szilárdsági méretezése*. Kézirat. Sopron. 1-2. old.
- Szalai J. 1994. *A faanyag és faalapú anyagok anizotrop rugalmasság- és szilárdságtana*. Saját kiadás, Sopron. 70-71. old.
- Winkler A. 2000: *Forgácslapgyártás*. In: *Faipari kézi-könyv I.* Molnár Sándor szerk. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron.
- Wittman Gy. 2000: *Mérnöki faszerkezetek I.* Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.