

A fa hajlítási technikája - rövid történeti áttekintés

A faanyagok melegítéses hajlítását az ember régóta ismeri, alkalmazza. Tűz felett, vizezve a faanyagok nagy része lágyíthatóvá, majd hajlíthatóvá válik. Egy másik eljárás, a forró vízben, gőzben való lágyítás utáni hajlítás jelentette az előrelépést; először kézi erővel, majd hajlító gépen. Ezzel az eljárással a 19. században Thoneték forradalmasították az addigi kézműves tevékenységet, alkalmazták a tömeggyártást és gyáraikban csereszabatos bútoralkatrészeket állítottak elő az addig csak tűzfának használt bükk fájából. Egy másik megoldást a fa rétegeléses hajlítása jelentette először a 19., majd korszerűbb technikával a 20. században. A 21. században vált lehetővé az iparilag előtömörített faanyag hidegen történő hajlítása.

The bending of woods in a historical view

The bending of wood by warming has been known for a long time. The majority of woods becomes soft and flexible after being watered. The changes of techniques reflect the changes of bending methods during its history. The first process, which is applied during bending is watering above fire. This process was widely used in the manufacturing of the skis, the ribs of lodge and the barrel's staves throughout centuries, in these cases, bending was made manually for a long period of time.

The manufacturer bending process was revolutionised by Thonet masters in the Austro-Hungarian Monarchy in the 19th century. They applied mass production from beech wood that was previously used as firewood. The solution was the layered bending of wood first in the 19th century. Moreover, the real breakthrough came from the Thonets: it was the bending of solid lath during the production of seat furniture. The layered bending returned in the 20th century with a more modern technique - with the high frequency press. The cold bending of compressed wood became industrially possible in the 21st century.

Dr. Tóth Sándor László Budapest

Tel.: 2-575-269, E-mail: sandor.toth9@freemail.hu

Bevezetés

Engedjék meg, hogy két kérdéssel kezdjek. Az első: lehet-e hurkot kötni a fára, mint hogy ez az első ábrán látszik? Ezt az alakzatot Hannoverben láttam 2003-ban, az Expo, a világiállítás után 3 évvel. A hengeresfa átmérője 15 cm lehetett, jól látszik a képen a fa kérge is.



A második kérdés: mikor készülhetett a következő ábrán látható karosszék? Látható, hogy a karfa és egyben a deréktámasz nem egyenes. Talán a 20. századi skandináv ízlésvilágnak megfelelő, kissé konzervatív ülőbútort látunk? Nem, elárulom: ez a bútor a 16.

században, 1550-1560 között készült Kínában (Miller, 2006), vagyis a Ming-kor (1368-1644) idején.



1. ábra: Hurok a hengeresfán

2. ábra: Kínai karosszék

Az alapkérdés, amit most felteszek már az: hogyan lehet a fát, a faanyagot úgy meghajlítani, hogy ne törjön el, sőt, alakját a hajlító erő megszűnése után is megtartsa? Milyen technikát alkalmaztak a faanyagok hajlításánál? A fatermékek példáján ezt többé-kevésbé meg is találtam, s ennek rövid történeti áttekintését szeretném most Önökkel megosztani.

1. Hajlítási eljárások

A faanyagoknál alapvetően kétféle hajlítást különböztethetünk meg. Az ismertebb a tömörfa, a falécek hajlítása, a talán kevésbé ismert, a rétegeléses eljárás. Ez utóbbi esetben vékony, önmagában is kezelés nélkül is hajlítható, enyvvvel (ragasztóanyaggal) bekent farétegeket – furnérokat – helyezünk a kívánt formájú sablonba és így kapjuk meg a hajlított formát.

Könnyen belátható, hogy a faanyagot hajlítás előtt valamilyen módon lágyítani kell, ill. hajlításra alkalmassá kell tenni, különben törik. Erre több megoldást is ismerünk. Kezdjük a melegítéssel, a hajlításnak talán legrégebbi, ismert megelőző technikájával.

2. Hajlítás tűzben, vizezéssel

A tűz feletti hajlításnál a faanyagot vizezik. Ennek két feladata is van: nem gyullad meg a fa, és ami még fontosabb, a forró víz meglágyítja az anyagot, ezáltal a faanyagok többsége plasztikussá, formálhatóvá válik. Így készültek többek között a sílécek hagyományos módon a kőris (*Fraxinus excelsior*), vagy az észak-európai nyír (*Betula pendula*) fájából. A megfelelő alakra kimunkált mintegy 100 mm széles léceket alacsony nyomású gőzben 1,5 órán át gőzölték, majd fűtött présformában hajlítva tartották 1,5 órán át. Végül a léceket kb. 40 Celsius fokon megszáritották (Szőke, 1963).

A másik, hasonló eljárás a hordókészítésben alkalmazott dongahajlítás. A megfelelő alakra ki-munkált dongákat, amelyek a hordó palástját alkotják, alul abroncsba rakják, így – modhatjuk – egy fordított szoknya keletkezik. Ezt visszafordítják, s benne tüzet raknak. A „szoknyában” lobog a tűz, mint ahogy ez az ábrán is látszik, s közben a dongákat vízzel locsolva fokozatosan meghajlítják, újabb abronccsal rögzítik, megadva ezzel a hordó hasas alakját. A dongák középső, vékonyabb része így a kemény tölgyfa (*Quercus* sp.) esetében is enged a hajlításnak.



3. ábra: Tüzeléses dongahajlítás a hordógyártásban

Itt érdemes megemlíteni azt tapasztalatot, hogy a fahordók mozgatását, gurítását éppen hasasságuk könnyíti meg, még folyadékkal teli állapotukban is. Az egy mázsás négyzetes ládát egy ember igen nehezen tudja megmozgatni, míg egy hasonló tömegű hordót egy gyermek is odébb tud gurítani.

3. Hajlítás forró vízben, gőzben

Honnan jöhetett a 2. ábrán bemutatott kínai karosszék íves deréktámasza? Mondhatja valaki, hogy kerestek olyan görbe fát, amelynek íve megfelelt a deréktámasz szabályos görbületének. Könnyen belátható, hogy ez az út nem járható. Mit csinált a találékony kézműves? Belerakta az egyenes faléctet egyik végén lezárt vascsőbe, vizet töltött rá, majd a másik végét bedugaszolva az egészet megforrosította. Egy idő után a forró víztől a fa hajlíthatóvá vált és sablonban megszáritva már megtartotta alakját (Seymour, 2005). Bár ez az egyedi gyártási módra, a kézműves iparra volt a jellemző. Már most előre vetítem, hogy ez a technika később ipari méretekben is visszatér.

4. Rétegelt-ragasztott-hajlított elemekből ülőbútor és hintóalkatrész

Michael Thonet rajnamenti (Boppardi) asztalos az 1840-es években dió (*Juglans regia*) és paliszander (*Dalbergia latifolia*, sp.) fájából vágott vékony farétegeket, furnérokat ragasztott össze és préselt le sablonban, amelyek az enyv megkötése, száradása után is megtartották alakjukat. Ilyen síkgörbe elemekből készültek első ismert székei, amelyekből egyet a következő ábrán is láthatunk. Az eljárásra akkor Thonet szabadalmat kért és kapott. Metternich, Clemens osztrák kancellár felfigyelt munkáira, Bécsbe hívta, ahol Thonet le is telepedett és a hajlítási technikát tovább fejlesztette.

S ha már a Közlekedési Múzeumban vagyunk, érdemes megemlíteni, hogy hasonló technikával készülhettek egyes hintók fából hajlított alkatrészei: pl. fellépői, amelyek felfelé ívelt része a kerekektől is védte a felszállókat.



4. ábra: Thonet szék rétegelt-hajlított elemekből

5. A Thonet-féle tömörfa hajlítás és székgyártás

Thonet 1856-ban nyújtotta be következő szabadalmát, de ekkor már rétegelés nélkül, hajlított tömörfa lécekből rakta össze székeit. A fát forró vízben, ill. gőzben meglágyította, meghajlította, majd sablonban, hajlítva kiszárította. Nézzük most meg kicsit részletesebben a fő lépéseket, a lágyítást és a hajlítást.

Az első művelet a lágyítás. Ha a faanyagot forró vízben tartjuk, szinte megfőzzük. A főzéskor a fa vizet vesz fel, megdagad, deformálódik. Gőzölésnél kisebb a vízfelvétel, így a deformáció is. Ipar-szerű gőzöléskor a gőznyomástól (hőmérséklettől) függően kell a gőzölési időt beállítani. Általában 25 mm behatolási mélységre, favastagságra kb. 1 órát kell számítani. Mind főzésnél, mind pedig gőzölésnél főleg a hajlításra leginkább alkalmas bükkfa esetében – előfordulhat a faanyag elszíneződése, amikor is a sárgásfehér bükk fája rózsaszínes árnyalatú lesz. Nem véletlen tehát, hogy a Thonet székeket gyakran sötétre színezik, pácolják.

Hajlítás esetében tudjuk, hogy a hajlított anyag az egyik felületi rétege húzásnak, a vele szemben lévő pedig nyomásnak van kitéve. A húzott és a nyomott oldal között található a feszültségmentes réteg, a semleges szál. A törésmentes hajlítás elve az, hogy a semleges szálát minél közelebb visszük a húzott oldalhoz, mivel a faanyagok a nyomást viszonylag jól viselik, de húzás hatására nem nyúlnak meg, hanem eltörnek. Ennek megakadályozására hajlítás előtt a húzott oldalra acélszalagot raktak, amelynek végeire a fa hosszának megfelelően acéltuskókat erősítettek; megakadályozandó a húzott oldal nyúlását, ill. törését – s ez már technikatörténeti érdekesség.

A hajlítást ekkor még kézi erővel végezték, mint ahogy ez az ábrán látható. Nem lehetett könnyű egész nap a forró fával dolgozni, erővel meghajlítani.



5. ábra: Thonet gyár műhelye (Bystrica)



6. ábra: A híres 14-es számú szék

Thonet eljárását fiai vitték tovább az Osztrák-Magyar Monarchiában. A Thonet Testvérek (Gebrüder Thonet) sorban építették fel gyáraikat: először Morvaországban (1857). Magyarországon 1867-ben kezdte meg működését Nagy-Ugrócon (ma Velké Uherce –Szlovákia) hajlítottbútor gyárak. Ezt a lengyel Radomsko követte 1881-ben. A 19. és 20. század fordulóján számos hajlítottbútor gyár működött már Európában, ezekből is 13 gyár Magyarországon mintegy 30 üzemmel, műhellyel (Szemerey, 2003), többek között Ungváron (ma Uzgorod - Ukrajna).

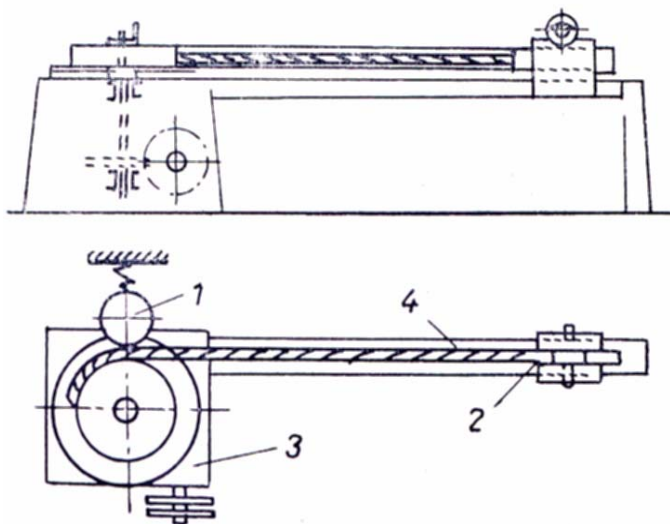
Thoneték és követőik ezzel gyáripari termelésre rendezkedtek be az addig kézműves bútorkészítésben – a székalkatrészek természetesen csereszabatosak voltak. A másik áttörést az jelentette, hogy az addig csak tüzelésre használt bükk (*Fagus silvatica*) fáját a bútorgyártásban hasznosították. Bebizonyosodott az is, hogy hajlításra leginkább a bükkfa alkalmas, viszonylag egységes, tömör szerkezeténél fogva.

Híressé vált Thoneték 14-es számú széke, amely mindössze 6-8 faalkatrészből állt össze. Ebből a

széktípusból 1930-ig 50 millió darabot gyártottak és szétszerelten a tengerentúlra is szállítottak. Ezekből a székből egy, kb. 1 köbméteres konténerbe 36 db székhöz szükséges alkatrészt tudtak berakni, ami ma is logisztikai bravúrként fogható fel.

A hagyományos olyan formák mellett, mint a közismert hintaszék, a meglágyított bükk lécből különleges, bravúros, térgörbe formákat is lehetett készíteni. Ilyet mutattak be a Thonet Fivérek már az 1867. évi párizsi világkiállításon. Bármilyen hihetetlennek is tűnik, ezt az ülőalkalmatosságot 2 db – több méter hosszú – hajlított falécből készítették.

A 20. században már nemcsak kézzel hajlítottak, hanem alkalmazták a gépi hajlítást is. Erre lehet jó példa a székek üléskeretét hajlító gépe, amely már a múlt századi technikát képviseli.



7. ábra: Különleges ülőbútor két hajlított darabból (1867)

6. Rétegelt ragasztott ülőbútor elemek újból

A 20. század első felétől Észak-Európából terjedő irányzat, amely nyírfa (*Betula pendula*) vékony rétegeiből ragasztott, egyben hajlított elemekből építi fel ülőbútorait, Magyarországot is elérte: a Budapesti Bútoripari Vállalatnál (BUBIV) az 1970-es években bükk furnérok (ragasztott) rétegelésével készítettek kényelmes, sőt rugózó ülőbútorokat. Egy ilyen rugózó karosszék látható a következő ábrán. Ekkor még általában kontakt présformákat alkalmaztak; a ragasztóanyag megkötéséhez szükséges hő átadása fűtött présforma közvetítésével történt.



8. ábra: Adrien fotel (BUBIV, Magyarország, 20. század)

A 20. század utolsó évtizedeitől hajlított-rétegelt elemekből a veszprémi Balaton Bútorgyár készítette s készíti ma is világszínvonalon ülőbútorait. Ilyenekkel rendezték be – többek között - a Magyar Tudományos Akadémia dísztermét is. A felhasznált faanyag változatlanul a bükk furnér, a ragasztóanyag kikötése azonban már a mikrohullámú sütőknél alkalmazott nagyfrekvenciás erőterben történik.



9. ábra: A Magyar Tudományos Akadémia díszterme a Balaton Bútorgyár karosszékeivel

7. A fa-műanyag rétegeléses eljárás

Az egykori Kelet-Németországban, majd Csehszlovákiában is szabadalmaztatták a melegen hajlítható fa-műanyag kompozíciót, amelynél a vékony furnérrétegek közé olyan műanyag fóliát raktak, amely egyben a ragasztófilm szerepét is ellátta. Hő hatására - nagyfrekvenciás térben - a fólia meglágyult, a farétegek el tudtak csúszni egymáson, vagyis a faanyag a tér minden irányában majdnem hogy kézzel vált hajlítható és lehűlés után megtartotta alakját. Talán így lehetett a falécre akár hurkot, csomót is kötni, mint ahogy ezt az 1980-as, 1990-es években a Klagenfurti Vásárokon (Klagenfurter Messe – Ausztria) be is mutatták. *A közreadott idomot ebből a kompozitból mikrohullámú sütőben való melegítés után kézzel hajlítottam.*

8. A tömörítéses hajlítás

A Thonet-féle, említett acélszalagos hajlításnál a fa egyik, nyomott oldala már tömörödni kényszerült. Ezt a jelenséget, vagyis a faanyag tömörödését használja ki a legújabb, 21. századi eljárás, amikor is a faanyagot lágyítás után nagy erővel hosszanti irányban megnyomják.

A tömörítő gépben történő rostirányú zsugorításnál a sejtfaalak harmonikászerűen gyűrődnek, s ez által válik hajlíthatóvá „kihúzhatóvá” a „gyúrt” faanyag. A tömörítő gépet számítógép vezérli, amely működés közben szabályozza a nyomást (Szabó, 2002). Az eljárással a faanyag hossza 10-30%-ot is megrövidülhet, s a nyomóerő megszűnése után válik hidegen hajlíthatóvá, ami újabb áttörést jelent a faanyagok hajlítási technológiájában. Ma már hajlított bútoralkatrészek készülnek így, de megmaradt a hagyományos forró vizes, ill. gőzöléses eljárás is.

9. A lehetséges jövő

Az említett tömörítéses hajlításkor sejt méretű beavatkozás történik a faanyag struktúrájába. Tudjuk, hogy az anyagok egyes tulajdonságai a nanotechnológia segítségével alapvetően megváltoztathatók. Ez a molekulányi vagy még inkább az atomnyi méretekben történő modifikáció egyes anyagoknál pl. a mikroelektronikában ipari méretekben is megvalósult. Ismert az ezüsttel kezelt bútorszövetek, lakkok baktériumölő hatása (Srebro, 2007). Az eljárás a faanyagok esetében sem elképzelhetetlen, sőt konkrét példa is van rá a parkettlakkok kopásgátló adalékainál. Ez pedig a „nanoprotector” lakk típus, ahol az említett adalékok méretét 40-100 nanométerrre sikerült csökkenteni a lakkréteg kitűnő karc- és kopásállóságának biztosítása mellett (Molnár, 2007).

Összefoglalás

Láthattuk a példákon, hogyan tökéletesedett a századok során a faanyag hajlítása a kézműves tűzben, vízben lágyításától a gyáripari gőzölésig, s hogyan tért vissza a 19. században abbahagyott rétegeléses-ragasztásos eljárás a kor technikájának megfelelően a 20. században. Az elmondottak alapján ezt igyekeztem áttekinthetővé tenni a faanyag-hajlítási eljárásokat összefoglaló táblázatban.

A faanyag hajlítási eljárások

HAJLÍTÁSI ELJÁRÁS	TERMÉK	ALKALMAZÁS KEZDETE	GYÁRTÁSI TÍPUS (IPAR)
Tűz felett, mellett, vízvezéssel	Síléc Szántalp Csónak alkatrész	„Őskor”	Kézművesség
Forró vízben gőzben I.		Ókor	
Rétegeléses ragasztás I.	Hordó Ülőbútor, hintó alkatrészek	19. század	Gyáripár
Forró vízben gőzben II.		20. század	
Rétegeléses ragasztás I.	Műanyaggal rétegelés		20. század
Tömörítés		21. század	

Felhasznált források:

- Lugosi Armand (1971): A forgácsmentes alakítás gépei a faiparban. Műszaki, Budapest: 165-167.
- Miller, Judith (2006): Képes bútor enciklopédia. Korok, stílusok, alkotók. Geopen: 24. (Furniture World Styles from Classical to Contemporary. Dorling Kindersley Limited, 2005).
- Molnár Sándor – Várkonyi Gábor (Szerk.,2007): Nagy parkettakönyv. Parketták, fapadlók típusai, gyártásuk, lerakásuk. Szaktudás, Budapest: 252-253.
- Seymour, John (2005): Elfeledett mesterségek. Cser: 73-74. (The Forgotten Arts & Kraft. Dorling Kindersley. London, 2001).
- Srebro w tkaninie zabije roztocza. Meblarstwo 2007/2: 45
- Szabó Imre (2002): A fa hajlítása in Molnárné Posch Paula (Szerk., 2002): Faipari kézikönyv II. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron: 58-62.
- Szemerey Tamás (2003): Hajlítottbútor gyárak Magyarországon. Hirfa 2003/1-2: 26.
- Szőke Balázs (1963): Sportszergyártás in Faipari kézikönyv (Szerk.: Szabó Dénes). Műszaki, Budapest: 775.
- Tóth Sándor (1999): A fafeldolgozás 1941 előtt. Fejezetek a fa- bútörpar és asztalosság történetéből a kezdetektől a második világháborúig Magyarországon. Agroinform, Budapest.: 73-75, 109-110.
- Tóth Sándor (2001): A fafeldolgozás 1945 után. Fejezetek a fa- bútörpar történetéből 1945-től az ezredfordulóig Magyarországon. Agroinform, Budapest: 252-261, 277-281.
- www.mtesz.hu/tudomány- technikatörténet/faipar története I-II.

2008. november