

FAIPAR

A FAIPAR MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA L. évf. 2002/3.

A COFURN projekt Magyarországon

A Faipari Mérnöki Kar hírei

Ligno Novum – Wood Tech



Tartalom

Contents

1	BEVEZETŐ	INTRODUCTION	1
2	TARTALOMJEGYZÉK	CONTENTS	2
3	ANTAL M. R., KOVÁCS Zs.: A FMEA (Hibamód- és Hatás Elemzés) módszer alkalmaz- hatósága a bútorok tervezésénél előforduló hibák megelőzésénél	R. M. ANTAL, Zs. KOVÁCS: Application of the FMEA method in order to prevent design failures of furniture.	3
8	MAGOSS E.: Természetes faanyag felületi érdességének alapvető összefüggései II. rész: kísérleti eredmények és értékelésük	E. MAGOSS: Basic relationships in characterising the surface roughness of solid wood – Part 2.: experimental results and evaluation	8
12	DIVÓS F., CSÓKA L., SZALAI L., GYENIZSE P.: Fűrészáru szilárdság szerint történő osztályozása és gyakorlati alkalmazása – II. rész	F. DIVOS, L. CSOKA, L. SZALAI, P. GYENIZSE: Practical application of strength-based classification of lumber – Part 2.	12
16	CSANÁDI E., NÉMETH SZ.: Többfejes gyalugépek rezgéseinek vizsgálata	E. CSANÁDI, SZ. NÉMETH: Vibrations of multi-head planers	16
21	DÉNES L., KOVÁCS Zs., BÁLINT Zs., LÁNG E.: Színfurnérok rugal- masságának anizotrópiája – II. rész	L. DÉNES, Zs. KOVÁCS, Zs. BÁLINT, E. LÁNG: Orthotropic elasticity of sliced veneers – Part 2.	21
24	GERENCSÉR K., GERGELY L., SZABÓ G.: Egyrétegű tömörfalapok ragasztási szilárdságának vizsgálata kisméretű próbatesteken	K. GERENCSÉR, L. GERGELY, G. SZABÓ: A study of the bond quality of solid wood panels using small specimens	24
29	KOVÁCS Zs., HARGITA J.: A COFURN projekt Magyarországon	Zs. KOVÁCS, L. HARGITA: The COFURN project in Hungary	29
32	FOLYÓIRAT BEMUTATÓ: Holz als Roh- und Werkstoff	JOURNAL REVIEW: Holz als Roh- und Werkstoff	32
32	A Faipari Mérnöki Kar hírei	News of the Faculty of Wood Sciences	32
33	Tíz éve halt meg Dr. Cziráki József	Dr. József Cziráki died ten years ago	33
33	KITÜNTETÉST KAPOTT: Dr. Szabadhegyi Győző	HONOURS AWARD: Dr. Győző Szabadhegyi	33
34	Faipari Kézikönyv II.	Wood Handbook II.	34
34	Ligno Novum – Wood Tech	Ligno Novum – Wood Tech	34
35	A Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány tevékenysége - II. rész	Activity of the Hungarian Foundation for University Research in Wood Science – Part 2.	35
36	Szoboravatató ünnepség	Unveiling ceremony	36

A hagyományteremtő Faipari Tudományos Egyesület.

Winkler András ✧

52 évvel ezelőtt alapították elődeink a Faipari Tudományos Egyesületet. Az alapszabály kimondja: "Az Egyesület célja: a faipar tudományos feladatainak társadalmi megoldása és tudatosítása, a Magyarország területén működő műszaki és tudományos szakemberek tömörítése." Azt hiszem, az Alapszabálynak ez a mondata megfogalmazza Egyesületünk működésének lényegét. A FATE 52 éve, teljesen más politikai és gazdasági körülmények között jött létre, mint amelyekben most élünk. A jól működő egyesület fénykorában több, mint 2000 tagot számlált és 23 területi csoportban végezte munkáját. Azóta megváltozott a világ körülöttünk. Egyre-másra szűntek meg a helyi csoportok, és fogyott a tagság létszáma.

2002-ben már biztosan tudjuk, hogy két út közül választhatunk. Vagy elegánsan és diszkréten asszisztálunk az egyesület megszűnésében, vagy hagyományainkra támaszkodva, az ifjú szakembereket bevonva, az idősebbek bölcsességét kihasználva teljesítjük az Alapszabályban előírtakat, és összefogjuk, tömörítjük a fával foglalkozó szakembereket.

Számunkra csak az utóbbi alternetíva létezik. Munkánkban segítséget adnak a FATE hagyományai. Néhányat szeretnék felsorolni közülük. Elsőként a Faipar c. tudományos folyóiratunkat, amely ötven éve jelent meg először. Sok nehéz helyzetet átvészelve folyamatosan jelenik meg ma is. Napjainkban, erősítve a tudományos jelleget, fiatal szakembereknek, leendő tudós generációknak is igyekszik lehetőséget adni a publikálásra, és a tájékoztatás fontos feladatát is teljesíti.

Másik fontos hagyományunk, alapvető eleme munkánknak a 12 éve megrendezésre kerülő Ligno Novum faipari kiállítás Sopronban. Ezen a kiállításon évente találkozik a közönség a hazai és külföldi faipar termékeivel, az alkotókkal, kereskedőkkel, felhasználókkal; a fával dolgozókkal. Ennek a kiállításnak nemcsak gazdasági és technikai szempontból van nagy jelentősége, hanem demonstrálja a faiparosok összetartozását és bővíti a támogatók, ismerősök körét.

Harmadikként a FATE szerves részének az Öreg Fások Egyesületének működését szeretném megemlíteni, amelynek fontos, évenkénti eseménye a Ligno Novum vásár idején megrendezésre kerülő közgyűlés, amikor új tagokat toboroznak és megerndezi népszerű szakestélyüket. Az Öreg Fások nemcsak összetartó erő, hanem folytatja a FATE szép hagyományait, amikor emléket állít egykori nagyjainak. Így kerülhetett sor a Nyugat-Magyarországi Egyetem D épülete előtt az Alma Máter Faipari Mérnöki Karának szoborpark avatására, az első két szobor felállításával. Az Öreg Fások határozatot hoztak, hogy a hasonló kezdeményezéseket anyagilag is támogatják a jövőben.

Elszaladt több mint 50 év a Faipari Tudományos Egyesület alapítása óta. Az egyesületet, a FATE-t ma már nemcsak a végzett munka, a feladatok, hanem hagyományai is éltetik.

✧ Dr. Winkler András DSc., egyetemi tanár, a FATE elnöke.

FAIPAR

A Faipari Tudományos Egyesület
Lapja

Szerkesztőség:

Winkler András, főszerkesztő
Bejó László, szerkesztő
Paukó Andrea, szerkesztő
Bálint Zsolt, tördelőszerkesztő

Szerkesztőbizottság:

Molnár Sándor (elnök),
Fábián Tibor, Hargitai László,
Kovács Zsolt, Németh Károly,
Szalai József, Tóth Sándor,
Winkler András

Faipar - a faipar műszaki tudományos folyóirata. Megjelenik a Nyugat-Magyarországi Egyetem Sopron Faipari Mérnöki Kar gondozásában. A folyóirat célja tudományos igényű, lektorált cikkek megjelentetése és általános tájékoztatás a hazai és nemzetközi faipar híreiről, újdonságairól.

A cikkekben kifejtett nézetek a szerzők sajátjai, azokért a Faipari Tudományos Egyesület és a NyME Faipari Mérnöki Kar felelősséget nem vállal. A kiadványban található cikkeket, tanulmányokat a szerzők tudtával és beleegyezésével publikáljuk. A cikkek nem reprodukálhatók a kiadó és a szerzők engedélye nélkül, de felhasználhatók oktatási és kutatási célokra, illetve idézhetők más publikációkban, megfelelő hivatkozások megadása mellett.

Megjelenik negyedévente. Megrendelhető a Faipari Tudományos Egyesületnél (1027 Budapest, Fő u. 68.) A kiadványt a FATE tagjai ingyen kapják. Az újságcikkeket, híreket, olvasói leveleket Bejó László részére kérjük elküldeni (NyME, Faipari Kutató és Szolgáltató Központ, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky út. 4.) Tel./Fax.: 99/518-386.

A borítón a Faipari Mérnöki Kar új címere látható, melyet Szentpéteri Tibor tervezett és Dr. Csanády Etele készített el CNC technológiával.

Készült a Soproni Hillebrand nyomdában, 500 példányban.

HU ISSN: 0014-6897

Az FMEA (Hibamód- és Hatás Elemzés) módszer alkalmazhatósága a bútorok tervezésénél előforduló hibák megelőzésére

Antal Mária Réka, Kovács Zsolt *

Application of the FMEA method in order to prevent design failures of furniture.

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is a procedure by which each potential failure mode in a system is analysed to determine its effect on the system and to classify the same according to its severity. It is a tool used extensively in developed countries, however it is still unknown and less used in Hungary. This paper presents an application of the FMEA for a piece of furniture (wardrobe). To the furniture industry, FMEA will mean a new methodology of continuous quality improvement for the satisfaction of customers. Its main purpose is to avoid as many potential failures as possible by identifying them and taking appropriate actions in the early stages of design and development. The FMEA's algorithm can be joined into the process of the design procedure. Aesthetic functions of a product can be taken into consideration in the analysis by properly establishing the criteria with regard to the product being analysed.

Bevezetés

A minőség a vállalatok és egyes országok gazdasági és társadalmi erejének alapvető meghatározója. Az egyre erősödő versenyhelyzet és a növekvő pénzügyi kockázat minden vállalatot arra késztet, hogy az általa végzett tevékenység minőségét szabályozó és irányító rendszerbe minél több olyan mechanizmust építsen be, amely felismeri a lehetséges hibákat és azok következményeit még a termék vagy szolgáltatás előállítási folyamatának kezdeti szakaszában, minimálisan csökkentve ezáltal a szükséges változtatások költségeit. Ugyanakkor egyre több megrendelő igényli az általa vásárolt termék gyártóitól azoknak a korszerű módszereknek az alkalmazását, amelyek segítségével javul a gyártott termékek minősége és megbízhatósága. Ilyen módszer a lehetséges hibamód és hatáselemzés (FMEA).

Megállapítható, hogy a termékekkel és szolgáltatásokkal szemben támasztott követelmények folyamatosan növekednek. Így a bútoroknak mind a nyersanyagot, mind a szerkezeti megoldást és a kiviteltséget illetően minőségileg kifogástalanoknak kell lenniük. A bútorok minősége ma alapfeltétele a piacon való megmaradásnak. Éppen ezért e dolgozatban szeretnénk rámutatni az FMEA koncepciójának lényegére, és alkalmazhatóságára a bútoriparban. A módszer beépíthető a tervezésbe és a gyártási folyamatba is. Alkalmazása a bútor minőségét

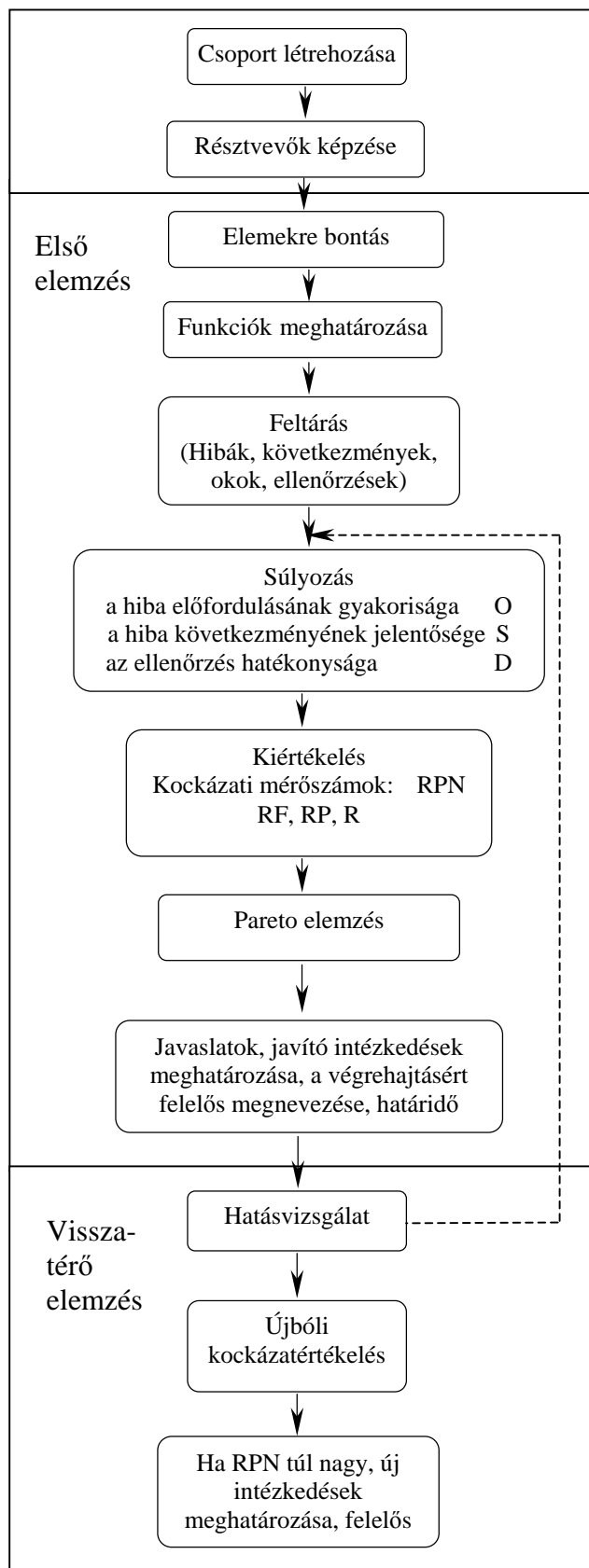
folyamatosan javítja, segítségével megelőzhetők, kiküszöbölhetők olyan hibák, amelyeknek egyébként nem tulajdonítanánk jelentőséget vagy nem is vennénk észre azokat, de amelyeknek komoly következményei lehetnek a későbbiek során. A cél az, hogy a minőség állandó javítása minél korábbi fázisban történjen.

Módszer

Mi is az FMEA? Az angol Failure Mode and Effects Analysis szavak kezdőbetűivel jelölt eljárás, jelentése: hibamód- és hatáselemzés. Az FMEA olyan korszerű tervező, fejlesztő, ellenőrző módszer, amely biztosítja a termék/folyamat tervezési, gyártási vagy használati elégtelenségeiből származó lehetséges hibák feltárását és, a hibák szisztematikus elemzése alapján intézkedéseket hoz azok megelőzésére vagy kiküszöbölésére, ezáltal biztosítva az egyre jobb minőségű termék/folyamat előállítását, a minőség állandó javulását.

Az FMEA nemcsak sorozatgyártásnál, hanem kisebb sorozatoknál, sőt egyedi termékekre is alkalmazható, hatékony eljárás. Ilyen szempontból nagy jelentősége lehet a bútorok tekintetében, ugyanis ma a világon egyre inkább az egyedi bútorok gyártása kerül előtérbe. Alkalmazható megelőző intézkedésként, a termék és gyártás bevezetését megelőzően, valamint már működő rendszerek, folyamatok esetén a hibák utólagos elemzése során.

* Antal Mária Réka doktorandusz hallgató, Dr. habil Kovács Zsolt CSc. intézetigazgató egy. tanár, NyME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet.



1. ábra – FMEA folyamatára

Az FMEA használata a következő esetekben indokolt különösen (Koczor 2000):

- új termékek/folyamatok kifejlesztésekor a későbbi meghibásodások megelőzése érdekében;
- már meglévő termék továbbfejlesztésekor;
- új gyártástechnológia és gyártási folyamat bevezetésekor, ha a gyártási folyamatok eredményeképpen nem megfelelő termékek vagy szolgáltatások keletkeznek, és meg kell keresni a hibákat és azok okait;
- ha a gyártási folyamatok nem megfelelő eredményekhez vezetnek és a hibát a termék koncepciójában kell keresni.

Mivel egy terméknél a hibák egy része konstrukciós eredetű, másik része kivitelezéskor következik be, két FMEA típust különböztetünk meg, éspedig: konstrukciós FMEA és folyamat FMEA. A két FMEA típus kölcsönösen feltételezi és kiegészíti egymást, ezért mindkettőt célszerű alkalmazni.

Az elemzés folyamata hasonló mindkét típus esetén. A konstrukciós (Design) FMEA olyan elemzési eljárás, melyet elsősorban a termékfejlesztő mérnökök használnak, hogy a termék lehetséges hibáit és azok okait meghatározzák. Struktúrája megmutatja az elemeket, funkciókat, hibákat, okokat, következményeket, ellenőrzéseket, értékelési módszert ad, és mindezek alapján javaslatokat lehet készíteni. A módszerrel a javaslatok hatásait is megvizsgáljuk. Fontos a struktúrában a visszacsatolás, a változtatások hatásának ellenőrzése. Az 1. ábra bemutatja az FMEA folyamatát (Johanyák 1998).

A hibák fontossági sorrendjének megállapításához fontossági mérőszámokat, az értékeléshez pedig kockázati mérőszámokat (kockázati mutatókat) alkalmazunk.

Fontossági mérőszámok:

1. A hiba előfordulásának gyakorisága vagy az előfordulás valószínűsége (**O**-Occurance)
2. A hiba következményének súlyossága (**S**-Severity)
3. Az alkalmazott ellenőrzés hatékonysága vagy felfedezés valószínűsége (**D**-Detection)

Kockázati mérőszámok:

1. Kockázati tényező, **RPN** (Risk Priority Number)
2. A hiba jelentősége, **RF** (Risk of Failure)
3. Az elem jelentősége, **RP** (Risk of Part)
4. A rendszer (termék) jelentősége, **R** (Risk)

Az ISO 9000 szabványsorozat bevezetése és a tanúsítás a termékek versenyében új tényezővé vált. A QS 9000 szabványsorozatban az FMEA, mint a minőségtervezési folyamatban és az ellenőrzési tervek előállításában használt módszer szerepel. Ugyanakkor az FMEA, mint a tervezés minősítésének és jóváhagyásának egyik eszköze az ISO 9004 ajánlásai között is jelen van.

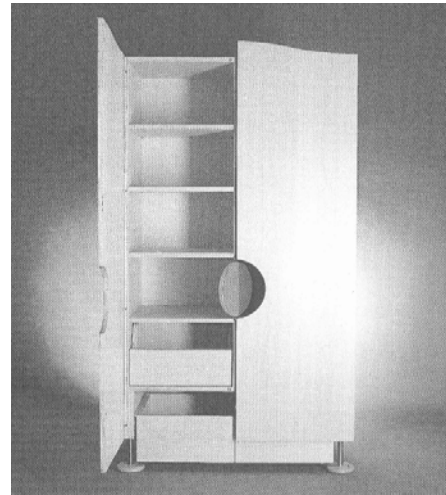
A módszer gyakorlati alkalmazása széles körben elterjedt már a különböző iparágakban (hadiipar, űrtechnika és repülőgépipar, tengerészet, gépipar, autóipar, elektronika, robottechnika, automatizálás).

Bútoripari alkalmazás

Bár a faipar vállalatai nehezen fogadják a minőségirányítási rendszer bevezetését és résztechnikáinak kiépítését, a hibaelemzési technikák alkalmazása törekvésként jelentkezik a bútorgyártás területén. A lényeges hibák kiválasztására irányuló Pareto-elemzés alkalmazásának már eredményes példáival találkozhatunk.

Mindemellett a bútoriparban is ajánlatos lenne az FMEA módszer elterjesztése és gyakorlati alkalmazásának bevezetése. E célból végeztük el egy szekrény konstrukciós FMEA vizsgálatát. Az alábbiakban a kapott eredményeket és következtetéseket mutatjuk be.

Elsőként azt hangsúlyozzuk ki, hogy azért vizsgáljuk a bútort, hogy felfedjük annak lehetséges hibáit, és így jobb minőségű terméket kapjunk. Ezért megemlítyük röviden azokat a szempontokat, amelyeket figyelembe kell venni ahhoz, hogy a bútorok minőségének komplex problémakörét kezelni tudjuk a módszerrel. Ilyen szempontok a faipar sajátos vonásai: a faanyag tulajdonságai, megmunkálása, a fahibák, kialakult technológiák, a faanyag esztétikai jellemzői, a fa, mint természetes anyag emberre gyakorolt kellemes hatása. Emellett a bútorok minőség-jelentésének megfogalmazásához



2. ábra – Ruhásszekrény

szükség van egyedi jellemzőkre is. Az ilyen minőségjellemzők az u.n. érvényesülési funkció teljesítésével függnek össze: a művészi színvonal, a design eredetisége, szellemessége, az esztétikai színvonal, divatosság, időtállóság, az anyagok nemes volta. További egyedi jellemzők a szerelvények technikai színvonala, a megmunkálás pontossága, kivitelezés művessége, élek és felületek képzése, felületkezelés minősége, az ergonomiai helyesség, a működés biztonsága, megbízhatósága, tartósság, javíthatóság, tisztíthatóság, újrahasznosítási lehetőség, az anyagok környezetbarát volta, szerelhetőség, formatartás, szilárdság. Figyelembe kell venni a bútort és alkatrészeit érő, sérülést okozó hatásokat, azokat a konstrukciós tulajdonságokat, amelyek a sérülékenységet befolyásolják (Kovács, Orbay 1997). Mindezen követelmények figyelembevétele nagymértékű odafigyelést és szakértelmet igényel.

Vizsgálatunk tárgya a **2. ábrán** szemléltetett ruhásszekrény. Első lépésként a team tagjait választjuk meg. Döntő szerepe van a megfelelő személyek bevonásának: konstrukciós FMEA esetében a konstruktőrön, formatervezőn, az eladás, a vevői reklamációk felelősén kívül a beszerzés és a gyártási folyamat szakembere is vegyen részt, minden esetben a legoperatívabb szintről. A team munkája széleskörű adatgyűjtéssel és igényelemzéssel indul, akárcsak a terméktervezés általános folyamatában. Itt azonban a hibalehetőségekre gyűjtünk információkat, figyelembe véve a bútorokkal szemben támasztott követelményeket.

Tudjuk, hogy a szekrények méreteit, alakját elsődlegesen használatuk célja és módja, emellett esztétikai szempontok határozzák meg. A tervező döntéseihez mindezen szempontokat figyelembe veszi. Azonban a szekrények formai kialakítása, beosztása, díszítése igen sokféle, az anyagválasztás és szerkezeti megoldás is többféle lehet, még akkor is, ha a szerkezeti kapcsolatokat elsősorban az alapanyag határozza meg. A módszer célja a hibás választás elkerülése.

Minden elemzés azzal kezdődik, hogy az elemzés tárgyát alkotóegységeire bontjuk. A lebontást olyan mélységig végezzük, hogy minden elemhez tudjunk funkciót hozzárendelni. Könnyítésként érdemes a teljes termék összes teljesítendő funkciójáról egy listát készíteni, végiggondolva, mit kell teljesítenie, mit kell elkerülnie a konstrukciónak. Ehhez összesíteni kell a vevő elvárásait, igényeit, a nemzetközi előírásokat, a gyártók lehetőségeit. Azokat a funkciókat kell feltárni, amelyek hibához vezethetnek. A szekrényt elemeire bontva megállapíthatjuk, hogy azok az alkotó egységek, amelyekhez sajátosan akarunk funkciókat rendelni, a következők: ajtó, szekrénykáva (test), belső berendezés, lábazat.

Hibának azt tekintjük, ha egy adott funkció nem, vagy csak részlegesen teljesül. A hiba előfordulása valamilyen következménnyel jár. Egy funkció nem teljesülése több hiba kialakulásához is vezethet, továbbá egy-egy hibának több oka is lehet. Az egyes funkciókkal kapcsolatos lehetséges hibamódok sorravételével meghatározzuk az összes elem-hiba-következmény-ok láncolatokat.

Minden ilyen feltárt láncolatra külön-külön megítéljük a következmény súlyosságának (S), az előfordulás gyakoriságának (O) és az ellenőrzés hatékonyságának (D) 1-től 10-ig terjedő súlyszámait. A team tagjai által adott értékek átlagaként meghatározott három fontossági szám szorzata a kockázati tényező (RPN). Minden egyes láncolatra meghatározzuk az RPN értéket. A súlyszámok megadását („szavazást”) a team számítógépes programmal végezheti, a program meghatározza az RPN értékeket és a további kockázati mutatókat (RF, RP), valamint elvégzi a Pareto analízist is (Ráduly 1996).

A minőségstratégia, amit követünk, a következő:

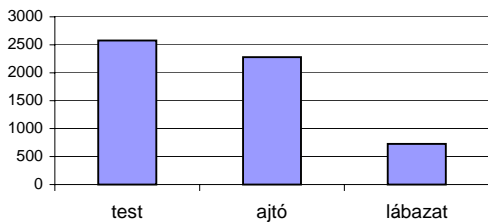
- Sorra vesszük a kritikus elemeket/műveleteket. Ezeket az elemeket módosítani, elhagyni, vagy helyettesíteni kell.
- Megvizsgáljuk a kritikus hibákat, majd javaslatot készítünk a következmények, okok, ellenőrzések kedvező irányú változtatására.
- Megvizsgálunk minden olyan láncolatot, amelynél az $RPN > 120$.
- Megvizsgálunk minden olyan láncolatot, amelynél az $RPN < 120$, de az RF értéke magas.

A módszer alkalmazása során felfedtük a lehetséges meghibásodásokat, azok lehetséges okait és következményeit és megnéztük, hogy elő van-e írva valamilyen intézkedés, ellenőrzés a megnevezett hiba megelőzésére. Tudjuk, hogy ideális hibamentes állapot nincs, az ellenőrzésnek abban is segítenie kell, hogy ha a hiba bekövetkezett, megakadályozzuk a hibás termék eljutását a vevőhöz.

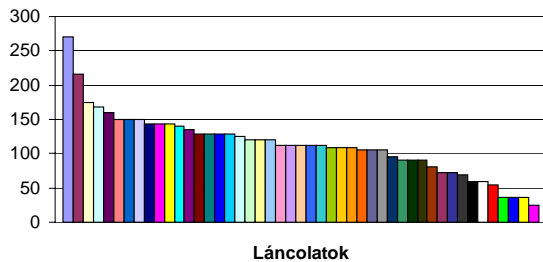
A szekrényre meghatározott RPN, RF, RP mutatók ábrázolása csökkenő sorrendben a **3.**, **4.**, és **5. ábrán** láthatók. Az elemek jelentősége (RP) megmutatja, hogy egy elem vagy művelet milyen mértékű problémát jelent a minőségsszabályozás szempontjából. A kiugró érték azt jelenti, hogy ennél az elemnél/műveletnél jelentkeznek leginkább a hibák, ezek gyakorisága, jelentősége túl nagy és ellenőrzésük nem megfelelő. Ezért először ennek az elemnek javítására kerül sor (**3. ábra**). A legmagasabb RP érték a szekrénytestnél tapasztalható, tehát az elemzést itt kell kezdeni.

Az RPN értékek alapján azonosítani tudjuk azokat a kritikus jellemzőket, amelyek javításra szorulnak. Ez segít a legjelentősebb kockázat meghatározásában és annak megelőzésében (**4. ábra**).

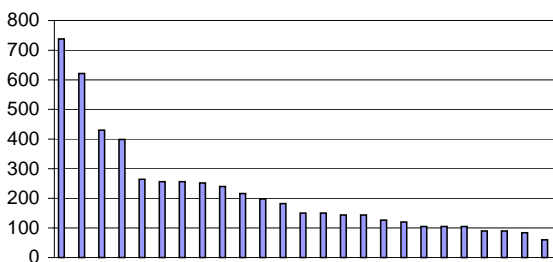
A hibák jelentőségének mérőszámára (RF) azért van szükség (**5. ábra**), mivel egy hibához esetleg több hibaok is feltárható, így az egy hibához tartozó több ok között az előfordulás megoszlik és kis RPN számokat kapunk. Viszont az összegzés értéke már jelentős és kifejezi a hiba jelentőségét. A nagy RF érték azt jelenti, hogy különböző okok miatt gyakran



3.ábra - Alkatrészek RP szerinti csökkenő sorrendben



4.ábra - Láncolatok RPN szerinti csökkenő sorrendben



5. ábra - Hibák RF szerinti csökkenő sorrendben

fordul elő a hiba, következménye súlyos és a jelenlegi ellenőrzés nem képes feltárni.

A legmagasabb kockázati tényezővel rendelkező hibák kiküszöbölésére, a kritikus jellemzőkre javító intézkedéseket vezetünk be, amelynek célja lehet a hiba gyakoriságának, a következmény súlyosságának csökkentése, az ellenőrzés hatékonyságának növelése, vagy ezek kombinációi.

A javító intézkedések céljából megvizsgáljuk az RPN, RF, RP diagramokat. Megvizsgálunk minden olyan láncolatot, amelyknél az RPN >120. A Pareto-diagram ugyan nem a jellegzetesen néhány kiugró hibát jelző „exponenciális” alakot veszi fel – ez az elemzés módjából következik, – de a szekrénynél összesen 48 feltárt láncolatból 18 olyat állít sorba, ahol az

RPN >120. Ezeknél a fellépő lehetséges hibákra javító intézkedéseket dolgozunk ki. Javítási intézkedéseket készítünk azokra a láncolatokra is, amelyeknél az RPN <120, viszont a velük képzett RF értéke nagy.

A javaslat megvalósítása azonban költségekkel jár. A számító program a költség-tényezők bevitelére után a várható eredmények figyelembevételével kiszámítja a hatékonysági mutatót. A szakértők döntenek a javaslatok elfogadásáról. A létrejött eredmények nyomán egy második kockázatelemzést végeznek. A visszatérő elemzést addig kell ismételni, míg a kockázati tényezők egy elfogadhatónak tűnő küszöbérték alá csökkennek.

Következtetések, összefoglalás

Az FMEA hazánkban még kevésbé alkalmazott, de a fejlett országokban egyre jobban elterjedő hibaelemző és megelőző módszer.

A bemutatott módszer alkalmazható a bútorok tervezésénél előforduló hibák megelőzésére vagy azok kiküszöbölésére is, a bútor minőségét meghatározó sajátosságok (esztétikum, stb.) figyelembevétele az elemzésben megoldható.

Fontos szempont, hogy a lehetséges hibákat és azok hatásait még a prototípus elemeinek legyártása és összeszerelése előtt megismerjük, akkor időt és költségeket takarítunk meg. A rosszul megtervezett termék elemei a tervben könnyebben és kisebb költséggel helyettesíthetők. Továbbá a tervezésben és gyártásban végrehajtott fokozatos javítások csökkenteni fogják a garanciális javítások és garanciális cserék számát is.

A különböző iparágak tapasztalatai szerint a javasolt változtatások az anyagköltségek és gyártási költségek csökkenését eredményezik.

Megállapítható, hogy az FMEA algoritmus könnyen illeszkedik az értékelemzésen alapuló terméktervezés algoritmusához, ezért célszerűen bekapcsolhatjuk a terméktervezési folyamatba, mégpedig úgy, hogy a funkciók rangsorolása után megvizsgáljuk azokat a funkciókat, amelyek hibákhoz vezethetnek. Így már a tervezés során meg tudjuk vizsgálni a

hibalehetőségeket, és ez biztosíték a jobb minőségű termék előállítására. Azzal, hogy az elemzés során figyelembe vesszük az esztétikai funkciókat és teljesülésük mértékét is, lehetőség nyílik az esztétikai minőség javítására.

Az FMEA bevezetése a bútoriparban egy új, korszerű módszer alkalmazását jelentené, amely biztosítja a minőség folyamatos javulását, azáltal, hogy kiküszöböli az összes lehetséges hibát, feltárná azok hatásait, okait a vevőhöz való eljutásuk előtt.

Irodalomjegyzék

1. Hegedűs J. 1998 *Intuitív tervezési technikák*. Egyetemi jegyzet. Soproni Egyetem.
2. Johanyák Zs. Cs. 1998. *Számítógéppel segített hibalehetőség és hiba-hatás elemzés*. In: Proc. MicroCAD '94 - International Computer Science Conference, Miskolc, 1994., 60-67. old.
3. Koczor Z. 2000. *Bevezetés a minőségügybe*. Műszaki könyvkiadó, Budapest. 588 old.
4. Kovács Zs., Orbay P-né szerk, 1997. *Minőségügy a faiparban*. Tankönyv, Phare Hu 9305 program, Sopron. 322 old.
5. Ráduly Z. 1996. *Quality management methods FMEA*. ORG Bt., Budapest. 25 old.

Természetes faanyag felületi érdességének alapvető összefüggései.

II. rész: kísérleti eredmények és értékelésük

Magoss Endre [✧]

Basic relationships in characterising the surface roughness of solid wood. Part 2.: experimental results and evaluation

The surface roughness of wood products depends on many factors related both to wood structural properties and woodworking operational parameters. This is probably the reason why we have no generally valid relationship to determine surface roughness parameters as a function of other factors. It is particularly difficult to account for the effect of wood structure. The purpose of the study presented in this article was to improve the characterisation method of surface roughness. The second part of the paper includes the results, their discussion and concludes the study.

A dolgozat első része a faanyag felületi érdessége leírásának elméleti háttérét és a tanulmányban használt vizsgálati módszereket ismertette. A második rész tartalmazza a vizsgálati eredményeket, és azok értékelését.

A kutatómunka eredményei

Közismert, hogy nagyobb forgácsolási sebességgel simább felület érhető el, vagyis alacsonyabb érdességi értékek kaphatóak, mind az átlagos felületi érdesség R_a , mind egyenetlenség mélység R_z esetében. Az Abbott-görbe jellemzőit is bevonva a vizsgálatba a következő eredményeket kapjuk:

Bükk esetében a közepes edény átmérő értéke 60 μm , míg a rost üregek esetében ugyanez az érték 10-15 μm volt. Erdei fenyőnél a tracheidák közepes belső átmérője a korai

pásztában 25-30 μm volt, míg a kései pásztában 13-18 μm .

A **1.** és a **2. ábrán** látható, hogy míg az R_{pk} és az R_k értékek csak kis mértékben csökkennek a vágási sebesség növekedésével, addig az R_{vk} paraméter szorosán követi a vágási sebesség változását. Ugyanakkor az ábrákból az is kiolvasható, hogy erdei fenyő esetén 50 m/s kerületi sebességhez közeledve lényegesen kisebb R_{vk} értékeket kapunk, mint bükk esetében. Ennek oka kettős; egyrészt a vágóél környezetében az erdei fenyő alacsonyabb lokális merevséggel rendelkezik, ezáltal a tehetlenségi erők nagyobb szereppel rendelkeznek a „sima” felület létrehozásában, másrészt a bükk nagyobb belső üregei okozzák a különbséget.

A továbbiakban a próbatetek felületeinek megmunkálása 50 m/s kerületi sebességgel

[✧] Dr. Magoss Endre PhD., egy. adjunktus, NyME Faipari Gépészeti Intézet.

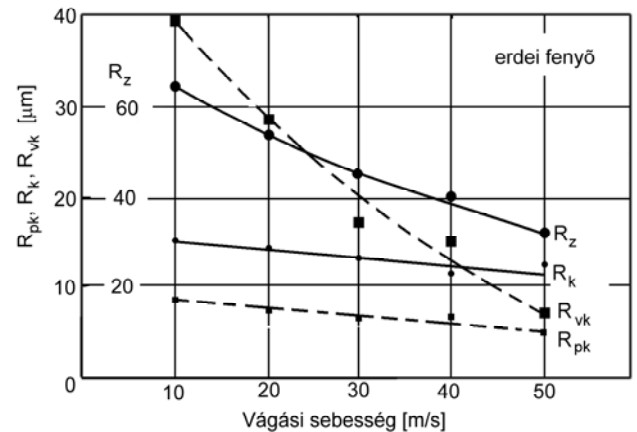
történt. A későbbiekben az is látható lesz, hogy ezzel a szerszám sebességgel, és az optimális forgácsolási feltételekkel a felületi érdesség minimumát érhetjük el, amit már alapvetően az anatómiai jellemzők befolyásolnak.

A mért anatómiai jellemzők összafoglalása az **1. táblázatban** látható. Ezen jellemzők segítségével számítható a struktúra szám. A struktúra szám ΔF és az egyenetlenség mélység R_z között szoros összefüggés áll fenn (**3. ábra**). Mind a 10 vizsgált fafaj próbatestjein kimutatható volt az összefüggés. Az ábrából az is látható, hogy a megmunkálási érdesség értéke nem haladhatja meg a 10-15 μm -t. Természetesen az anatómiai érdesség és megmunkálási érdesség pontos szétválasztása még további kutatásokat igényel. Az **3. ábrán** látható összefüggés az alábbi egyenlettel írható le:

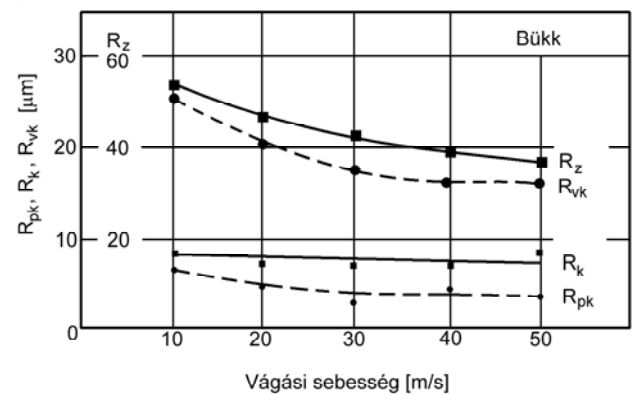
$$R_z = 122 \cdot \Delta F^{0,55}, \quad [2]$$

amely jól mutatja, hogy optimális megmunkálási feltételek mellett az anatómiai felépítésnek meghatározó befolyása van az egyenetlenségi mélységre.

Megvizsgálva a szokásos felületi érdességi paraméterek (átlagos érdesség R_a , egyenetlenség mélység R_z), és Abbott-görbe jellemzői közötti korrelációt, a **4. és 5. ábrákon** látható szoros összefüggéseket kapjuk. A **5. ábra** tartalmazza az ébenfa és az MDF lemez adatait is.



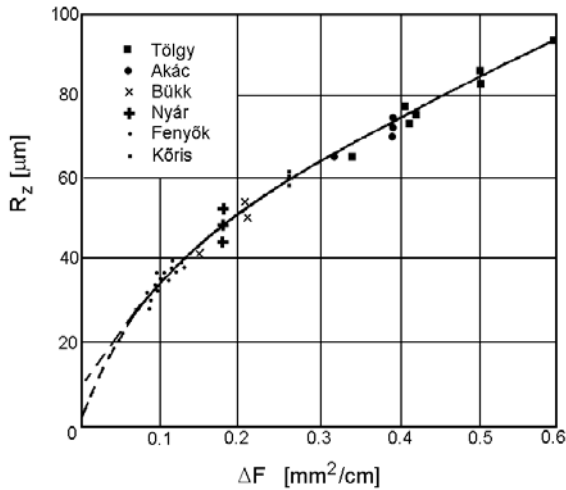
1. ábra – A vágási sebesség hatása az egyes felületi érdességi jellemzőkre erdei fenyő esetén



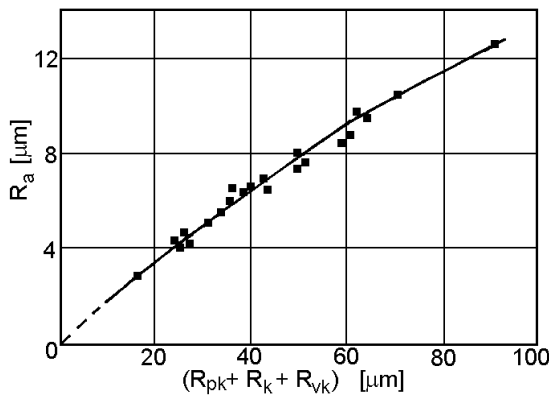
2. ábra – A vágási sebesség hatása az egyes felületi érdességi jellemzőkre bükk esetén

1. táblázat A vizsgált fafajok próbatestjeinek anatómiai jellemzői

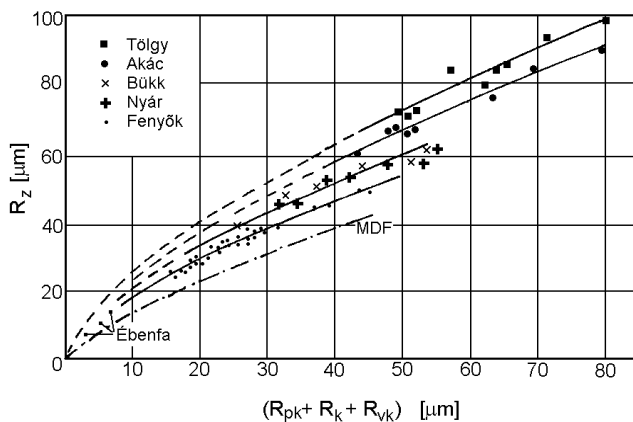
Fafaj	Korai pászta			Kései pászta		
	\bar{d}_i (μm)	\bar{n}_i (db/cm ²)	\bar{a}	\bar{d}_i (μm)	\bar{n}_i (db/cm ²)	\bar{b}
nyugati tuja	26,5	142 800	0,8482	14,0	316 600	0,1518
lucfenyő	30,0	111 335	0,8478	19,0	169 400	0,1522
erdei fenyő	27,0	68 100	0,6694	19,0	120 840	0,3360
vörös fenyő	38,0	55 490	0,6310	17,5	133 000	0,3690
tölgy(edény)	66,0	15 740		48,0	14 020	
tölgy (rost)	8,2	342 890	0,7000	6,4	495 290	0,3000
bükk (edény)	260,0	400		35,7	30 172	
bükk(rost)	22,5	130 000	0,5900	19,6	142 000	0,4100
akác (edény)	230,0	546		120,4	2 100	
akác (rost)	14,8	290 000	0,5800	9,6	340 000	0,4200
nyár (edény)	69,7	8 500		44,8	12 700	
nyár (rost)	12,7	309 500	0,6666	11,4	339 892	0,3444
kőris (edény)	177,0	670		52,0	870	
kőris (rost)	19,5	190 000	0,6100	15,0	271 000	0,3900



3. ábra – Az egyenetlenségi mélység (R_z) és a struktúra szám (ΔF) összefüggése 10 faj esetében



4. ábra – Az átlagos érdesség (R_a) és az Abbott-paraméterek összefüggéses



5. ábra – Egyenetlenség mélység és az Abbott-paraméterek összefüggése

Az MDF lemez rendelkezik a vizsgált próbatetek közül a leghomogénebb felépítéssel, így érhető, hogy a hozzátartozó görbe alul helyezkedik el. A jelen esetben a leginhomogénebb tölgy került felülre, míg a többi görbe eközött a két görbe között helyezkedik el. A görbék a következő függvényel írhatóak le:

$$R_z = A \cdot (R_{pk} + R_k + R_{vk})^{0,65}, \quad [3]$$

Ahol az A konstans:

$$A = 7,45 \cdot (R_k + R_{vk}) / R_z, \quad [4]$$

Az Abbott-görbe felhasználásával a felületi anyagiány kifejezhető:

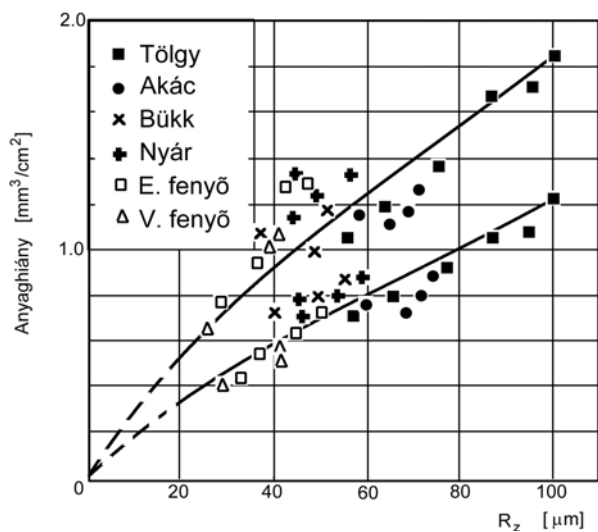
$$\Delta h_e = R_{pk} \cdot \left(1 - \frac{M_{r1}}{2}\right) + \frac{R_k}{2} + \frac{R_{vk} \cdot (1 - M_{r2})}{2}, \quad [5]$$

az M_{r1} és M_{r2} decimálisan helyettesítendő. Az egyes tagok átlagos hozzájárulása az anyagiányhoz az alábbiak szerint adható meg:

$$\Delta h_e = 0,95 \cdot R_{pk} + 0,5 \cdot R_k + 0,08 \cdot R_{vk}. \quad [6]$$

Az R_{pk} réteg elvileg elhanyagolható, mivel a kevés és vékony kiálló csúcs könnyen deformálódik, már kisebb terhelések hatására is.

A fenti összefüggés grafikus ábrázolása a 6. ábrán látható. Az alsó görbe az R_{pk} réteg nélküli adatok szemléltetése, ahol kisebb szórás is jelentkezik.



6. ábra – Az egyenetlenség mélység és az anyagiány összefüggése

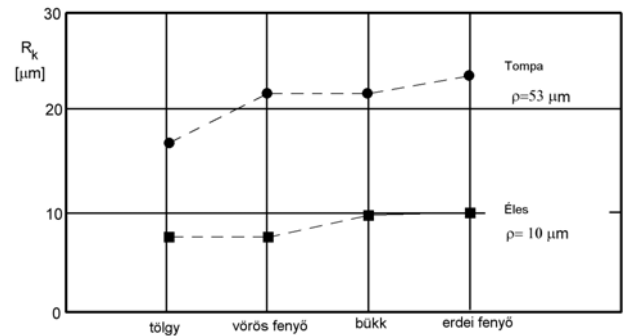
Köztudott, hogy a szerszám kopás növekedésével a felületi érdesség növekszik. A kopási kísérletekben a szerszám lekerekítési sugara 10 és 53 μm között változott. A kapott összefüggés csaknem lineáris. A kísérletekből az is kiderült, hogy a szerszám kopás legjobb indikátora a felületi érdesség jellemzők közül az R_k érték (7. ábra).

Tölgy estében egy érdekes jelenség adódott. Az érdességi értékek gyakorlatilag nem növekedtek az éles késhez viszonyítva, annak ellenére, hogy a felületen jelentős deformáció okozta hullámosság keletkezett (8. ábra). A profilból a korábban kirajzolt edények zöme hiányzik. Ennek minden bizonnyal az az oka, hogy a deformáció vízszintes komponense az edényeket jórészt betömi, ezzel a maximális tükítérést csökkenti, míg a felületi hullámosságot növeli. A felület deformációja azonban rontja a minőséget.

Összefoglalás

A bemutatott eredmények alapján általánosan megállapítható, hogy:

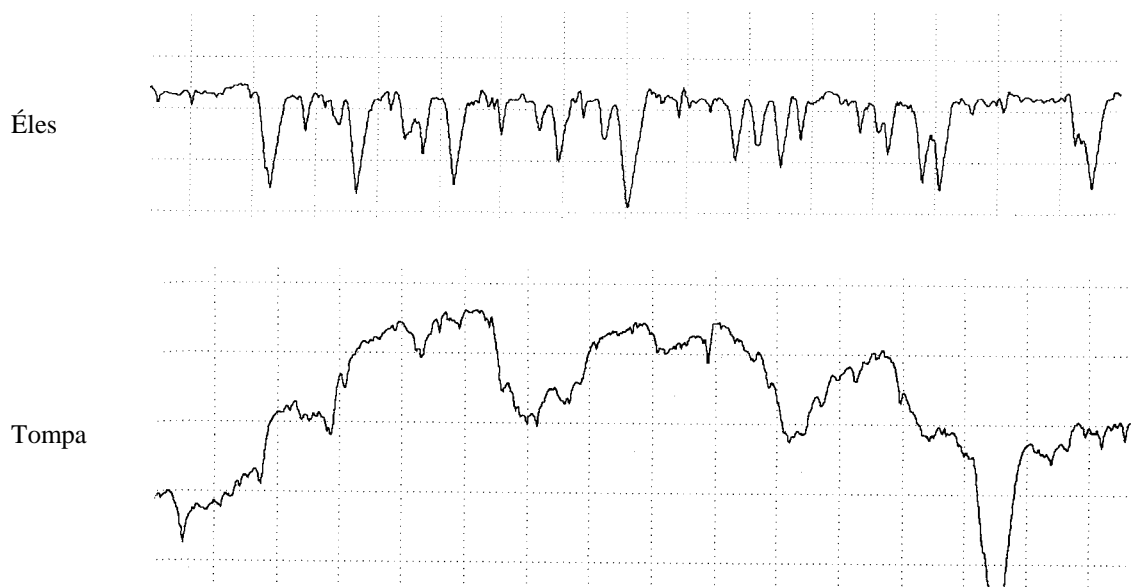
- a forgácsolási sebesség növelése a 10-50 m/s tartományban javítja a felületi érdes-



7. ábra – R_k - érték változása éles és koptt szerszám esetében négy fafaj esetén

seget, alapvetően R_{vk} redukált bemélyedés mélység paraméter csökkenése révén,

- az úgynevezett struktúra szám szoros összefüggésben van az egyenetlenség mélység paraméterrel R_z ,
- egyes felületi érdességi jellemzők között korreláció áll fenn,
- az úgynevezett anyaghiány paraméter hasznos kiegészítője lehet a felületi érdességi jellemzőknek,
- az R_k paraméter a szerszám kopás jó indikátora.



8. ábra – Tölgy felületi érdességi profil éles és tompa szerszám esetén

Fűrészáru szilárdság szerint történő osztályozása és gyakorlati alkalmazása – II. rész

Divós Ferenc, Csóka Levente, Szalai László, Gyenizse Péter^{*}

Practical application of strength-based classification of lumber. – Part 2.

The first part of this paper introduced a new device to collect the information necessary for the nondestructive classification of lumber according to MSZ-EN 338, and discussed the theoretical considerations behind this method. The second part of the article describes the experiences gained through practical application of the device. The paper discusses the effectiveness of the method based on the results of an investigation off Austrian beech material, and describes the construction of a wooden dome from nondestructively tested timber.

Bevezetés

Az előző részben bemutattuk a fűrészáru szilárdság szerint történő osztályozásának egyik módját, mely a dinamikus rugalmassági modulusz meghatározásán és a sűrűség mérésén alapszik. Ebben a részben alkalmazási példaként bükk rétegelt ragasztott tartók lamelláinak és az egyetemi fakupola szibériai vörösfenyő alapanyagának osztályozását ismertetjük.

Graz-i Műszaki Egyetem bükk lamelláinak vizsgálata

2002 áprilisában a Graz-i Műszaki Egyetem frissen felavatott új fa- és betonszerkezet-vizsgáló csarnokában vizsgáltunk meg 629 db bükk lamellát, melyet később rétegelt ragasztott tartó kísérleti gyártásra használnak fel. A tartók gyártására és vizsgálatára Hamburgban kerül sor. Az osztályozásra mintegy 6 óra alatt sor került, az osztályozás egy mozzanatát szemlélteti az **1. ábra**.



1. ábra – Bükk lamellák osztályozása a Graz-i Műszaki Egyetemen.

Az eredmények értékelését megkönnyítette, hogy a berendezés minden mért adatot lemezzre rögzített. A viszonylag magas mintaszám lehetővé tette az MSZ-EN-338 szabvány kritérium rendszerének alkalmazását és bizonyos értékelését. Az **1. táblázatban** az adott sűrűség és a rugalmassági modulusz csoportokba tartozó lamellák számát adtuk meg, és a szabvány szerinti szilárdsági osztályt.

A **2. táblázat** tanulsága szerint a megvizsgált 629 darab lamella esetében a lamellák 18%-ában volt kiegyenlített a sűrűség és a rugalmassági modulusz alapján meghatározott szilárdsági osztály, vagyis mindkét kritérium azonos osztályra mutatott. Az esetek 80 %-ában a sűrűség korlátozott, a rugalmassági modulusz alapján magasabb osztályba tartozhatna a lamella. Mindössze az esetek 2%-ában korlátozott a rugalmassági modulusz, vagyis a sűrűség alapján magasabb osztályba tartozhatna a vizsgált lamella. A vizsgálatok 98%-ában csupán a sűrűség mérésével helyes osztályt tudtunk volna megállapítani. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy az MSZ-EN 338 szabványban rögzített kategóriák nem szerencsések a bükk osztályozására, legalább is a különböző osztrák termőhelyről származó bükk esetében biztosan nem. Nem az a gond, hogy 82%-ban a kétféle kritérium eltérő döntést ad, hanem az, hogy az esetek 80%-ában a sűrűség korlátozott, így a magasabb rugalmassági moduluszsal rendelkező anyagban feltehetően rejlő szilárdsági tartalékot nem lehet kihasználni. Megkockáztat-

^{*} Dr. Divós Ferenc CSc., egy. docens, Csóka Levente okl. faipari mérnök, Szalai László doktorandusz hallgató, NyME Fa- és Papírtechnológiai Intézet, Roncsolásmentes Faanyagvizsgáló Laboratórium; Gyenizse Péter okl. faipari mérnök, Rakodólap üzem, Rajka.

1. táblázat: Lamellák darabszáma a sűrűség- és a rugalmassági modulusz csoportoknak megfelelően és a megfelelő szilárdsági osztály (D30-D50).

Rugalmassági modulusz (GPa)	<10		10-11		11-14		14-17		17-20	
	db	oszt.	db	oszt.	db	oszt.	db	oszt.	db	oszt.
Sűrűség (kg/m ³)										
<640	11	-	56	-	1	-	0	-	0	-
640-670	1	-	4	D30	59	D30	24	D30	1	D30
670-700	2	-	2	D35	72	D35	65	D35	6	D35
700-780	3	-	2	D35	76	D40	179	D40	24	D40
780-840	0	-	1	D35	7	D40	20	D50	13	D50

2. táblázat: Az MSZ-EN-338 szabvány kritérium rendszerének értékelésére felállított táblázat.

	ρ és E alapján magasabb osztályba tartozna	ρ	E
Osztályon kívüli	11	6	57
D30	4	-	84
D35	2	3	143
D40	76	7	203
D50	20	-	13

ható, hogy a bükk esetén a 338-as szabvány alkalmazása gazdaságtalan. Ehhez azonban Európa több termőhelyéről származó bükk anyag vizsgálata lenne szükséges. Kérdés, hogy az egyéb lombos fák esetében mi a helyzet?

Fakupola a Nyugat-Magyarországi Egyetemen

Elhatároztuk, hogy egy látványos faszerkezet példáján bemutatjuk, hogy a szilárdság szerinti osztályozás – megfelelő minőség esetén – lehetővé teszi a szokásos faanyag keresztmetszetek csökkentését, ezáltal a felhasznált faanyag mennyiségének csökkentését, kecses faszerkezetek létrehozását.

Számos lehetőség közül egy geodetikus szerkezetet választottunk. A gömbszelet sugarát 5,7 m-ben, magasságát 3 m-ben határoztuk meg. A gömb lefedését háromszög ráccsal oldottuk meg. Mivel egyforma rudakkal ez a feladat nem oldható meg, célul tűzték ki, hogy közel azonos rúd hosszakat lehessen alkalmazni. A csomópontok koordinátáinak meghatározását a következő elvek vezérelték:

- a csomópontok a gömbön helyezkedjenek el,
- egy csomópontba 6 rúd fusson össze,

- a rudak hossza körülbelül 150 cm legyen,
- maximum 5 eltérő hossz méret szerepeljen.

A feladatnak több megoldása van. Egy lehetséges megoldást, egyszerű koordináta-geometriai számításokkal határoztunk meg.

A kupola terveit Bárti Károly építő mérnök és Divós Ferenc fizikus vezetésével Gyenizse Péter okl. faipari mérnök és Szabó Péter építész készítette egy diplomaterv keretében. A kivitelezést megelőzően elkészült a szerkezet 1:5-ös makettje. A formai kialakításban az a cél vezérelte a tervezőket, hogy minél egyszerűbben kialakítható, de mégis esztétikus látványt nyújtó szerkezet kerüljön megvalósításra. A végleges szerkezet egy hatszög alaprajzú gömbhéj süveg, amely hatszor három lábbal kapcsolódik a talajhoz. A tervezéskor az elsőrendű szempont az volt, hogy minél kisebb legyen a felhasznált anyag és a lefedett terület aránya. A fajlagos faanyag felhasználást 0,011 m³/m²-re sikerült leszorítani, ami rendkívül kedvező érték. Ez annyit jelent, hogy 0,7 m³ faanyag alkotja a rácsszerkezetet, ami 65 m²-t fed be.

A csomópontok kialakításánál az egyik fontos szempont az volt, hogy minél kevesebbet takarjon el a fából a fém kötőelem. A másik szempont, hogy oldható kötéssel legyenek egymáshoz kötve a rudak. A csomópont – a befutó rudak számának megfelelő számú – kapcsoló lemezből, egy belül kúpos fém "csészéből", és egy fedélből áll. Szétcsúszás ellen egy közepén átmenő csavar tartja össze a szerkezetet. Mindegyik fém elem egy alapozó és egy fedő festékréteggel van ellátva. Az építészeti tervek készítésével párhuzamosan folyt a statikai tervezés. A terhelések meghatározása után, amelyek jelen esetben önsúly, szél és

3.táblázat: A mérési adatok összesítése szilárdsági kategóriánként

	Szilárdsági kategóriák az MSZ EN 338 szerint						
	C40	C35	C30	C24	C22	C18	C16
rácsrudak (db / %)	22 / 27,5	14 / 17,5	18 / 22,5	13 / 16,25	9 / 11,25	4 / 5	0 / 0
lábak (db / %)	7 / 38,9	3 / 16,7	3 / 16,7	3 / 16,7	0	1 / 5,5	1 / 5,5

hóteher voltak, az igénybevételeket egy rúdszerkezet tervező program segítségével számítottuk ki. Ezek az igénybevételek határozták meg a szerkezeti elemek méreteit. Ellenőrző számításokat a Prágai Műszaki Egyetemen Dr. Petr Kuklik professzor végzett.

Az engedélyezési terv 2000 februárjában került beadásra. A kupola tényleges megvalósítása június első hetében kezdődött az alapok pontos kitűzésével, amit a Nyugat-Magyarországi Egyetem Földmérési és Távérzékelési Tanszékéről Kovács Gyula egyetemi adjunktus végzett el. A kivitelezés 2000. június 14-én indult be. Ekkor kerültek kiadásra az alapok és készültek el a beton alaptestek a lábakat rögzítő vasalatokkal.

A következő lépés a rudak és a lábak elkészítése volt. A rendelkezésre álló alapanyag szibériai vörösfenyő volt, amelynek nedvességtartalma 15 - 20% közt ingadozott. A lábanyag 105x105 mm-es, a rúdanyag 50x100 mm-es keresztmetszeti méretben állt rendelkezésre. Mind a két fajta anyag 4 m hosszú volt. Az osztályozás során mindegyik darab kapott egy sorszámot a későbbi azonosítás végett. A **3. táblázat** egy összesítést tartalmaz, amely megmutatja, hogy hány darab fűrészáru esik az egyes szilárdsági kategóriákba. Az első szám darabot jelöl, a második pedig azt mutatja, hogy ez hány százaléka az egész mennyiségnek. Elmondható, hogy a C30 és a felette elhelyezkedő kategóriák megfelelnek az MSZ 15025 szerinti 0. és 1. szilárdsági kategóriának (Divós 1993). Az általunk előírt C30-as minőséget figyelembe véve az összes mennyiség 67,5%-a, több mint 2/3-a felelt meg.

Az osztályozás után a rudak és a lábak kialakítása az Egyetem Tanműhelyében, nyári gyakorlat keretében történt.

Ezután következett a szerkezet felállítása. A sorszámok alapján kerültek a rudak elhelyezésre a szerkezeten belül. Az összeállítás a földön kezdődött. Három láb és a felettük elhelyezkedő két háromszöget szereltük elsőként össze

és állítottuk a helyére. A stabilitást ideiglenes támaszok biztosították. A lábak ekkor még nem kerültek rögzítésre, csak egy pillanatszorító tartotta össze őket az alapbetonból kiálló vasalattal. A következő lépés még egy ilyen rész összeszerelése és helyére állítása volt. Ezután a két szerkezeti rész összeépítése történt. A további építés ezen szisztéma alapján folytatódott. Mire az összeállítás körbeért az ideiglenes támaszokra már nem volt szükség. A továbbiakban sem történt változás az építésben. Az elemek a földön kerültek összeszerelésre, majd következett a helyükre rögzítés. Minél több rúd került a helyére annál merevebb lett a szerkezet, és annál jobban kezdte felvenni a végleges formáját. Ez megkönnyítette a földön összeállított részek beillesztését. Mivel mindegyik csomópontot meg kellett bontani mikor egy újabb rúd csatlakozott bele, ezért a csavar oldása előtt a már beépített rudakat rögzíteni kellett a csomópontból való kicsúszás ellen. A rögzítést pillanatszorítókkal oldottuk meg. A pontos tervezésnek és kivitelezésnek köszönhetően a csúcsban az utolsó hat rúd helyére kerülése után a rudak végei pontosan találkoztak. Így erőfeszítés nélkül kerülhetett a helyére az utolsó rögzítő gyűrű és csavar is.

Mikor a szerkezet teljesen elkészült, akkor következett a lábak rögzítése. A három lábat két darab, mind-két végén csavaranyával ellátott rúd rögzíti egy-máshoz (**2. ábra**) és az alaptest vasalatához. Az oldalsó támasztó lábakat a helyszínen lettek fűrtük ki. Az összeállítás 8 embernek két fél napját vette igénybe.

A kész kupola (**3. ábra**) világos tölgy színű lazúros védőkezelést kapott az időjárás viszontagságai ellen. A borítás teherhordó részét 18 mm vastagságú OSB-lap alkotja. A lapok faforgácslapcsavarokkal vannak a rudakhoz rögzítve. Az OSB-lapok méretre vágása és felrögzítése hat ember két napjába tellett. A kupola vízzárását bitumenes zsindegy biztosítja. A csúcsban lévő hat háromszög átlátszó műanyag borítást kapott. A szerkezet által lefedett



2. ábra - Egy csomópont közelről.



3. ábra - A háromszög rácsszerkezet burkolás előtt.



4. ábra - A Szent József kupola avatása.

terület homok feltöltés után kavicsal borított betonlap burkolatot kapott. A járőfelülettel ellátott teljes hasznos terület 80 m^2 , ami rendezvények alkalmával 80-100 ember kényelmes elhelyezését teszi lehetővé. Ezt jól bizonyította a 12. Nemzetközi Roncsolásmentes Konferen-

cián a résztvevőknek itt megszervezett Gulyásparti is.

A kupola megvalósítását az Egyetemen sokan támogatták, segítették. A nevek felsorolása helyett csupán a tanszékeket, szervezeti egységeket soroljuk fel: Építéstani Tanszék, Műszaki Mechanika és Tartószerkezeti Intézet, Lemezipari Tanszék, Pályázati Iroda, Földmérési és Távérzékelési Tanszék, Fizika Intézet, Faipari Tanműhely, Karbantartó Műhely.

A kupola avatására 2000. szeptember 28-án került sor. Dr. Winkler András intézetigazgató avató és névadó beszédében utalt a nagyszerű összefogásra és a kupolát Szent Józsefről az ácsról - a faiparosok védőszentjéről - nevezte el (4. ábra)

A kupola sikeres megvalósítása remélhetően hozzájárul a szilárdság szerint osztályozott fűrészáru hazai felhasználásának elősegítéséhez, ezen keresztül pedig a takarékos és hatékony faanyagfelhasználáshoz. A megvalósítást támogatták: Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium, Balaton Bútorgyár Rt. Veszprém, ERDÉRT Rt. Tuzséri Fűrészüzem, Interspán Faipari Kft, Vásárosnamény.

Összefoglalás

Osztályozó berendezésünket több esetben kipróbáltuk a gyakorlatban. Megvizsgáltunk 629 darab, rétegelt ragasztott tartó gyártására készített bükk lamellát. Az MSZ-EN-338 szabvány szerint azt tapasztaltuk, hogy az esetek 98%-ában a mért sűrűség adatok határozták meg a lamella a szilárdsági osztályát. Megállapítható, hogy az osztályozási kritérium rendszer bükkre nem kiegyensúlyozott.

Az osztályozási módszer eredményességét jól mutatja, hogy az így osztályozott faanyagból épült fakupola már két éve dacol széllel és hóval.

Irodalomjegyzék

1. MSZ-EN 338:1999. *Szerkezeti faanyag szilárdsági osztályok*. 7 old.
2. Divós F. 1993. *Fenyő faanyagok roncsolásmentes vizsgálata*. Kandidátusi értekezés, Sopron

Többfejes gyalugépek rezgéseinek vizsgálata

Dr. Csanády Etele, Németh Szabolcs ✦

Vibrations of multi-head planers

Earlier studies have established basic relationships concerning the vibrations of moulders. Two 5-head moulders were studied based on these relationships. The study included the vibrations of the machines and the oscillations of the material. Results showed little variation when compared between the two machines. Standard evaluations were also attempted, but no straightforward method was found. The first part of the article contains the theoretical background and the description and results of a study conducted on a Griggio 5-head planer.

Munkadarab lengései, elméleti alapok

A faanyagok megmunkálása alapjaiban különbözik a fémek megmunkálásától. Míg a fémekeket befogott, mozdulatlan állapotban forgácsolják, addig a fát a gépeken való áthaladásakor, mozgás közben. A faanyagot előtoló hengerekkel szorítják az asztalhoz s azzal lengő rendszert alkot. A lengő rendszert szabad tömegek és forgácsoló erők gerjesztik. Ezen komplex rendszer számítása nem egyszerű. Megoldást elsősorban kísérleti módszerek alkalmazása és egyszerűsített számítások jelentenek.

A munkadarab lengéstani viselkedése több tényezőtől függ:

- a munkadarab méretei (hosszúság, lengés irányába eső vastagság);
- a gerjesztőerők;
- a megmunkáló helyhez viszonyított pillanatnyi peremfeltételek.

Peremfeltételek alatt az előtoló hengerek elrendezését, rugó-karakterisztikájukat és előfeszítésüket értjük.

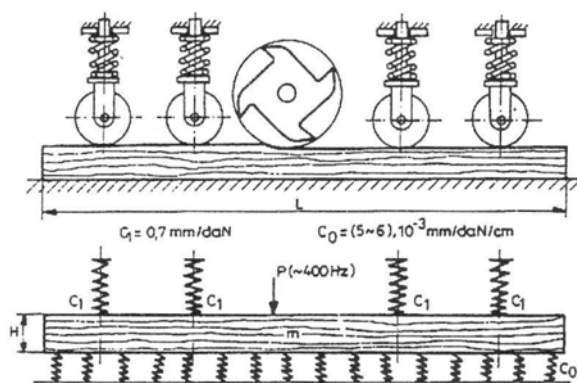
Korábban már végeztek vizsgálatokat többfejes gyalugépeken (Sitkei 1990). Akkor kétféle faanyagmegvezetési módot vizsgáltak. Az egyik esetben leszorító görgőkkel vezették meg a faanyagot, a másikonál pótlólagosan rugalmas elemeket alkalmaztak a megvezetésben. Így mindkét esetben mérték a gépasztal különböző helyein a vertikális és horizontális rezgésamplitúdókat. A mérésekhez piezoelektromos gyorsulásérzékelőt használtak. A vizsgálatok folyamatos forgácsolás közben történtek, de mérték üresjárásban is.

A munkadarab lengéseit is regisztrálták. Ehhez az egyes darabokba lyukat fúrtak és ebbe rögzítették az érzékelőt, majd azzal együtt engedték át a gépen.

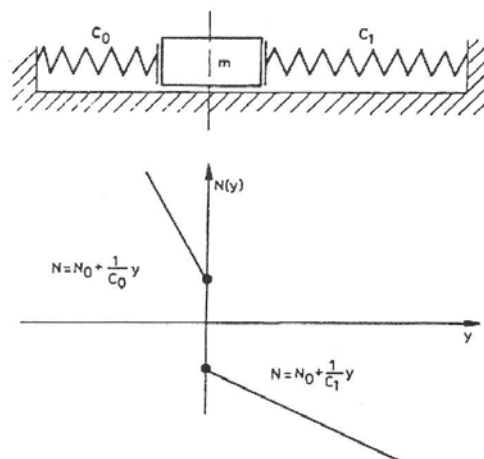
A többfejes gyalugép elvi elrendezése és a rendszer mechanikai helyettesítő vázlata az **1. ábrán** látható. A megmunkált anyagot rugós nyomógörgők szorítják a gépasztalhoz. Lengő tömegként a rendszerben a megmunkált anyag viselkedik, s a tömeg két oldalán eltérő rugóállandóval a görgők rugói és a gépasztal. A különbség legalább két nagyságrendű. A gépasztal szinte merevnek képzelhető el a fához képest, ezért a rugóállandót a faanyag rugalmassága határozza meg. Ez a rugóállandó elsősorban a munkadarab vastagságának és rugalmassági modulusának viszonyától (H/E) függ. A nyomóerőt a görgők felől azok előfeszítése és rugó-karakterisztikájuk szolgáltatja. A gerjesztőerő frekvenciája a szerszám fordulatszámától és a kések számától függ. A lengőtömeg helyettesítő rendszerét és az erők változását a kitérés függvényében a **2. ábra** szemlélteti. Az ábrán látszik, hogy az erők a gépasztal felőli oldalon igen meredeken nőnek, míg a görgők oldalán lényegesen mérsékeltebben. Ebből következtethetünk a lengéskitérés aszimmetrikus voltára. A munkadarab lengésformáit a **3. ábra** szemlélteti.

A tömeg végezhet keresztirányú, forgó (torziós) és hajlító lengéseket. Az első két lengési forma elsősorban a rövid és vastag munkadarabokra jellemző, a hajlítólengés pedig a hosszú és vékony munkadarabokra. Forgólengés a munkadarab aszimmetrikus leszorításakor is felléphet, pl. a gépbe történő be- és

✦ Dr. Csanády Etele CSc., egy. docens, NyME Gépészeti Intézet, Németh Szabolcs okl. faipari mérnök.



1. ábra – Többfejes gyalugép elvi elrendezése (Sitkei 1994)



2. ábra – A lengő tömeg helyettesítő rendszere (Sitkei 1994)

kimenetelkor. A hajlító lengés csomópontjai eshetnek a leszorító görgők alá, ha rugóállandójuk elegendően nagy. A leszorítás merevségét egy dimenzió nélküli számmal jellemezhetjük (Sitkei 1990):

$$K = \frac{c_1 \cdot E \cdot I}{l^3}, \quad [1]$$

ahol

- l - a leszorító görgők távolsága (m);
- E - rugalmassági modulus (N/m^2);
- c_1 - leszorító görgők rugóállandója (m/N);
- I - tehetetlenségi nyomaték (mm^4).

A többfejes gyalugépeknél K -ra kapott értékek 4 és 5 között változtak, s ez alapján megállapították, hogy a lengés frekvenciája nem a leszorító görgők távolságától függ hanem a munkadarab hosszától, vagyis a görgők nem jelentenek merev megfogást.

A gerjesztő erőt elsősorban a forgácsoló erő radiális komponense adja. A radiális komponens függ:

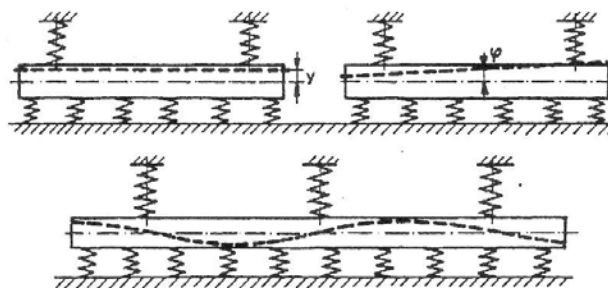
- a kés élességétől;
- a forgácsvastagságtól;
- a fa mechanikai tulajdonságaitól.

Az egy körülfordulásra eső gerjesztő erők száma a kések számával egyezik meg. A gerjesztő erők körfrekvenciája:

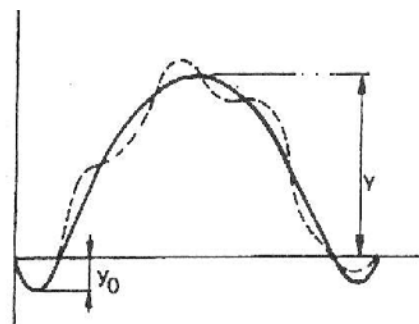
$$Z = \frac{z \cdot n}{9,55}, \quad [2]$$

ahol

- z - a kések száma;
- n - a fordulatszám.

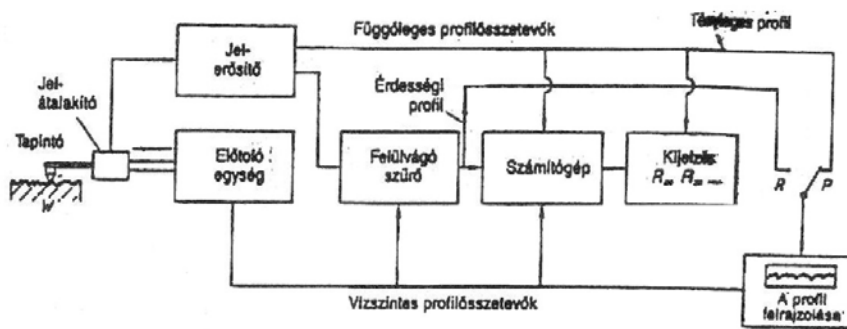


3. ábra – Munkadarab lengésformák (Sitkei 1994)



4. ábra – A lengés képe (Sitkei 1994)

Az aszimmetrikus lengés szabad- és kényszerlengésekből tevődik össze. A lengésképen látható, hogy a szabadlengésre rászuperponálódik a kényszerlengés, lényegesen nagyobb frekvenciával (4. ábra). Az Y lengés amplitúdó a támaszgörgők előfeszítésével lényegesen csökkenthető.



5. ábra – Az érdességmérő műszer tömbmodellje

A munkadarab mérései során kapott eredmények és a számított értékek hasonlóak lettek. A lengéskitérések a gépasztal felé igen kicsik, frekvenciájuk viszont nagy. A támaszgörgők felé ezzel ellentétesek a lengéskitérések. Amikor a gyalufej a munkadarab elejét ill. végét forgácsolja, annak ellenkező vége a leszorító görgőkön kívül esik, ezért a lengéskitérések a gyalufejnél is növekednek. A kitérések nagysága attól is függ, hogy a gerjesztő erők milyen irányba hatnak. Ha a támaszgörgők irányába hatnak az erők (pl. egyengetőgyalu) akkor a kitérések nagyobbak lesznek.

Folyamatos gépüzemnél a munkaidő folyamán a kés tompul, nő a radiális erőkomponens, s így a gerjesztő erő is, amely a kitérések növekedését eredményezi.

A lengéskitérés a felületi minőséggel is szoros kapcsolatban van. A felületi érdesség a kitérések növekedésével együtt nő. A tompa kés azonos lengéskitérés mellett kissé rosszabb felületi minőséget eredményez.

Többfejes gyalugépek vizsgálatához alkalmazott mérőeszközök.

Méréseinkhez elsődlegesen egy hangszintmérő műszert használtunk. A BRUEL-KJAER 2209 típusú műszert és kiegészítő berendezéseit vettük igénybe. A bemenet a műszerhez egy integrátoron keresztül történt. Az integrátorral közvetlenül elvégezhető a kalibrálás rezgésmérésre, s ezen keresztül tudunk gyorsulást, sebességet vagy elmozdulást mérni.

A berendezés frekvenciatartománya normál esetben messze kiterjed a gyorsulásmérő rezonancia frekvenciája fölé. Felhasználáskor

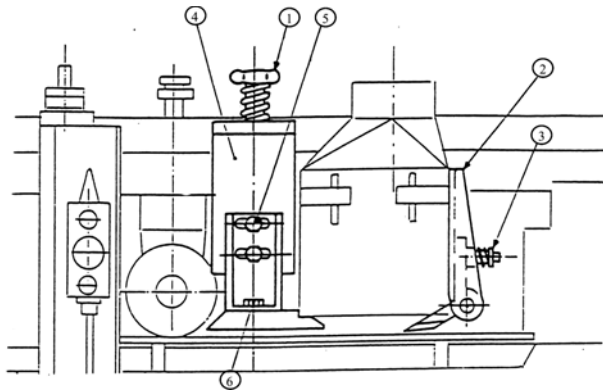
ügyelni kell arra, hogy olyan jeleket mérjünk, amelyek frekvencia-összetevői a műszer frekvencia tartományának lineáris részére esnek. Más esetben szükség lehet kiegészítő, alul átteresztő szűrő használatára. Kiegészítő egységként szintírórt is használtunk. Ezzel az egységgel a rezgés folyamatos változását regisztráltuk miközben a faanyag a gépen keresztül haladt.

A gyalult felületek érdességmérésére a MITUTOYO cég által gyártott CONTRACER CP-21 típusú érdességmérő műszert használtuk. A rezgésmérésre használt faanyagok felületeit vizsgáltuk a készüléken. A műszer működésének lényege, hogy egy tű egy szakaszon (50 mm) letapogatja a területet és egy kiíró szerkezet segítségével nagyított formában papírszalagra rajzolja. Ahhoz, hogy a szalagokon kapott képeket elemezni tudjunk, a gépet kalibrálni kellett. A kalibrálásához hitelesített fémhábokat használtunk. Az 5. ábrán a műszer tömbmodellje látható.

A Griggio 180/5 típusú ötféjes gyalugép ismertetése

A gép öt fejjel rendelkezik, és teljes keresztmetszeti megmunkálásra képes. Az ötödik fej univerzális, szögben dönthető, ezzel különböző profilok létrehozása lehetséges. A gép alapja az öntöttvas géptest (2890 kg), amelyen a tengelyek vannak csapágyazva. A tengelyek a hajtást lapos szíjon keresztül kapják közvetlenül a motoroktól. Minden fejnek külön motorja van.

Az előtolást tartó gerenda is a gépvázhoz kapcsolódik. A gerenda függőleges mozgatása azonban biztosított, mert különböző vastagságú anyagok kerülnek megmunkálásra. A gerendát



6. ábra – A felső megmunkáló fej környezetének elemei: 1. csavarorsó a leszorító papucs függőleges állításához; 2. a felső fej előtti leszorító elem tartója; 3. a leszorító elem állítócsavarja; 4. a leszorító papucs tartó konzolja prizmatikus vezetékkel. 5. a leszorító papucsot előtolás irányban rögzítő csavarok. 6. a leszorító papucsot előtolás irányra merőlegesen rögzítő csavarok.

két prizmatikus vezetéken keresztül tudják emelni és süllyeszteni. Az emelést egy motor végzi menetes mechanizmuson keresztül.

A gerendához kapcsolódik az etetőoldali végén az előtolást meghajtó motor. A motor egy közlőmű tengelyt hajt, amely három darabból van kialakítva. Az egyes előtoló hengerek lehajtása hajtóműházon keresztül történik. A házak előtt és után körmös tengelykapcsolók vannak. Így a közlőműtengely tulajdonképpen az egyes házak közötti részekben külön egység.

A hajtóműházakból két kardán csuklón keresztül kapják a hajtást az előtoló hengerek. A hengereket hordó tengelyek szintén a gerendán vannak csapágyazva. Előfeszítésükről pneumatikus hengerek gondoskodnak. A pneumatika egy központi rendszerrel biztosított. A felső fejig speciálisan bordázott előtoló hengereket

alkalmaznak. A vastagolás után a felületi minőség miatt gumi palástú hengerekkel vezetik az anyagot.

Az első fej előtt rugalmas lemez nyomja a faanyagot az asztal jobb oldali bázis felületéhez. Az egyengető fej után két függőleges tengelyű görgő van felszerelve, melyek rugóterhelésűek.

A vastagoló fej előtt rugó terhelésű leszorító elem van beépítve. A fej után leszorító talp, mely állítható vízszintes irányban előre és hátra. Függőlegesen is szabályozható és előfeszítése is állítható. A felső fej környezetét a **6. ábra** szemlélteti.

Mérések a Griggio 180/5 típusú gyalugépen

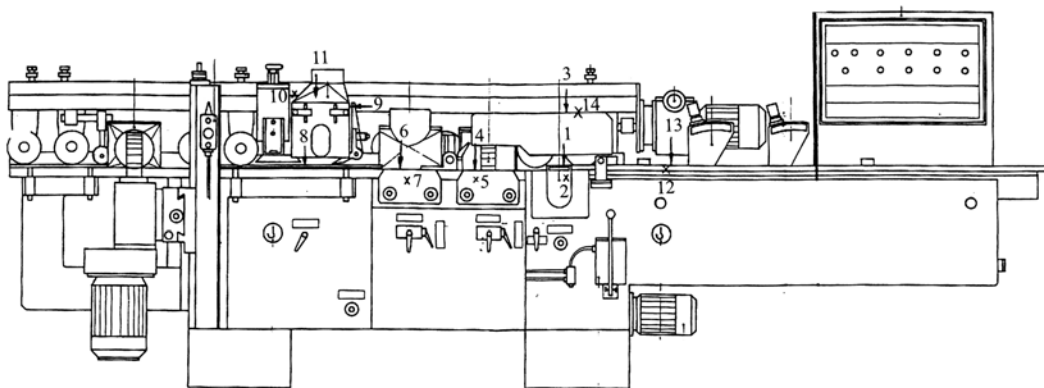
A mérés során először a gép rezgéseit vizsgáltuk. Folyamatos megmunkálás közben mértük a rezgést különböző helyeken a gépen. A rezgésérzékelőhöz ezért egy mágneses kiegészítő egységet kapcsoltunk, melynek segítségével az érzékelő a fém felületekre volt rögzíthető.

A mérés során az ötödik univerzális fej nem működött. A gép paraméterei a megmunkálás közben:

- előtolás: 13 m/perc
- fordulatszám: 6000 ford./min
- leszorítás: 5 bar

A megmunkált anyag nyers keresztmetszete 62x24 mm. Megmunkálás utáni, kész méret 55x21 mm. Fogásvételek az egyes fejeknél:

- egyengető fej : 1 mm
- jobb oldali fej: 2 mm
- bal oldali fej : 5 mm
- vastagoló fej : 2 mm



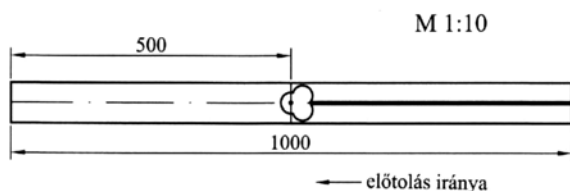
7. ábra – Mérési helyek a Griggio 180/5 típusú gyalugépen

1. táblázat – A Griggio 180/5 típusú gyalugép rezgései

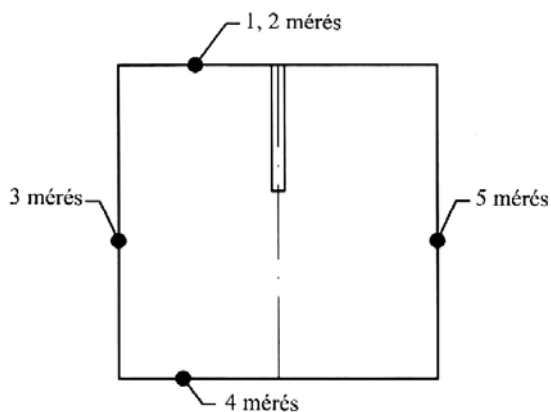
A mérés helye		A mérés iránya	Amplitudó (µm)
1.	Egyengető fejnél	Függőleges	2
2.	Egyengető fejnél	Vízzsz., elötólásra ⊥	1
3.	Egyengető fej feletti elötóló görgő tartó a gerendán	Függőleges	2,5
4.	Jobb oldali fejnél	Függőleges	2
5.	Jobb oldali fejnél	Vízzsz., elötólásra ⊥	2,5
6.	Bal oldali fejnél	Függőleges	2,5
7.	Bal oldali fejnél	Vízzsz., elötólásra ⊥	2,5
8.	Vastagoló fejnél	Függőleges	2,5
9.	Vastagoló fej tartószerk.	Vízzsz., elötólással	10,5
10.	Vastagoló fej tartószerk.	Vízzsz., elötólásra ⊥	7,5
11.	Vastagoló fej tartószerk.	Függőleges	7,5
12.	Egyengető asztal	Vízzsz., elötólásra ⊥	2
13.	Egyengető asztal	Függőleges	2
14.	Egyengető fej feletti elötóló görgő tartó a gerendán	Vízzsz., elötólásra ⊥	2

2. táblázat – a mért munkadarab-lengések

Mérés helye	Amplitudó (µm)	
	1. mérés	2. mérés
1. Egyengető fejnél	12	30
2. Jobboldali fejnél	24	30
3. Baloldali fejnél	30	60
4. Vastagoló fejnél	35	90



8. ábra – A mintadarabok kialakítása



9. ábra – Érdességmérési helyek

A vízszintes megmunkáló kések hossza 180 mm, a függőleges késeké 50 mm. A fej méretek ezekhez igazodtak, átmérőjük 125 mm. A mérési helyeket a **7. ábra** mutatja, a mérés eredményeit pedig az **1. táblázat** tartalmazza.

A mérés második részében előkészített faanyagokba rögzítettük a rezgésmérőt és így gyalultuk meg őket. A faanyagok kiindulási keresztmetszeti mérete 70x70 mm, hossza 1000 mm. A középső furatba ezenkívül még egy Ø5 mm-es furatot is készítettünk. Ebbe rögzítettük az érzékelőt, ami így a faanyag felületénél beljebb volt és teljes keresztmetszeti megmunkálást végezhetünk az érzékelő sérülése nélkül. A furatok pontos helye a **8. ábrán** látható. A vezeték megvezetésére, mint az ábrán látható, egy 4 mm széles és 30 mm mély árok is készült. Ez az árok a faanyag végétől a furatokig tart. A mérések állandó paramétereit:

- elötólás 5 m/perc;
- fordulatszám 6000 ford./perc;
- leszorítás 5 bar.

Az érzékelő függőleges helyzetben volt az első, míg vízszintes a második megmunkálás és mérés során. A mért értékek (**2. táblázat**) a megmunkálófej előtti elhaladásra vonatkoznak. A mintadarabok kialakítása **8. ábrán** látható.

A rezgésmérés során a mintadarabokat az érdességmérő műszeren is vizsgáltuk. A faanyagok mind a négy oldalát mértük. A mérés tartománya a munkadarab hosszának felénél volt. A beállított vizsgálati hossz: 50 mm. Az érdességmérési helyeket a **9. ábra** szemlélteti. Ennek eredményeit cikkünk következő részében ismertetjük.

Irodalom

1. Sitkei Gy. 1994. *A faipari műveletek elmélete*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 373-392.
2. Sitkei Gy. 1990. *Theorie des Spanens von Holz. Fortschrittbericht No. 1*. Acta Fac. Ligniensis Sopron, 58-69.

Színfurnérok rugalmasságának anizotrópiája – II. rész

Dénes Levente, Kovács Zsolt, Bálint Zsolt, Láng Elemér *

Orthotropic elasticity of sliced veneers – Part 2.

The first part of this article described an experiment that assessed the elastic properties of resinated and non-resinated sliced veneers. The results are provided in the second part. Both prediction models (as described in the first article) showed satisfactory agreement with the experimental data. It was established that gluing and subsequent hot-press curing resulted in a close to linear increase of the apparent MOE of the individual veneer strips, as a function of the grain angle. As a result of the investigation, we obtained a useful database for producing the random material property input for a probabilistic simulation model in order to predict flexural properties of a composite material made of waste sliced veneer strips.

A színfurnérok rugalmassági ortotrópiájának, valamint a technológiai paraméterek rugalmasságra gyakorolt hatásának ismerete olyan matematikai modell előállítását teszi lehetővé, amely kellő pontossággal tudja becsülni a színfurnérokhoz előállított kompozitok azonos tulajdonságait. Az előző számban megjelent első részben az elméleti háttér és az alkalmazott vizsgálati módszerek kerültek bemutatásra, ebben a részben pedig a kapott eredményeket és azok értékelését közöljük.

Eredmények és értékelésük

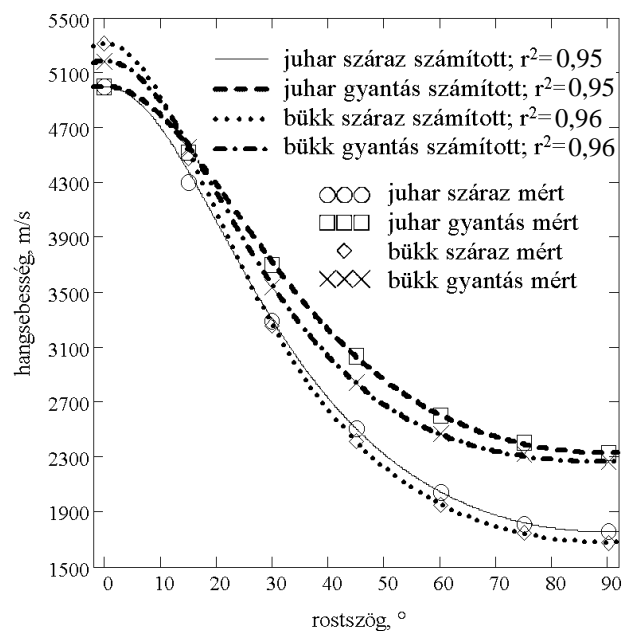
A mérési eredményeket az **1-6. ábra** diagramjaiban foglaltuk össze. Az **1. és 2. ábra** a hangsebesség változását mutatja a rostiránnyal bezárt szög függvényében 0° -tól 90° -ig a két fafaj, valamint a kezeletlen és a gyantával bevont próbatetek esetében, a mért értékekkel, valamint az ortotróp tenzorelmélet (**1. ábra**) és a kétdimenziós, általánosított Hankinson formula (**2. ábra**) szerinti függvénygörbéivel. Az n kitevő legjobb illeszkedést eredményező értékei az alábbiak:

Kezeletlen minták, mindkét fafaj: $n = 1,88$

Gyantával kezelt minták, mindkét fafaj: $n = 1,78$.

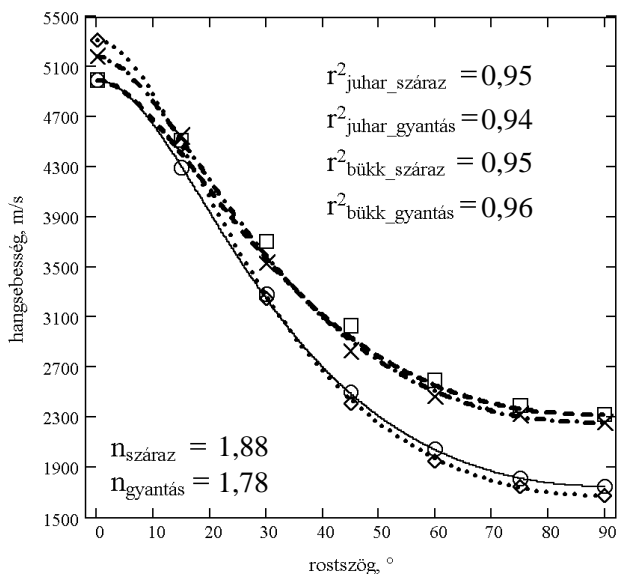
Mint látható, a két fafaj közötti csekély eltérés a rostiránnyal bezárt szög növelésével csökken, mintegy 45° -tól gyakorlatilag változatlan és elhanyagolható. A műgyantával bevont próbatetek esetén a fafajok közötti eltérés a 15° -os szögtől kezdődően ellentétesre változik,

és valamivel nagyobb, mint a kezeletlen mintáknál. Egyúttal a kezeletlen próbatetekeken mért hangsebesség a θ szög növekedésével egyre kisebb mértékben csökken, mint a kezelt próbatetekeken. A megfigyelések magyarázhatók azáltal, hogy a két fafaj szövetszerkezete hasonló, továbbá a késeles következtében fellépő felületi repedések rostirányban futnak, így a kezeletlen furnéron a hatásuk a rostiránytól való eltérés miatt markánsabb, mint a gyantával kitöltött repedések esetében.

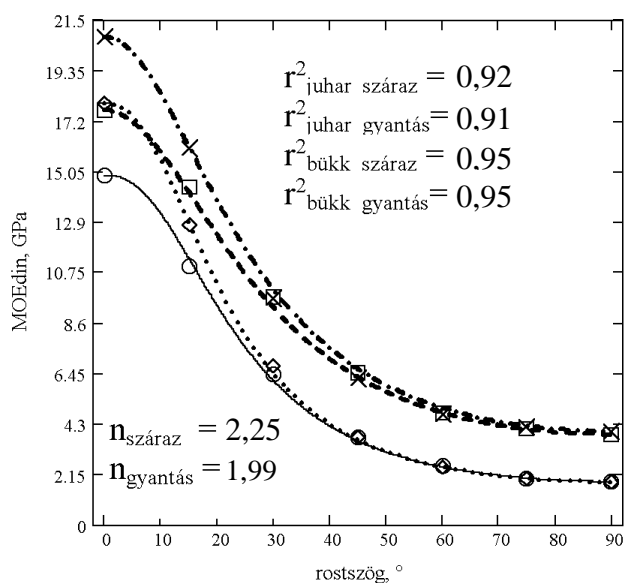


1. ábra - A hangsebesség mért értékei és az ortotróp tenzor-elmélet alapján illesztett görbék.

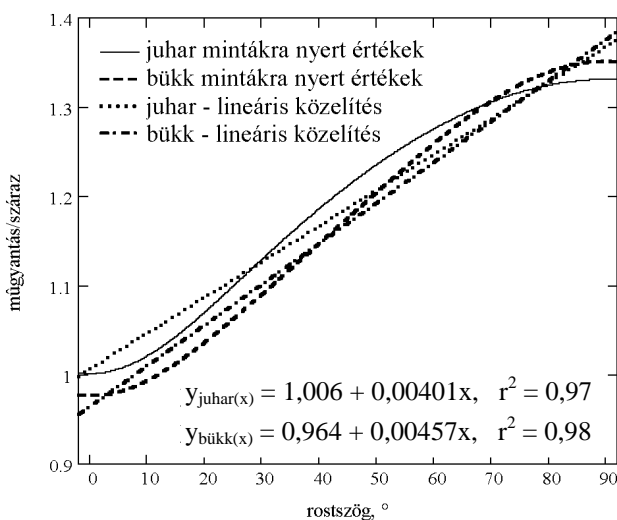
* Dénes Levente doktorandusz hallgató, Dr. Kovács Zsolt CSc. intézetigazgató egy. tanár, NyME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet, Bálint Zsolt doktorandusz hallgató, NyME Fa- és Papírtechnológiai Intézet, Dr. Láng Elemér PhD. associate professor, West Virginia University Division of Forestry.



2. ábra - A hangsebesség mért értékei és az általánosított Hankinson-formula alapján illesztett görbék. (A jelmagyarázatot ld. az **1. ábrán.**)



4. ábra - Dinamikus rugalmassági modulusz a rostirány függvényében és a Hankinson-formula alapján illesztett görbék. (A jelmagyarázatot ld. az **1. ábrán.**)



3. ábra - A gyantával kezelt és a kezeletlen mintákon mért hangsebesség hányadosa a rostiránnyal bezárt szög függvényében.

A **3. ábra** a hangsebesség műgyantával kezelt és a kezeletlen mintákban mért értékének arányát szemlélteti a rostiránnyal bezárt szög függvényében, a tenzorelmélet alapján illesztett függvénygörbével. Mindkét fafaj esetében egyértelmű tendencia a közel lineáris növekedés. A **4. ábra** a dinamikus rugalmassági modulusz rostiránnyal bezárt szög függvényében való változásának menetét hasonlítja össze a négyféle próbatest esetében. A mért értékekre az általánosított Hankinson-formula alapján illesztettük a görbéket.

A dinamikus moduluszra rostirányban meghatározott értékek megfelelnek az adott fafajokra a szakirodalomban található értéktartományoknak (Molnár 2000). A két fafaj rugalmassági moduluszainak eltérése rostirányban mintegy 20 %, ezután rohamosan csökken, és mintegy 35°-tól kezdve megszűnik. Hasonló a menete a gyantával kezelt próbatestek görbéinek is, melyek ordinátái 0°-tól 90°-ig közel azonos különbséget tartanak a kezeletlen próbatestek görbéitől, így a szög növekedésével a műgyantával bevont és a kezeletlen minták dinamikus rugalmassági modulusz értékeinek hányadosa egyre nagyobb. A dinamikus rugalmassági moduluszok kis szögeknél tapasztalt erősebb fafaji elkülönülésében a két fafaj eltérő sűrűsége mutatkozik meg. Arra egyelőre nem találunk magyarázatot, hogy 15°-20° felett ez a különbség miért tűnik el.

A **5. ábra** a dinamikus és a statikus rugalmassági modulusz értékeit hasonlítja össze. A statikus modulusz változása a rostiránnyal bezárt szög függvényében hasonló tendenciájú, és a négyféle minta esetében egymáshoz viszonyítottan is hasonlóan alakul, mint a dinamikus moduluszé. A hajlítással meghatározott rostirányú statikus rugalmassági modulusz értéke irodalmi közlések (Bodig 1982) szerint faanyagoknál mintegy 10-15 %-kal kisebb, mint a

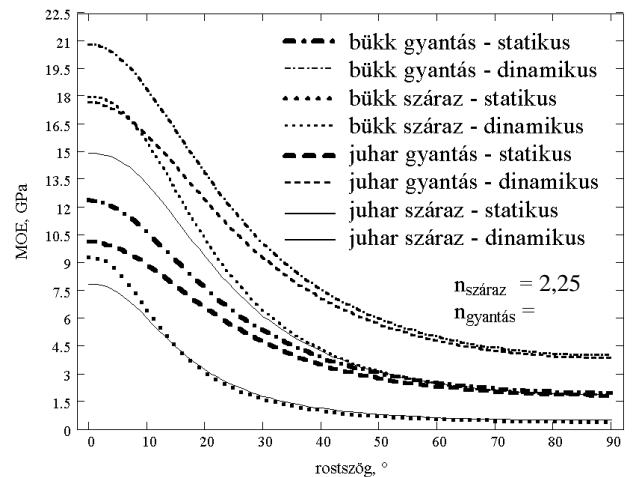
dinamikus modulusz. Mint a **6. ábrán** látható, a kezeletlen minták esetében ez az arány nagyobb, és a rostiránytól való eltérés függvényében először meredeken növekszik, majd kb. 40°-tól alig változik. A megfigyeléseket két okkal magyarázhatjuk. Egyik az, hogy a szabványos hajlító vizsgálat értékelése az elsőrendű elméleten alapul, azaz a használatos egyszerű összefüggésekben a rugalmas szál alakját leíró differenciálegyenletről elhagyjuk a differenciálhányados magasabb hatványait. A mi esetünkben a fellépő geometriai nemlinearitás feltehetően növeli az elhanyagolás hibáját. Ez eredményezheti az alacsony statikus rugalmassági modulusz értékeket. A másik valószínű ok az, hogy a vizsgálat módjából adódóan a statikus merevség a hosszirányú repedések miatt a rostiránytól eltérő terhelése esetében lényegesen erősebben csökken, mint a dinamikus modulusz. Ugyanakkor a gyanta repedés kitöltő hatása a kezelt mintáknál ezt az arányt a rostiránnyal bezárt szög teljes tartományában gyakorlatilag azonos értéken tartja.

Következtetések

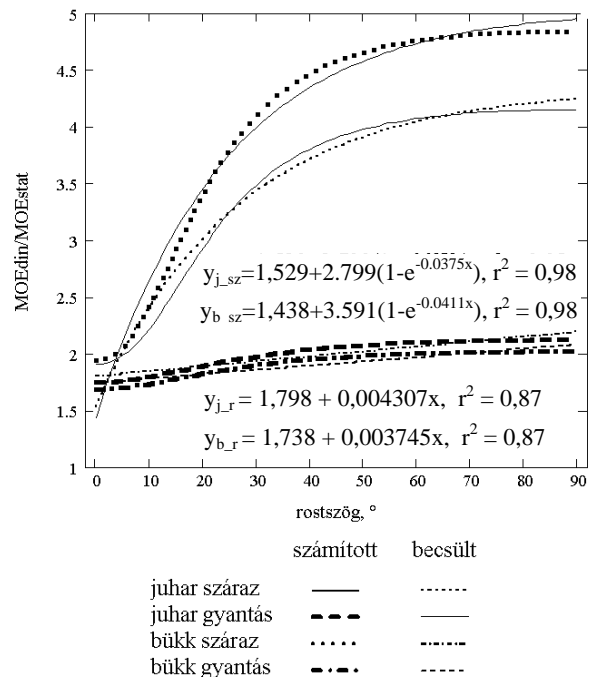
A mérési eredmények alapján 30 elemes mintákból, két fajtából készült, adott minőségű színfurnérra megállapíthatók a dinamikus rugalmassági modulusz rostiránytól függő értékei és ezen értékek eloszlásjellemzői. A rugalmassági modulusz ortotrópiáját gyakorlatilag egyformán jól írja le az általánosított Hankinson-formula és a Szalai (1994) által levezetett, tenzor-elméleten alapuló összefüggés. A vizsgálati eredmények alapján úgy tűnik, hogy a statikus hajlító vizsgálat papíriparban alkalmazott szabványos eljárása a statikus rugalmassági moduluszra a reálisnál alacsonyabb értékeket ad, a fóliászerű anyagokra, mint a furnér, reprodukálható módon való minősítést tesz lehetővé.

A színfurnér lapok műgyantával való bevonása és hőprésben való kikeményítése a kisméretű egyedi farészecskék kompozit termékben mutatkozó tulajdonságainak megismerését célozza, megállapítható, hogy a kezelt furnér látszólagos dinamikus rugalmassági modulusza a technológiai hatásoknak betudhatóan nagyobb, mint a kezeletlené. A különbség – a kísérleteinkben alkalmazott kezelés mellett – a rostiránnyal bezárt szög függvényében növekszik, a növekedés első megközelítésben lineáris

függvénnyel jellemezhető. A vizsgált két fajtára a dinamikus rugalmassági modulusz kísérletekben meghatározott ortotrópia függvényei, eloszlásjellemzői valamint a kezelt és kezeletlen furnérok értékei közötti összefüggések, mint bemeneti jellemzők felhasználhatók az adott hulladék furnéranyagból készített, PSL jellegű kompozit lapok hajlí-tómerevségének a matematikai modell alapján való előrejelzésére.



5. ábra -A dinamikus és statikus rugalmassági modulusz értékek változása a rostiránnyal bezárt szög függvényében.



6. ábra A dinamikus és statikus rugalmassági moduluszok hányadosának változása a rostiránnyal bezárt szög függvényében valamint a függvényekre illesztett görbék és azok egyenletei.

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 Lisette, 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 csök-

kentése, a törzs által nyújtott természetes geometriai méretkorlátok túllépése, a nedveségtartalom 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 belsőépítészet valamint a bútortipar alapanyagaként alkalmazható, ha

* Dr. Gerencsér Kinga egy. docens, Gergely Lisette 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 bútortervezés 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).

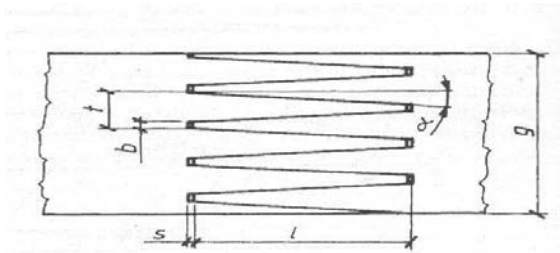
A késztermék minőségét két tényezőcsoport befolyásolja: az alapanyag jellemzők és a technológiai jellemzők. Az alapanyag jellemzői:

- 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 leméréseivel történt. A szabványos teherviselő fogak (1. ábra) jellemzésére használatos paraméterek (Wittmann 2000):

t – fogosztástávolság

l – foghosszúság

b – fogalapszélesség

s – foghézag

v – gyengítési tényező

α – 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°C , 65 % relatív légnedvesség). A vizsgálatok elvégzése után 102°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 szilárdság értékét a rostirányú húzószilárdsággal azonos módon számítottuk.

Mint az **5. ábrán** látható, a tölgy faanyag esetében a kontrol próbatetek szilárdsági értékeinek átlaga magasabbnak bizonyult, mint a ragasztott próbateteké. 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 oldalirányú húzásnak kitett tömörfa lapok legcélszerűbb kiválasztási szempontja az előbbieket alapján a fafaj.

Nyírószilárdság vizsgálata a szélességi toldás síkjában

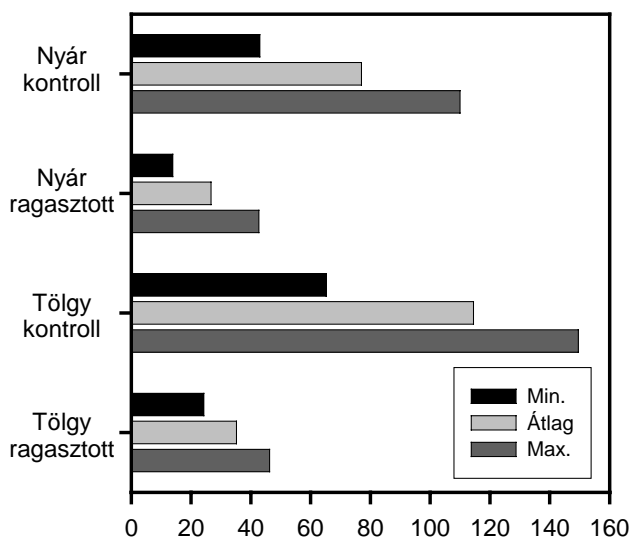
A vizsgálatot az MSZ KGST 814-77 szabvány előírásai szerint végeztük el (**7. ábra**). A szilárdság értékét itt is a nyíróerő és a nyírt keresztmetszet hányadosa adja. A ragasztott próbatetek nyírószilárdságának átlagértékei mindkét fafaj esetében jobbnak bizonyultak, mint a természetes faanyagéi.



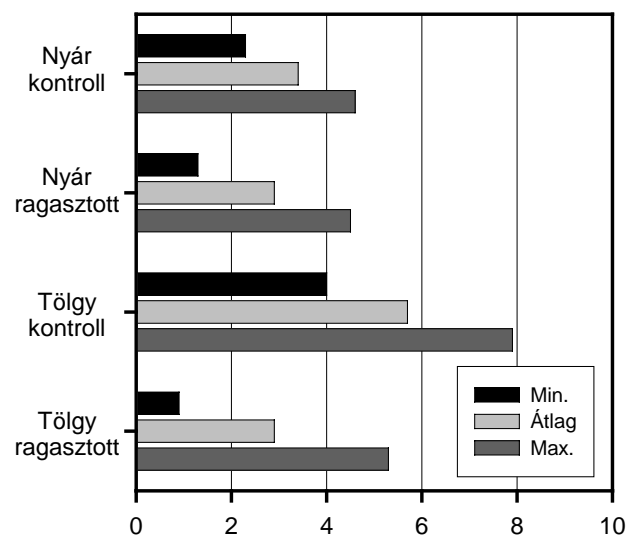
2. ábra – A rostirányú húzószilárdság vizsgálata



4. ábra – A rostra merőleges húzószilárdság vizsgálata



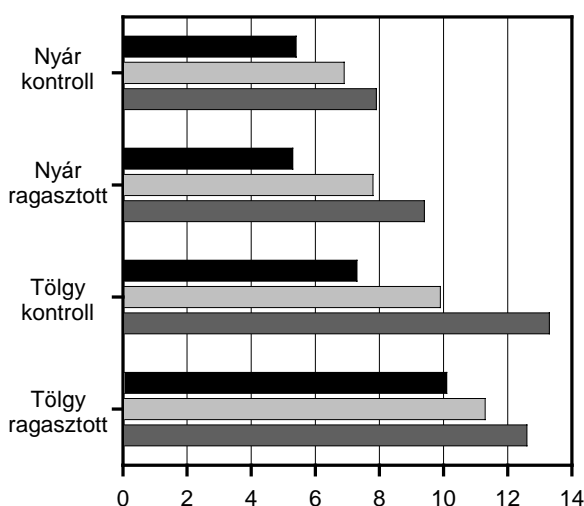
3. ábra - Tölgy és nyár hosszított és kontrol lamellák húzószilárdsága



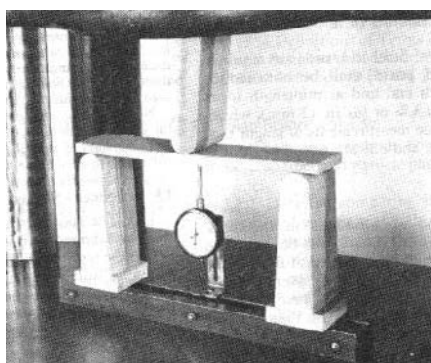
5. ábra - Tölgy és nyár szélességtoldott és kontrol próbatetek rostra merőleges húzószilárdsága



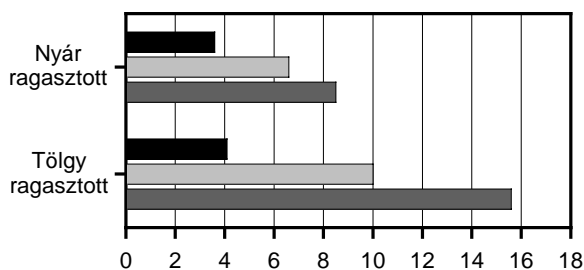
6. ábra – A nyírószilárdság vizsgálata



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 módozat képzelhető 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 próbatetek átlagos keresztirányú hajlítószilárdsága 10 N/mm^2 , a nyár próbateteké $6,6 \text{ N/mm}^2$.

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 kézikönyv I.* Molnár Sándor szerk. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron.
- Wittman Gy. 2000: *Mérnöki faszervezetek I.* Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.

A COFURN projekt Magyarországon

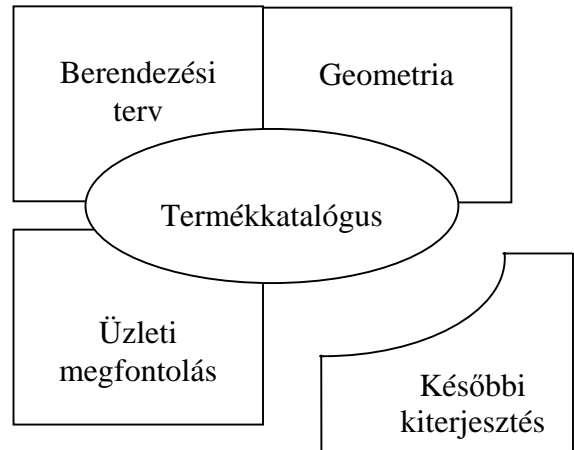
Kovács Zsolt, Hargita József *

A Nyugat-Magyarországi Egyetem (Sopron) Faipari Mérnöki Karán belül a Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet részt vesz a bútorgyártásban és kereskedelemben érintett szervezetek kommunikációját megkönnyítő, munkájának hatékonyságát növelő informatikai fejlesztésben. A fejlesztési program neve "FUNSTEP", illetve annak "COFURN" nevű fejezeti része, spanyol, portugál, olasz, német, angol, bulgár, francia és svájci résztvevőkkel. A program várható eredménye a bútorok tervezésében, gyártásában, forgalmazásában használatos szakmai fogalmak informatikai célú nemzetközi szabványának megteremtése, valamint ennek gyakorlati implementálása olyan illesztő programban, ami a szakterületen használatos különböző felhasználói rendszerek közötti kommunikációt egyértelművé teszi. Mindezekkel cél a biztonságos és hibamentes elektronikus kereskedelem feltételeinek megteremtése is.

A nemzetközi együttműködés már meglévő, és aktuális szabványok által biztosított platformokon működik. Így pl. az ISO 10303 számú nemzetközi szabvány a számítógéppel támogatott termékinformáció megjelenítés és a termékadat-csere elősegítésére készült. Célja egy olyan általános módszer létrehozása, mely képes a termékleírására, annak minden életszakaszában. Ez a technika nemcsak általános adatállomány cserére alkalmas, hanem a termékadat-bázisok felhasználásakor, alkalmazásakor, archiválásakor is segítségünkre lehet.

Az ISO 10303 (Termékadat reprezentáció és -csere, STEP) több különböző részből áll, melyeket külön-külön bocsátanak ki. A nemzetközi szabvány felépítését az ISO 10303-1 rész írja le. Az ISO 10303 összes részének listája a következő internet címen érhető el:

<http://www.nist.gov/sc4/editing/step/titles/>



1. ábra – Az adatcsere területei

A tervezett modell leírása

Ismertetőnk tartalmazza azokat az információkat, melyek a jövőben egy továbbfejlesztett ISO 10303 alkalmazási szabályzat (Application Protocol, AP) részét fogják képezni. A szabályzat segíti majd a bútorigipari termékek adatainak és a különböző kapcsolódó tervek adatainak cseréjét a gyártók, a kiskereskedők, a beszállítók, a belsőépítésszek és a végső felhasználók között. Az adatok tartalmazhatnak terméklistákat, katalógusokat, és berendezési terveket grafikus információkkal. A modell által biztosított adatcsere területeit szemlélteti az 1. ábra.

A modell középpontjában a termékadatok leírása (termékkatalógus), a berendezési terv leírása, és a kapcsolódó geometriai ábrázolás áll. A modell további kiterjesztései tartalmazzák az üzleti dokumentációt, annak kapcsolódásait a katalógushoz és a berendezési terv adataihoz, ezenkívül különböző alkalmazásokat a gyártási folyamat tervezéséhez és irányításához.

Az AP236 támaszkodik már létező AP-k eljárásaira. Felhasználja az épületelemekre vonatkozó AP225-ben a berendezési tervek leírásához használt meghatározásokat, főként azokat, melyek a helyleíráshoz kapcsolódnak.

* Dr. Kovács Zsolt CSc. intézetigazgató egy. tanár, Hargita József tanszéki főmunkatárs, NyME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet.

Az AP236 egy része az AP214 adatmodell (Autóipari termékek) bútororientált interpretációján alapul. Ez a rész főként a bútorigipari termékek tulajdonságainak modellezésével, ill. a termék-katalógusok meghatározásával és a geometriai ábrázolással foglalkozik.

Nem szerepel az AP214-ben néhány olyan adatmodellező eljárás, mely az AP236-nak része kell, hogy legyen, így pl. az árra vonatkozó információk és a terméktulajdonságokon alapuló árkalkuláció. Ezeket részeket vagy új eljárások megalkotásával, vagy a már valahol meglévők átvételével és átalakításával lehet integrálni.

Más szükséges információk felvétele, mint pl. az osztályozáshoz és az üzleti dokumentációhoz kapcsolódó adatok az adatmodell jövőbeni kiterjesztésének részeit fogják képezni.

Az AP214-es alapú struktúrák mellett az AP236 a termékkatalógusok leírásához alkalmazza az ISO PLIB szabványban leírt eszközöket is, melyek az ipari szabvány szótárak és a gyártókatalógusok kiadásához és cseréjéhez használatosak.

A PLIB (ISO 13584) (Alkatrészjegyzék) szabvány bútor-katalógusok készítésére való alkalmasságát az AP236 keretei között tesztelték. Vizsgálták, hogy alkalmas-e:

- bútorcsaládok és azok tulajdonságainak bemutatására;
- a tulajdonságok alapján (felületkezelés, szín, frontok, fogantyúk, stb.) különböző árak meghatározása;
- speciális (szabványon kívül) termékek kezelésére;
- termelési előírások meghatározására az egyedi termékek árkalkulációjához;
- kötöttségek és a tulajdonságok közötti kapcsolódások (érvényes kombinációk) hozzárendelésére;
- jegyzékinformációk bemutatására, egységes módon, táblázatok használatával;
- felhasználási információk megadására, táblázatba való rendezésére.

Az ISO 10303 és az ISO 13584 szabvány ugyanazon albizottság (ISO TC184/SC4 „Ipari adatok”) munkájának keretében készült, és az EXPRESS adatspecifikációs nyelvet (ISO 10303-11) valamint STEP adatállomány formátumot (ISO 10303-21) használva ugyan-

azon technológián alapulnak. Ennek ellenére a kifejlesztésük során használt felépítés és módszer különböző volt, és az eredményül kapott adatspecifikációk a tapasztalat szerint nehezen használhatóak együtt. Ez a különbözőség a két szabvány eltérő alapcéljaiban gyökerezik és több kérdést is felvet az ipari felhasználók köreiben, akik alkalmazni szeretnék:

- a STEP szabványt az információcsere céljaira,
- a PLIB szabványt az alkatrészlisták készítésére,

a két szabvány segítségével megoldva egy egységes adatkezelő kapacitás kialakítását mind egy szervezetten belül, mind szervezetek között, illetve a fogyasztókkal, partnerekkel, szerződő felekkel, szállítókkal történő kapcsolattartás során.

Az SC4 albizottság határozata arra serkentette a STEP AP fejlesztőit, hogy kutassák a PLIB által biztosított lehetőségeket: „... az SC4 minden STEP AP fejlesztőt ösztönöz arra, hogy tanulmányozza, miként valósítható meg saját jegyzékének és szótárának leírása a PLIB szabvány segítségével.” (RESOLUTION 305: (Toronto 1996-10)).

A STEP alapú AP-k kiegészítéséhez négy PLIB szolgáltatás áll rendelkezésre:

1. a PLIB-kompatibilis könyvtár által meghatározott lehetőség a termékadat osztályozásához (pl. alkatrész, anyag, tulajdonság, stb.),
2. a PLIB-kompatibilis könyvtár által biztosított lehetőség egy adott termékadat sajátjának meghatározásához (pl. alkatrész, anyag, tulajdonság, stb.),
3. annak jelzése, hogy egy termékadat (pl. alkatrész, anyag, tulajdonság stb.) PLIB katalógus-részként található egy PLIB kompatibilis könyvtárban,
4. annak jelzése, hogy egy termékadat (pl. alkatrész, anyag, tulajdonság, stb.) egy PLIB-kompatibilis könyvtárban van (pl. parametrikusan).

A szolgáltatási szintek AP236-ba való beépítésének meghatározása nyitott, és a felhasználási terv szabja meg. Az alábbi felhasználási szituációk adottak (**2. ábra**):

1. termékjegyzék elkészítése az AP236 segítségével, elküldése a gyártótól egy másik résztvevőnek (kereskedő, tervező),
2. berendezési terv továbbítása egy termék-katalógussal együtt a tervezőtől az építészhez,
3. a PLIB segítségével elkészített termék-katalógus,
4. a megfelelő PLIB-szolgáltatás használatával két különböző katalógus ugyanarra a termékosztályozó rendszerre épül; azonos alapon válogathatók más-más termékek különböző ill. többrészes katalógusokból. Pl. egy hotel projekt több berendezési tervből strukturálódik, melyek mindegyike különböző bútortípusokat tartalmaz (konyha, hálószoba, iroda).
5. osztott berendezési terv termékreferenciájának elkészítése egy PLIB-kompatibilis könyvtár segítségével, ebben az esetben a terv különböző részei ugyanabból a termék-katalógusból származhatnak,
6. a gyártó az AP236 felhasználásával, PLIB szótárként definiált közös osztályozási rendszerre való hivatkozással készült termék-katalógust ad ki; hasznos lehet, ha előzőleg a kereskedők és más felhasználók a területükre (pl. konyha, iroda) vonatkozóan megegyeznek egy olyan osztályozási módszerben, mely lehetőleg az AP236 katalógusain alapul.

Cikkünk következő folytatásban a dokumentum felépítése témakörével folytatjuk ismertető cikk-sorozatunkat.

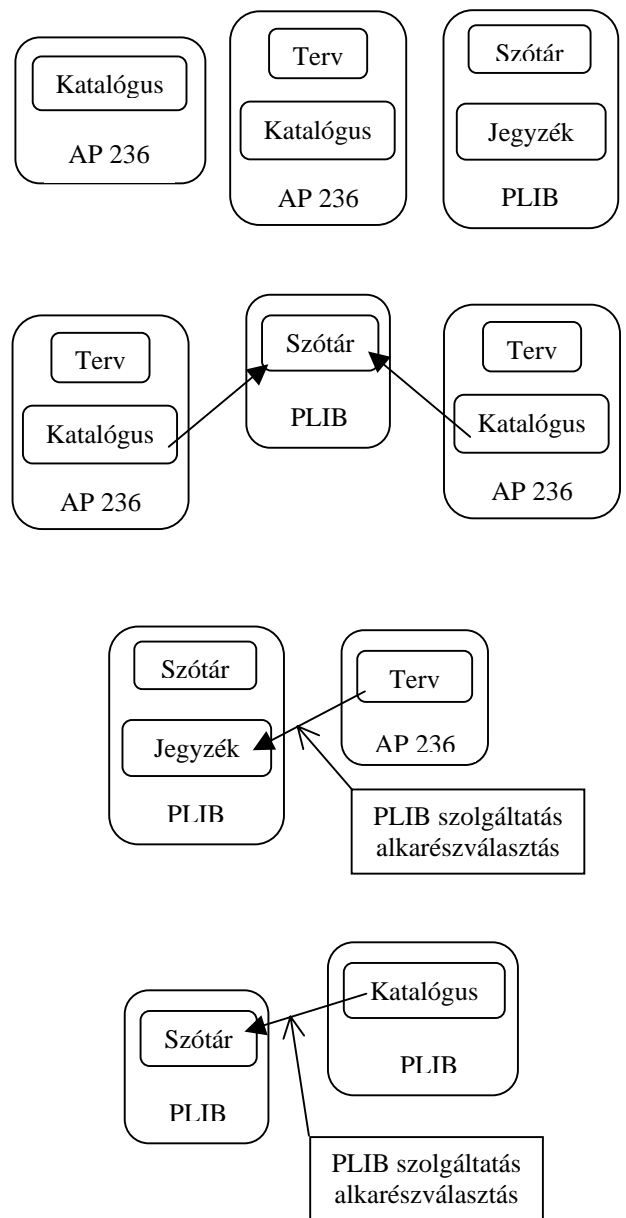
Intézetünk vállalta, hogy a bútortervezők magyarországi résztvevőinek eljuttatja a fejlesztési programmal kapcsolatos információt, hogy eldönthessék, kívánna-e közvetlenül részesülni a fejlesztés eredményeiben. Első lépésként kérjük, hogy szervezetük részéről az informatika használatában való érdeklőségükre vonatkozó alapvető információt kérdőív kitöltésével szíveskedjenek megadni. A kérdőív az alábbi címen érhető el:

<http://www.funstep.org/right/org/encuesta/encuesta.asp>

A címen ki lehet választani a magyar nyelvű űrlapot. A kitöltés a fenti címen letöltött web-oldalon történhet, az OK gombra történő klikkelés eljuttatja a feldolgozókhöz. Ajánlatos böngészőként microsoft internet explorer hasz-

nálni (magyar nyelvű megjelenítés érdekében). Ajánljuk, hogy további információ érdekében lépjen vissza a főlapra (www.funstep.org). (Ugyaninnen a kérdőív az "Organization"-ra való klikkeléssel megjelenő "e-business enquiry"-n keresztül is elérhető.).

Számítunk szíves közreműködésükre. Kérjük, ezügyben Dr. Kovács Zsoltnak, a NyME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet igazgatójának jelezzenek vissza.



2. ábra - AP236 és a PLIB szolgáltatások felhasználása

Folyóirat bemutató:

Holz als Roh- und Werkstoff – European Journal of Wood and Wood Products

Winkler András

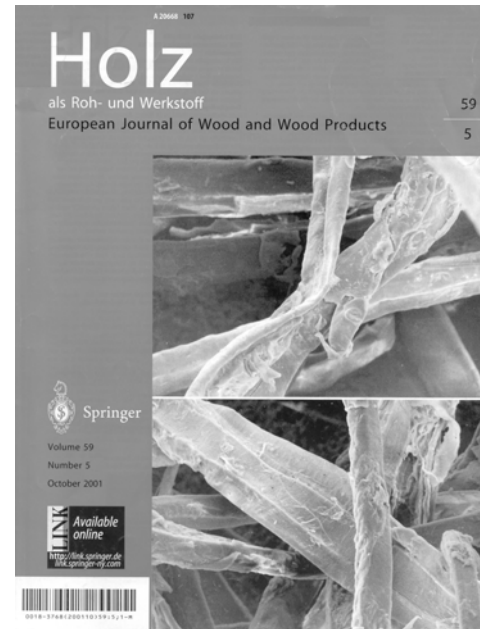
A Holz als Roh- und Werkstoff c. folyóirat kezdetben a német nyelvterület, ma Európa egyik legrangosabb fával foglalkozó tudományos kiadványa. A Német Fakutató Társaság – Gesellschaft für Holzfor- schung – alapította, és napja-inkban 60. évfolyama jelenik meg. Évente hat szám jelenik meg és ezek terjedelme összesen mintegy 500 oldal.

A folyóirat célját a címlap belső oldalán olvashatjuk német és angol nyelven. Ezek szerint a kiadvány átfogóan foglalkozik a fával és fatermékekkel, azok biológiai, kémiai, fizikai, mechanikai és technoló- giai tulajdonságaival, a fa feldolgozásával, átalakításával. Az írások témái a hengeres fától a falemezekig és kompozitokig, faszerkezetekig, fakötésekig terjednek. Tanulmányozhatunk azonban a kémiai és energetikai hasznosítással, vagy a nemzetközi piacokkal foglalkozó publiká- ciókat is. Összefoglalva, a Holz als Roh- und Werkstoff a nemzetközi tudományos ismeretcsereét szolgálja: a kutatástól a gyakorlatig.

A publikációkat német, vagy angol nyelven teszik közzé, mindig a másik nyelven írt összefoglalóval.

A szerkesztőbizottság címe: **Holzforschung München**
Technische Universität
Winzerer str. 45.

e-mail: springer@holz.forst.tu-muenchen.de



A Faipari Mérnöki Kar hírei

2002. szeptember 4-én a Faipari Mérnöki Kar megtartotta tanévnyitó ünnepélyét, melynek keretében a kar Dékánja 307 elsőéves hallgatót fogadott egyetemi polgárrá. Az ünnepségen az Egyetem rektora és a Kar dékánja átadták a tiszteletbeli doktori (honoris causa) kitüntetést Prof. emeritus Balatinecz Jánosnak, a Torontói egyetem nyugalmazott tanszékvezető egyetemi tanárának. "Nyugat-Magyarországi Egyetemért Emlékérmet" kapott Dr. Szabadhegyi Győző nyugalmazott egyetemi adjunktus, és "Pro Universitate Soproniensi" kitüntetésben részesült Tóth Tibor Pál Munkácsy Mihály díjas belsőépítész. Molnár Sándor dékán külön köszöntötte az egyetem jubiláló professzorait: a 75 éves Kubinszky Mihályt, a 70 éves Fekete Györgyöt, a 65 éves Szabó Imrét, és a 60 éves Németh Józsefet, Szentpéteri Tibort és Winkler Andrást.

A 2002/2003-as tanévtől a Nyugat-Magyarországi Egyetemen is elkezdődött az európai normákhoz igazodó, kreditrendszerű oktatás bevezetése. A kreditrendszer bevezetése felmenő rendszerben történik, azaz a jelenlegi elsőéves hallgatók már kredit-jelleggel hallgatják a tárgyakat, míg a korábbi évfolyamok hallgatói még a hagyományos módon fejezhetik be tanulmányaikat.

A Faipari Mérnöki Kar idén tovább szélesítette oktatási tevékenységének körét. A nemrég megalakult Információtechnológia Tanszéken elindult a képzés a Gazdasági Informatika szakon, ahol 25 hallgató kezdhetette meg tanulmányait. Elkezdődött az okleveles könnyűipari mérnökképzés is, melyet a Kar a Budapesti Műszaki Főiskola Rejtő Sándor Könnyűipari Mérnöki Főiskolai Karával közösen végez. Erre a szakra 50 elsőéves hallgatót vettek fel. Ezzel a Kar szakjainak száma tizenkettőre bővült.

Tíz éve halt meg Dr. Cziráki József

Winkler András

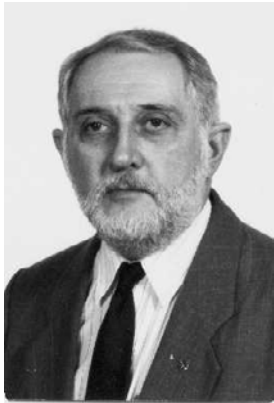


1992. augusztus 17-én, tíz évvel ezelőtt halt meg dr. Cziráki József intézetigazgató egyetemi tanár, az Erdészeti és Faipari Egyetem rektora (1972-1976), a Faipari Mérnök Kar dékánja (1969-1972). Váratlanul, hirtelen távozott. Ma, tíz év távlatában látjuk igazán, hogy akkor a magyar erdészeti, fa- és papíripari oktatás és kutatás egyik

legnagyszerűbb képviselőjét veszítettük el nagyon korán. Elévülhetetlenek az érdemei a faipari egyetemi képzés és a faipari kutatások területén. Mint egyetemi oktató, generációkat nevelt az iparnak, az oktatásnak és a kutatásnak. Oktató- és kutatómunkájában az öletgazdagság, az új iránti affinitás volt a meghatározó. Egykori tanítványai hálásan emlékeznek rá mint szerény, kedves emberre, egyetemi és kari vezetőre, a magyar faipar, a fakutatás nagy alakjára. A Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kara halála tizedik évfordulójának emlékére dr. Cziráki Józsefről nevezte el Faanyagtudományok és Technológiák doktori iskoláját.

Kitüntetést kapott:

Dr. Szabadhegyi Győző



2002. május 24-én a Pálinkás József akkori oktatási miniszter kiemelkedően eredményes oktató, nevelő és kutató munkájának elismeréséül a „Magyar Felsőoktatásért Emlékplakett” kitüntetést adományozta Dr. Szabadhegyi Győzőnek, a NyME Faipari Mérnöki Kar oktatójának.

Dr. Szabadhegyi Győző az 1962-ben végzett, első faipari mérnök évfolyam tagja. 1964 óta tanít az Erdészeti és Faipari Egyetem Falemezgyártástani Tanszékén. Oktatási és kutatási területe a furnér- és rétegeltlemezgyártás, melynek jelenleg is egyik legnevesebb hazai szakértője. Tevékenysége azonban nem korlátozódott csupán erre a területre; csaknem

minden tanszéken oktatott diszciplínában járatos. Oktató és kutatómunkáján kívül a hallgatóság körében fontos nevelőmunkát is végzett, amelyért a mai napig méltán népszerű a diákok és volt diákok körében. 1987 és 1994 között a Faipari Mérnöki Kar dékánhelyetteseként is hozzájárult az intézmény sikeres működéséhez.

Munkásságáról tanúskodik számos szakmai publikációja, tudományos előadásai, egyetemi jegyzetei, és az általa írt szakkönyv részletek. Az évek során számos sikeres diplomaterv és szakdolgozat született meg irányításával. Tagja az MTA Erdészeti Bizottság Faanyag-tudományi Albizottságának valamint a VEAB Erdészeti Bizottság Faipari Munkabizottságának. A Faipari Tudományos Egyesületnek 1960 óta tagja, tisztségviselője.

Dr. Szabadhegyi Győző 2002. szeptemberétől nyugdíjas, de a nemrég megalakult Faipari Kutató és Szolgáltató Központ munkatársaként továbbra is sokat tesz a Faipari Mérnöki Kar sikeres működése érdekében.

Faipari Kézikönyv II.

Szerkesztő: Molnárné dr. Posch Paula

Már a nyomdában van, és várhatóan hamarosan megjelenik a Faipari Kézikönyv második kötete. E kiadvány szerzői arra vállalkoztak, hogy összefoglalják a faiparral kapcsolatos terméktervezési, gyártási, minőségbiztosítási ismereteket. Ehhez hasonló munka 27 évvel ezelőtt, Lugosi Armand szerkesztésében készült utoljára, így egy ilyen publikáció megjelentetése már régóta esedékes volt. A kiadvány tartalmazza a faipari termékekkel, technológiákkal kapcsolatos alapvető ismereteket, de forgatói tájékozódhatnak az elmúlt évtizedekben bekövetkezett fejlődés, és a fontos technikai áttörések eredményeiről is. Akárcsak az első kötetben, az írók arra törekedtek, hogy hangsúlyozzák az erdő és a faanyag elválaszt-

hatatlan egységét. Munkájukat a magyar faipar speciális helyzetének figyelembe vételével készítették el, hogy segítsék a hazai minőségi termékgyártás kibontakozását.

A kiadvány sorra veszi a terméktervezés és -gyártás, a technológiai tervezés és a minőségbiztosítás kérdéseit. Ezen belül tárgyalja a bútorigipari, belső-építészeti, asztalosipari termékek, faházak és teherviselő szerkezetek, valamint egyéb faipari termékek és gyártásuk témaköreit. A közzé tett ismereteket szakszó gyűjtemény valamint tematikus szabványjegyzék teszi teljessé. A közel ötszáz oldal terjedelmű, igényes kivitelű munka az FVM erdészeti hivatalának támogatásával, várhatóan szeptemberben jelenik majd meg.

Ligno Novum – Wood Tech

Sopron, 2002. szeptember 11-14.

Idén ismét megrendezésre kerül a nagy sikerű Ligno Novum – Wood Tech vásár. A már több mint tíz éves múltra visszatekintő rendezvénysorozat programjaiból az alábbiakban a FATE és a Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kara által szervezett eseményeket emeltük ki:

Folyamatos kiállítások:

Megnevezés	Helyszín	Időpont
LIGNO NOVUM – WOOD TECH – Faipari szakkiállítások	Sportcentrum	Minden nap 10 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰
SZAKOKTATÁSI KIÁLLÍTÁS	Sportcentrum	Minden nap 10 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰
GYŐR-MOSON-SOPRON MEGYE BÚTOR- ÉS FAIPARA	Sportcentrum	Minden nap 10 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰

Egyéb programok:

Megnevezés	Helyszín	Időpont
A BÁZISISKOLÁK SZAKTANÁRAINAK TOVÁBBKÉPZŐ TANFOLYAMA	NyME A épület	Kedd - Szerda 9 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰
FAIPARI MARKETING KONFERENCIA	Pannónia Med Hotel	Szerda 11 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰
FATE BARÁTI TALÁLKOZÓ	Hotel Szieszta	Csütörtök 9 ⁰⁰ – 17 ³⁰
RÁKKELTŐ-E A FAPOR? – Szakmai konferencia	MTESZ székház	Szerda 20 ⁰⁰
FATE ÜNNEPI KÖZGYŰLÉS	MTESZ székház	Csütörtök 10 ⁰⁰
ÖREG FÁS DIÁKOK KÖZGYŰLÉSE	MTESZ székház	Csütörtök 15 ⁰⁰
ÖREG FÁS DIÁKOK SZAKESTÉLYE	NyME Ifjúsági Ház	Csütörtök 16 ⁰⁰
LÉGTECHNIKA ÉS KÖRNYEZETVÉDELME A FAIPARBAN. – Konferencia	MTESZ székház	Csütörtök 20 ⁰⁰
FAFELDOLGOZÁS MOBIL FŰRÉSZEKKEL – Kiadvány bemutató	Erdész sátor	Szombat 10 ⁰⁰ -11 ⁰⁰

Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány tevékenysége - 2. rész

Csehi István ✧

A Faipar előző számában megjelent cikkhez kapcsolódóan az alábbi táblázatban ismertetjük a Faipari Egyetemi Kutatásért alapítvány által eddig támogatott pályázatok listáját.

Sorszám	A Pályázat rövid ismertetése	Pályázó
1.	Felületkezelési kísérletek támogatása	Dr. Füveges József
2.	Keményfémlapkás faipari forgácsoló szerszámok kopásának analízise akusztikus jelek felhasználásával	Magos Endre
3.	Faipari forgácsoló szerszámok erőtani és hőtani igénybevétele, a szerszám élettartamára és a felületi finomságra való hatása	Mednyánszky László
4.	Faipari forgácsolás erőtani és felületi minőségi összefüggései	Salamon Zoltán
5.	Kültéri PUR-bevonatok vizsgálata	Jursics Magdolna
6.	Hazai furnérból készült teherviselő elem műszaki tervezéséhez szükséges tulajdonságok meghatározása	Bayer Béla
7.	CNC vezérlésű marógépes megmunkálás	NYME Faipari Géptani Tanszék
8.	Lágylombos fűrészáru felhasználási lehetőségei bútorigipari célokra	NYME Fűrészipari Tanszék
9.	Tanulmány készítése Nyugat-Magyarország fűrésziparáról	NYME Fűrészipari Tanszék
10.	Akusztikus emissziós vizsgálati módszer a fa mechanikai tulajdonságok megítélésében	NYME Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet
11.	Tetőszerkezet felújítás, figyelés, mérés, cseredarabok méretezése	NYME Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet
12.	Lakkszórási eljárások elemzése	NYME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet
13.	UV lakkos felületkezelés technológiai elemzése	NYME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet
14.	Álgesztes bükk faanyag vizsgálata	NYME Faanyagtudományi Intézet
15.	A faanyagok akusztikus vizsgálati módszerének továbbfejlesztéséhez szükséges eszközfejlesztés	NYME Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet
16.	Frekvencia analízátor alkalmazása faipari gépek vizsgálatánál	NYME Faipari Gépészeti Intézet
17.	Faanyagszárítási eljárások összehasonlító vizsgálata	
18.	Faipari termékfejlesztési, tervezői diplomamunkák támogatása számítógépes programokkal	NYME Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet
19.	Helyzetfelmérés Fejér megye fűrésziparáról	NYME Fa- és Papírtechnológiai Intézet
20.	Faszerkezeti csomópontok végeelem módszer és reflexiós optikai feszültségvizsgálat	NYME Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet
21.	CCD színes kamerához ZOOM optika beszerzés	NYME Faanyagtudományi Intézet
22.	Monitorbeszerzés	NYME Termékfejlesztési Tanszék
23.	Ülőbútorok tartóssági vizsgálata	NYME Termékfejlesztési Tanszék
24.	Eszközfejlesztés	NYME Alkalmazott Művészeti Intézet
25.	Optikai eszközfejlesztés	NYME Faipari Gépészeti Intézet
26.	Faipari üzemek logisztikájának, anyagmozgatásának tervezése	NYME Faipari Gépészeti Intézet
27.	Eszközfejlesztés	NYME Faanyagtudományi Intézet
28.	Eszközfejlesztés reflexiós optikai feszültség vizsgálatához	NYME Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet
29.	Hazai bükk, nyár és akác alapanyag magasértékű hasznosítása	NYME Lemezipari Tanszék
30.	Eszközfejlesztés, digitális kamera	NYME Lemezipari Tanszék
31.	Felületi érdesség hatása a lakkbevonatok kopásállóságára	NYME Technológiai Tanszék
32.	Felületi érdesség hatása a lakkbevonatok tapadására	NYME Technológiai Tanszék
33.	Faépületek és szerkezetek rekonstrukciós vizsgálata	NYME Építéstani Tanszék
34.	AXIS végeelemes statikai program vásárlás	NYME Építéstani Tanszék
35.	Faanyagvédelmi laboratóriumi berendezések vásárlása	NYME Faanyagtudományi Intézet

✧ Csehi István a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány kuratóriumának elnöke

Szoboravató ünnepség

Sopron, 2002. június 14.



A Faipari Mérnöki Kar fennállásának 40. évfordulójára rendezett ünnepélyes Kari Napok keretében két néhai professzor szobrának avatására került sor. A Kar dékánja, Dr. Molnár Sándor által tartott köszöntő után Dr. Boronkai László, az Anyagszállítási Tanszék vezetője **Dr. Dr. h. c. Szabó Dénes** szobrát avatta fel. Avató-

beszédében méltatta az iskolateremtő egyéniség szakmai munkásságát, valamint hangsúlyozta a Kar megalapításában játszott szerepét. Dr. Kubinszky Mihály, az Építéstan Tanszék nyugalmazott vezetője **Dr. Dr. h. c. Winkler Oszkár** szobrát leplezte le, miután beszélt a neves pro-

fesszor építészeti és oktatási tevékenységéről. Az avatás után a Kar dékánja és dékánhelyettesei mindkét szobrot megkoszorúzták. Szabó Dénes szobránál Dr. Boronkai László és Dr. Láng Miklós intézetigazgató egyetemi tanár, Winkler Oszkár szobránál pedig Dr. Winkler Gábor tanszékvezető egyetemi tanár is koszorút helyezett el.



A szobrokat Nagy Benedek és Kutas László készítették. A Nyugat-Magyarországi Egyetem D épülete előtti tisztáson elhelyezett szobrok a tervek szerint egy több szoborból álló együttes első alakjai.

Tudományos cikkek benyújtása a Faipar részére

Kiadványunkba örömmel várjuk tudományos igényű közleményeiket. Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy a Faipar célja eredeti alkotások közlése, ezért csak olyan cikkeket várunk, amelyeket más újságban még nem publikáltak. A folyóirat magas színvonala és a szerkesztői munka megkönnyítése érdekében kérjük az alábbiak betartását:

- A cikkeket egyszerű formátumban kérjük elkészíteni. (12pt Times New Roman betűk, dupla sorköz, elválasztások nélkül.) A stílusok használatát kérjük mellőzni. Az ilyen formában elkészített cikkek terjedelme max. 10 oldal lehet, az ennél hosszabb munkákat kérjük több, külön publikálható részre bontani.
- A cikkekhez angol nyelvű címet és egy rövid (max. 100 szavas) angol összefoglalót kérünk mellékelni.
- A szerzőknél kérjük feltüntetni a tudományos fokozatot, a munkahelyet és beosztást.
- Az irodalomjegyzéket az első szerző neve szerint, ABC-sorrendben kérjük. Kérjük, ügyeljenek a hivatkozások pontos megadására (újságcikkek esetén év, évfolyam, szám, oldalak; könyvek esetén év, a kiadó neve, székhelye, oldalak száma.) Kérjük, a cikken belül a szerző és az évszám megadásával hivatkozzanak ezekre.
- Az ábrákat és táblázatokat a benyújtott anyag végén, külön lapokon kérjük megadni. A táblázatokat és

ábrákat meg kell számozni, és címmel ellátni. A szövegben ezekre szám szerint kérünk hivatkozni (1. ábra, 2. táblázat, stb.)

- Az egyenleteket az MS Word egyenletszerkesztőjével kérjük elkészíteni (kivéve egészen egyszerű egyenletek esetében), és szögletes zárójelekkel beszámozni: [1]. Az állandóknál és változóknál dőlt betűformátum alkalmazását kérjük.

Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy a Faiparhoz beérkező cikkek lektorálásra kerülnek, ami után azokat, ha szükséges, javításra/átdolgozásra visszaküldjük a szerzőknek. A szerzők javaslatait a lektor személyére vonatkozóan örömmel vesszük.

A végleges, javított szöveget, elektronikus formában (e-mailen vagy floppy-n) kérjük. A kéziratokat a következő címre várjuk:

Bejő László

NyME Lemezipari Tanszék
Sopron
Bajcsy-Zsilinszky u. 4.
9400

E-mail: LBEJO@FMK.NYME.HU

Tel./fax: 99/518-386