

FAIPAR

A FAIPAR MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

LVI. évf. 2008.

Faipari szellemi műhelyek bemutatkozása

Tantervreform a Faipari Mérnöki Karon



Tartalom

Contents

1	FAIPARI SZELLEMI MŰHELYEK BEMUTATKOZÁSA	INTRODUCING OF THE WOOD SCIENCE RESEARCH LABORATORIES	1
2	TARTALOM	CONTENTS	2
3	VARGA M., CSANÁDY E., KOCSIS Z.: CNC marógép elszívófejeinek aerodinamikai vizsgálata az elszívási hatékonyság növelése céljából I.	M. VARGA, E. CSANÁDY, Z. KOCSIS: Development of suction heads for a CNC router in order to increase the efficiency of suction Part I.	3
9	FEHÉR S., ANTALFI E., BÖRCSÖK Z., MOLNÁR S.: A bükkábrányi ősfák anatómiai és sűrűségi vizsgálata	S. FEHÉR, E. ANTALFI, Z. BÖRCSÖK, S. MOLNÁR: Anatomical and density examination of ancient fossilised trees from Bükkábrány	9
15	NÉMETH SZ., CSANÁDY E.: Vákuumlefogás vizsgálata CNC megmunkáló központokon	SZ. NÉMETH, E. CSANÁDY: Vacuum clamping on a CNC processing centre	15
22	BAK M., NÉMETH R., TOLVAJ L. ÉS MOLNÁR S.: Ültetvényes természetből származó fafajok anyagának hőkezelése növényi olajban	M. BAK, R. NÉMETH, L. TOLVAJ, S MOLNÁR: The effect of thermal treatment using vegetable oils on selected properties of poplar and black locust wood	22
27	TATAI S.: Vizsgálatok a felületi érdesség témakörében – I. rész	S. TATAI: Examination of surface roughness – Part 1.	27
31	VARGA F.-NÉ, MOLNÁR S., KOMÁN SZ.: Sarangolt faanyagok fotoanalitikus számbavétele	F. VARGA, S. MOLNÁR, SZ. KOMÁN: Photo-analytic registration of stacked wood products	31
33	TOLVAJ L., MITSUI K.: A geszt és a szijács korai és késői pászttája fotodegradációjának vizsgálata	L. TOLVAJ, K. MITSUI: The photodegradation of earlywood and latewood in heartwood and in sapwood	33
39	TOLVAJ L., MOLNÁR S., NÉMETH R., NAGY I.: A gőzölt akác faanyag színének időjárás-állósága	L. TOLVAJ, S MOLNÁR, R. NÉMETH, I. NAGY: Weathering properties of the colour of steamed black locust	39
43	NÉMETH G.: Fafeldolgozási hulladékok kezelése, felhasználhatósága I.	G. NÉMETH: Handling and recycling of waste in the wood industry. Part 1.	43
48	NÉMETH G.: Fafeldolgozási hulladékok kezelése, felhasználhatósága II.	G. NÉMETH: Handling and recycling of waste in the wood industry. Part 2.	48
55	Tantervreform a Faipari Mérnöki Karon	Educational reform at the Faculty of Wood Sciences	55
56	Faipari mérnökhallgatók sikerei a tudományos diákköri munkában	Successful students at the science fair of the the Faculty of Wood Sciences	56
58	Folyóirat bemutató	Journal review	58
58	In memoriam Dr. Dalocsa Gábor	In memoriam Dr. Gábor Dalocsa	58
59	Bódogh István emlékülés	István Bódogh Memorial Meeting	59
60	A szerkesztő oldala	Editorial	60

FAIPAR

A Faipari Tudományos Egyesület
Lapja

Szerkesztőség:

Winkler András, főszerkesztő
Bejó László, szerkesztő

Szerkesztőbizottság:

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

Faipar - a faipar műszaki tudományos folyóirata. Megjelenik a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karának gondozásában. A folyóirat célja tudományos igényű, lektorált cikkek megjelenítése 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, Fa- és Papíripari Technológiák Intézete, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky út 4.) Tel./ Fax.: 99/518-386. A kiadvány elektronikusan elérhető a <http://faipar.fmk.nyme.hu> weboldalon.

Készült a soproni Hillebrand Nyomdában, 600 példányban.

HU ISSN: 0014-6897

A címlapon: Börcsök Zoltán „Ősfa a Bükkábrányi bányában” c. képe

Faipari szellemi műhelyek bemutatkozása

Molnár Sándor, Magoss Endre ✧

A Soproni Tudós Társaság a Veszprémi Akadémiai Bizottság keretében végzi munkáját. A társaság alapító elnöke Dr. Winkler András, az MTA doktora volt. Jelenlegi elnöke Dr. Verő József az MTA rendes tagja, ügyvezető elnöke Dr. Závoti József az MTA doktora.

A Társaság Faipari Bizottsága sikeres programsorozatot indított „Faipari szellemi műhelyek bemutatkozása” címmel. A program célja, hogy megismertesse a faipar kutatóit az egyes kutatóbázisok munkatársaival, eszközeivel, aktuális munkáival. Az értékes, jól hasznosítható eredmények elérése céljából elő kívánja segíteni az egyes kutatócsoportok együttműködését.

A Faipar különszámában a faipari szellemi műhelyek munkájába kívánunk betekintést adni, mindazok számára, akik érdeklődnek a legújabb hazai kutatási eredmények iránt.

Ezúton köszönetet szeretnénk mondani a Faipari Tudományos Egyesületnek és a Soproni Tudós Társaság elnökségének, hogy a Faiparnak ebben a számában bemutathatjuk a közösen elért eredményeket.

✧ **Dr. Molnár Sándor DSc.**, igazgató, NyME FMK Innovációs Központ
Dr. Magoss Endre PhD., a Soproni Tudós Társaság titkára

CNC marógép elszívófejeinek aerodinamikai vizsgálata az elszívási hatékonyság növelése céljából I.

Varga Mihály, Csanády Etele, Kocsis Zoltán *

A CNC gépek elszívófejeinek légáramlástani ismerete hasznos információt ad az elszívás hatékonyságának megismerésében. Erre kínál lehetőséget az elszívófejben kialakult légáramlatok meghatározása. Cikkünk első részében arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen áramlástani viszonyok alakulnak ki a szerszám nyugalmi helyzetében a körülötte lévő burkolósörtén belül. Fontos ez a vizsgálat, hiszen ahhoz, hogy egy forgó szerszámnál kialakult áramlatokat vizsgálni tudjunk, ismernünk kell a nyugalmi rendszerünk állapotát, amikor is csak az elszívás működik. A vizsgálatok során a CNC gép elszívóernyőjét (burkolósörténjét) munkapozícióba mozdítottuk, majd szárnyalapátos anemométer segítségével a burkolósörtén belül 8 különböző mérési magasságban (mérési síkban) összességében 90 pontban mértük meg az elszívási sebességek x , y és z komponensét. A komponenseket vektorok formájában grafikusán is ábrázoltuk, majd meghatároztuk az eredő vektorok nagyságát és irányát. Az eredővektorok iránya és nagysága jó közelítéssel megadta az adott pontban mért áramlástani viszonyokat. Vizsgálataink során egyrészt azt tapasztaltuk, hogy minél távolabb haladunk az elszívó ajkaktól, annál nagyobb lesz az eredővektoroknak a függőleges tengellyel bezárt szöge, vagyis egyre csökken az elszívás hatékonysága. Másrészt viszont megfigyeltük, hogy az elszívó ajkaktól távolodva növekszik a turbulencia hatása, amely csökkenti az elszívás hatásfokát. Eredményeink kiindulásként szolgálnak a forgó szerszámnál történő vizsgálatokhoz.

Kulcsszavak: Porelszívás, Áramlástani vizsgálat, Turbulens áramlás.

Development of suction heads for a CNC router in order to increase the efficiency of suction Part I.

Like in almost all other industries, computer sciences have developed enormously in wood industry recently. The development was a bit slow in this field because of its nature, mainly because of the high introducing costs of computer controlled manufacturing and its long payback period. Producers have to compete in quality and price as well because of the intensive competition. Buyers' needs and market requirements make an increasing pressure on producers to meet the requirements. One of the most important buyers' need is the aesthetical appearance of the products. The aesthetical appearance and the value of a wooden product are mainly determined by the quality and the processing of the surface. These needs explain primarily that using CNC processing centers is getting more and more necessary. It means new tasks for engineers. The most critical step during the working process of a CNC machine is the good suction of dust and splinters. Unfortunately a sufficient method for this meeting all needs has not been developed so far. Our aim is to minimize the wooden dust exposure at work places by increasing the efficiency of suction. It is especially important with dusts of beech and oak trees and other hard leafy species, which can be rated as carcinogenic materials.

Key words: Dust extraction, Flow examination, Turbulent flow

Bevezetés

Az elmúlt években a számítástechnika rohamosan fejlődött szinte az összes iparágban, így a faiparban is. Jellegéből adódóan itt a fejlődés kissé nehezkesebb volt, melynek okai főként a számítógépes gyártásirányítás magasabb bevezetési költségeiben és lassú megtérülésében keresendők. Az egyre fokozódó versenyhelyzet miatt a gyártóknak minőségben és árban is egyaránt versenyezniük kell. A vásárlói igények és a termékekkel szemben támasztott követelmények mindig nagyobb

kihívások elé állítja a gyártókat. Az egyik legmeghatározóbb vevői igény a termékek esztétikai megjelenése. A faipari termékek esztétikai megjelenését és értékét alapvetően meghatározza a felület kikészítése, illetve minősége (Varga et al. 2003). Az ilyen igények indokolják elsősorban, hogy a faipar számára egyre nagyobb szükség van a CNC megmunkáló központok alkalmazására, melyek újabb feladatok elé állították a mérnököket. A CNC gépcsaládok működtetésének legkritikusabb pontja a jó por- forgács elszívása. Sajnos a

* Prof. Dr. Varga Mihály, egyetemi tanár, NyME Gépészeti Intézet
Dr. Csanády Etele egyetemi docens, NyME Gépészeti Intézet
Kocsis Zoltán egyetemi tanársegéd, NyME Gépészeti Intézet

géptervezők erre még nem találtak minden igényt kielégítő megoldást. Célunk, hogy az elszívás hatékonyságának növelésével minél kisebb legyen a munkahelyi fapor expozíció. Különösen fontos ez a bükk- és a tölgyfa, valamint egyéb keménylombos fafajok porainál, melyek epidemiológiai ismeretek alapján a rákkeltő anyagok közé sorolhatók (Sircz 1989).

A CNC megmunkáló központok ma már nagy gyártási rugalmassággal rendelkeznek, a hatékony por-forgácselszívás tekintetében azonban még nincs kiforrott megoldás. Ennek okai az alábbiak:

A faipari megmunkáló központok konstrukciójukat teljes egészében a fémipar területéről örökölték, ahol nem lehet szó a forgács légttechnikai elszívásáról az anyag súlya miatt, jóllehet a forgács mennyisége is lényegesen kevesebb.

A faipar különféle méretű szerszámokkal dolgozik, nagy fordulatszámokon és így nagy kerületi sebességgel. A keletkezett por-forgács sugárirányban (a szerszám kerületét érintőlegesen elhagyva) távozik, valamint a centrifugális erő miatt egy kényszerröppályára kerül. Az elszívás hatására kialakult áramlatok függőlegesen felfelé irányulnak, ami annyit jelent, hogy a por-forgácsot 90° -os irányváltásra kell kényszeríteni. Ez az impulzus törvény értelmében a nagyobb szemcseméretnél egyre nehezebb (minél nagyobb a szemcseméret, annál nagyobb elragadási sebesség kell ahhoz, hogy röppályájából kitérítve függőleges irányban távozzon az elszívófejben).

A forgácsolt anyag morfológiája összetett és változatos, fenyőtől a lágylomboson keresztül a kemény lombostól egészen a forgácslapokig. A forgács is ennek megfelelően változik (Boronkai 2003).

A CNC gépek szabadságfokainak száma és a vele összefüggő sokrétű, bonyolult szerszámmozgások jelentősen megnehezítik a megfelelő elszívófej geometriai kialakítását. Az ilyen gépek számára átmeneti megoldásnak tekinthető a megmunkáló fejek nagyméretű elszívóburkolatának kialakítása, ami nagy mennyiségű levegőt igényel, ezért az

üzemeltetés költséges (Boronkai 2002). A por és forgács részecskék elszívásához jóval nagyobb elragadási sebesség szükséges, mint a szállításhoz. Sokkal kedvezőbb lenne külön elszívást alkalmazni a szerszám közelében, hogy kisebb energiaigénnyel és nagy elragadási sebességgel lehessen a forgácsot jó hatásfokkal elszívni. Erre azonban ipari körülmények között nincs lehetőség. Az elszívófejnek a szerszámmal együtt kell mozognia, tehát a forgács keletkezés helyén mindig jelen kell lennie. Így olyan berendezésről lehet csak szó, amely minden helyzetben jó elszívási hatásfokkal dolgozik. Ennek kialakítása függ a kiinduló elszívási légáram aszimmetriájától, a megmunkálási folyamattól, amely többnyire egy irányított forgácsáramot produkál. A leváló por-forgács pályája nem definiált (Szabó 1977). Az el nem szívott részecskék a szállító berendezésen, a munkadarabon, a gépen és a levegőben maradnak, amelyek már csak nagy légsebességgel vagy mechanikusan, kefékkel távolíthatók el.

A vizsgálat célja

A faiparban alkalmazott technológiák során különböző szennyezőanyagok kerülnek a környezetbe. A munkahelyeknél figyelembe kell venni a megengedett munkahelyi porexpozíciók határértékeit, valamint a leválasztott por-forgács esetleges egészségkárosító hatását (Varga et al. 2003). Ahhoz, hogy a CNC megmunkáló-központokon megfelelő hatékonysággal működtethető elszívást tudjunk biztosítani, mindene-előtt szükséges elvégeznünk az elszívófej környezetének és belterének aerodinamikai vizsgálatát. A vizsgálat során meg kell határozni az elszívó ernyőn belül az elszívott levegő sebesség vektorainak az irányát és nagyságát a szerszám befogó tengely és az elszívófej környezetében. A sebességvektorok az elszívófej egy adott pontjában mért sebességértékek vetületei az adott koordináta-rendszerben. Vizsgálatainkat Descartes-féle koordináta-rendszerben végeztük, ennek alapján beszélhetünk x , y és z sebesség-összetevőkről.

A vizsgálandó CNC elszívófejének bemutatása

A megmunkáló központ egy olasz gyártmányú Uniteam Professional 5D szabadságfokú CNC gép, ami egy helyi elszívó rendszerhez van kötve. Az 1. ábrán látható, hogy a négy elszívó csonkból csak 3 működik, mert alaphelyzetben a motor a negyedik elszívó csonk alatt van. Az elszívófej burkolósörtével van körülvéve.

A mérés ismertetése

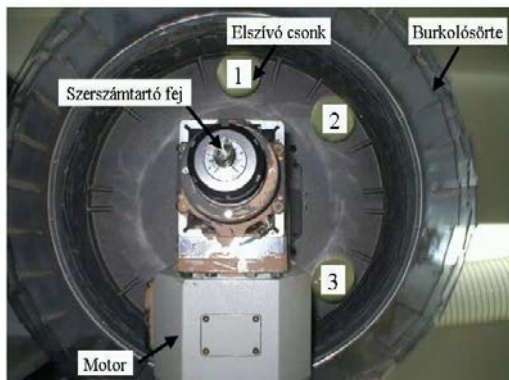
A vizsgálat során a szerszámtartó fejet munkapozícióba mozdítottuk. A mérés alatt a megmunkáló fej nyugalmi helyzetben volt. Az első síkban, vagyis az elszívófej közvetlen közelében csak z irányú sebességeket mértünk, mert ott (jó közelítéssel) csak függőleges irányú (z irányú) áramlás alakul ki, vagyis nem kell számolnunk a turbulencia zavaró hatásával. Turbulens áramlásnál ugyanis a sebességvektor az átlagérték körül nagyság és irány szerint véletlenszerűen ingadozik (Lajos 2004). Ez az ingadozás jelentős hatással van az elszívás hatékonyságára. A többi mérési síknál (II.-VIII.) már erősen jelentkezett a turbulencia, ezért itt mértük az x és y irányú sebességösszetevőket is.

A méréshez használt eszközök bemutatása

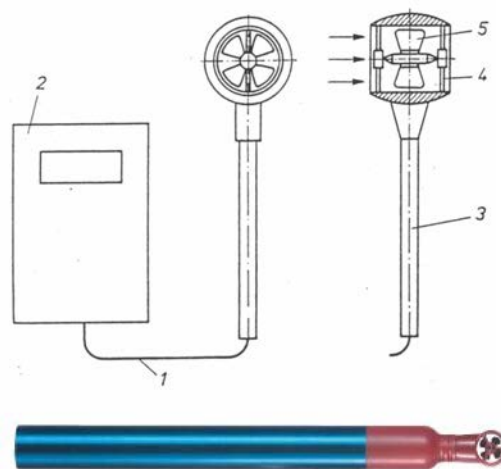
A mérési pontokban szárnylapátos anemométer segítségével mértük meg a sebesség értékek x, y és z komponensét, amelyekből kiszámoltuk az eredősebességeket. A sebesség komponenseket úgy mértük meg, hogy az adott mérési pontban a koordináta-rendszer tengelyeivel párhuzamosan beforgattuk az anemométert, melyről közvetlenül leolvashattuk a sebességek abszolút értékét. A mérési pontok helyeinek pontos meghatározása és azok reprodukálhatósága érdekében mérőállványt használtunk.

A mérési pontok felvétele

Az elszívófej környezetében a pontos sebességeloszlás érdekében a hengert alkotó burkolósörtén (szoknyán) belül nyolc síkban, összesen 90 pontban mértünk azért, hogy a sörtén belüli tér légsebesség eloszlásáról elég pontos képet kaphassunk (Tóth 2007). A mérési síkok vízszintes helyzetűek és egymás alatt párhuzamosan helyezkednek el (3. ábra). A

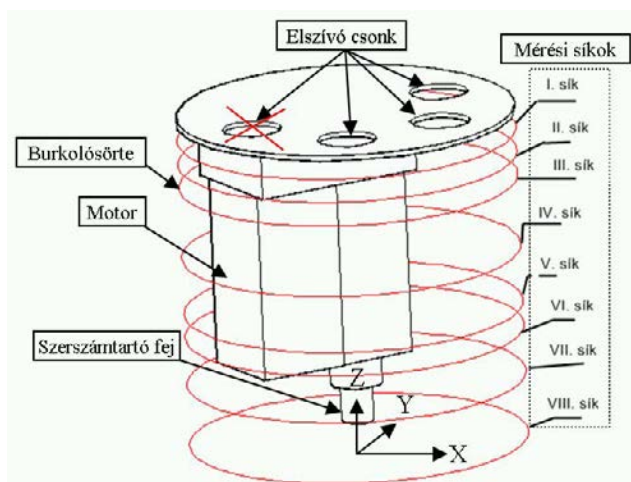


1. ábra – A megmunkáló központ elszívó feje oldal- és alulnézetben

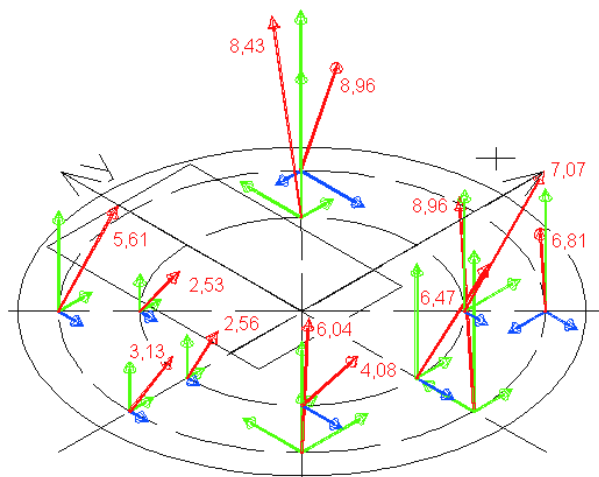


2. ábra – Szárnylapátos anemométer
1) összekötő kábel; 2) kijelző műszer és áramforrás;
3) fogantyú; 4) függesztőborda; 5) járókerék

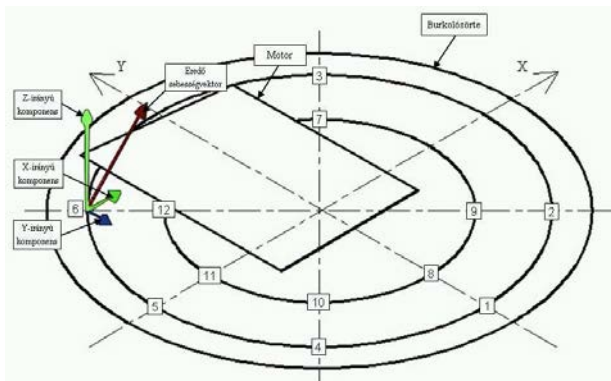
mérési pontok pontos meghatározása céljából felvettünk egy koordináta-rendszert (Descartes-féle koordináta-rendszert), melynek x tengelye a CNC munkaasztalának hosszabbik, az y tengelye pedig a rövidebbik oldalával párhuzamos. A z irányt, pedig a főorsó tengelyvonalában vettük fel, mely egybeesik a burkolósörte középvonalával (3. és 4. ábra).



3. ábra. A mérési síkok elhelyezkedése



5. ábra. II. sík eredő sebességvektorainak nagysága



4. ábra. A mérési pontok elhelyezkedése az egyes síkokban

1. táblázat – Az I. sík mérési eredményeinek összefoglaló táblázata

Mérési síkok	Mérési pontok	Z-irányú sebességek (m/s)
I. mérési sík	1	32,6
	2	29,72
	3	29,82
	4	2,6
	5	3,29
	6	2,7

Mérési eredmények

I. sík: közvetlenül az elszívó csomkok alatt

Az első sík pontjaiban (mivel ott jó közelítéssel csak függőleges irányú áramlás van) csak a z-irányú sebességvektorokat mértük (1. táblázat).

II-VIII. síkok

Mivel a második mérési síktól kezdve már erősen jelentkezett a turbulencia zavaró hatása, ezért itt mértük az x és y irányú sebesség összetevőket is. Szemléltetésképpen nézzük meg a kapott eredmények grafikus megjelenítését.

A III.-VIII. sík mérési pontjai teljesen megegyeznek a II. síkéval, a különbség csupán a sebességvektorok nagyságában és irányában van. A 2. táblázat foglalja össze a kapott mérési értékeket.

A mérési eredmények értékelése, következtetések

Az elszívás a vizsgált CNC gépnél felülről, azaz z irányból történik. A z értéke az esetek többségében többszöröse az x-nek és y-nak (2. táblázat). Az eredő sebesség legnagyobb komponense tehát a z-irányú komponens. A szemcsék elragadása az eredő sebességek által létrejövő szívó hatás következtében történik. Az elragadás után a szemcséket függőleges irányba kell továbbszállítani. A továbbszállításban a másik két komponens (x és y) jelenléte zavaróan hat a hatékony elszívásra.

Az x és y irányú értékek megjelenését, illetve véletlenszerű ingadozását a turbulencia okozza, melynek okai a következők lehetnek:

A mérés környezetében eltérő keresztmetszetek találhatók, nem alakulnak ki párhuzamos áramlási vonalak (nem alakul ki lamináris áramlás).

2. táblázat – A mérési eredményeket összefoglaló táblázat

	Mérési pontok	x-irányú sebességek (m/s)	Mérési síkok sebességek (m/s)	z-irányú sebességek (m/s)	Eredő sebességek (m/s)	Függ. (z) iránytól mért elhajlás (°)
II. mérési sík	1	-1,5	-3,68	8,03	8,96	37,34
	2	-2,17	-1,86	6,18	6,81	38,28
	3	2,22	3,07	8,12	8,96	34,43
	4	3,84	3,46	3,12	6,04	43,15
	5	1,42	-1,09	2,57	3,13	39,87
	6	1,98	-1,45	5,05	5,61	41,13
	7	1,88	3,57	7,4	8,43	32,33
	8	3,26	-1,38	6,12	7,07	37,43
	9	2,03	-2,15	5,75	6,47	44,65
	10	0,89	-2,36	3,21	4,08	35,97
	11	1,03	-0,74	2,22	2,56	35,77
	12	1,27	-1,04	1,92	2,53	41,11
III. mérési sík	1	-1,13	-2,82	4,64	5,55	39,53
	2	-0,62	-1,18	4,55	4,74	40,47
	3	3,26	1,35	5,5	6,53	36,62
	4	2,18	-3,23	2,3	4,52	45,34
	5	1,16	-0,73	2,75	3,07	42,06
	6	0,62	-1,18	4,18	4,39	43,32
	7	1,32	1,02	3,42	3,81	34,52
	8	2,38	-1,88	5,54	6,32	39,62
	9	2,57	-1,82	5,62	6,44	46,84
	10	0,76	-1,73	4,57	4,95	38,16
	11	1,2	-1,18	3,89	4,24	37,96
	12	0,62	-0,84	4,3	4,42	39,53
IV. mérési sík	1	1,93	-1,21	0,92	2,46	41,1
	2	-1,27	1,81	2,08	3,04	42,04
	3	2,63	1,38	4,22	5,16	38,19
	4	2,16	-2,04	3,98	4,97	46,91
	5	0,95	-0,73	4,07	4,24	43,63
	6	0,93	-2,05	4,71	5,22	44,89
	7	1,06	0,65	0,75	1,45	36,09
	8	1,1	-0,98	5,95	6,13	41,19
	9	1,52	-1,69	5,47	5,92	48,41
	10	2,2	-2,86	5,23	6,35	39,73
	11	1,2	-0,82	4,62	4,84	39,53
	12	0,84	-1,12	4,69	4,89	41,1
V. mérési sík	1	-1,71	-3,62	5,53	6,83	43,37
	2	-4,6	-2,07	5,39	7,38	44,31
	3	1,1	4,11	5,19	6,71	40,46
	4	3,16	0,92	5,24	6,19	49,18
	5	2,81	-1,64	4,55	5,59	45,9
	6	1,56	-0,96	3,93	4,34	47,16
	7	2,35	4,62	6,07	7,98	38,36
	8	1,7	-1,35	4,87	5,33	43,46
	9	1,76	-0,78	5,21	5,55	50,68
	10	1,51	-1,76	4,04	4,66	42
	11	0,65	-0,83	4,18	4,31	41,8
	12	1,55	-2,36	4,42	5,24	43,37
VI. mérési sík	1	-2,08	-1,14	3,76	4,45	45,24
	2	-3,32	2,68	1,13	4,41	46,18
	3	1,83	1,07	3,24	3,87	42,33
	4	0,82	-1,46	1,16	2,04	51,05
	5	1,55	-2,74	1,02	3,31	47,77
	6	1,61	-1,12	0,62	2,06	49,03
	7	1,92	2,3	6,87	7,49	40,23
	8	1,62	-1,55	5,84	6,26	45,33
	9	1,47	-1,79	5,31	5,79	52,55
	10	1,73	-1,86	5,58	6,13	43,87
	11	0,84	-1,46	5,28	5,54	43,67
	12	1,42	-0,77	4,21	4,51	45,24
VII. mérési sík	1	-1,15	-4,46	4,69	6,57	47,58
	2	-3,38	-0,78	5,19	6,24	48,52
	3	2,66	3,37	6,22	7,56	44,67
	4	2,86	2,1	5,29	6,37	53,39
	5	3,13	-1,63	1,18	3,72	50,11
	6	1,05	-1,08	0,7	1,66	51,37
	7	1,19	2,57	5,82	6,47	42,57
	8	1,42	-0,76	4,17	4,47	47,67
	9	1,94	-0,98	3,92	4,48	54,89
	10	0,81	-1,07	4,24	4,45	46,21
	11	1,04	-0,66	3,89	4,08	46,01
	12	1,09	-1,78	4,72	5,16	47,58
VIII. mérési sík	1	-6,16	-3,66	5,93	9,3	50,93
	2	-0,77	-3,7	6,65	7,65	51,87
	3	3,62	11,82	8,48	14,99	48,02
	4	3,62	0,85	6,15	7,19	56,74
	5	3,37	-4,21	2,27	5,85	53,46
	6	2,03	-8,22	5,88	10,31	54,72
	7	6,51	6,66	8,3	12,46	45,92
	8	6,89	-10,31	4,62	13,23	51,02
	9	4,44	-3,92	7,07	9,22	58,24
	10	4,57	-6,26	1,63	7,92	49,56
	11	8,1	-6,28	6,31	12,04	49,36
	12	1,5	-8,63	1,9	8,96	50,93

A mérési pontok fölött zavaró alkatrészek is lehetnek, mint pl. a motort tartó merevítők, vagy egyéb kiegészítők az orsón.

A nagyszámú mérési adat közül számunkra elsősorban az eredő sebességek a fontosak. Az eredő nagyságából érzékelhető az elszívás hatékonysága.

Összességében megállapítható, hogy minél távolabb haladunk az elszívó ajkaktól, annál nagyobb lesz az eredővektoroknak a függőleges tengellyel bezárt szöge, vagyis egyre csökken az elszívás hatékonysága. Másrészt viszont azt tapasztaltuk, hogy az elszívó ajkaktól távolodva növekszik a turbulencia hatása, (vagyis az x , y sebességvektorok átlagérték körüli véletlenszerű nagyság és irány szerinti ingadozása) és ezzel csökken az elszívás hatásfoka.

Általános következtetések

Az elszívófejek légtechnikai vizsgálatának megkezdésekor először célszerű megmérni az elszívó csőszakaszban a légsebességet, amelyre az elszívófej rácsatlakozik, ugyanis nem mindegy, hogy mennyi levegőt szívunk el a szerszám környezetéből és milyen sebességgel. A magasabb szabadságfokkal rendelkező gépeken épp a szerszám bonyolultabb mozgási lehetősége miatt nagyobb elszívófej légteret kell kialakítani. A nagyobb légtérben a légmozgás jóval bonyolultabb, mint az alacsonyabb szabadságfokkal rendelkező megmunkáló egységeknél alkalmazott elszívófejekben (Molnár

2000). Több helyen kialakulhat olyan térrész, ahol nincs légmozgás. A nagyobb légtér miatt több elszívó ajkat (csonkot) kell alkalmazni, amelyek bonyolultabbá teszik a mérést, illetve az adatok kiértékelését. A vizsgálatokat célszerű az elszívófejben több síkban, síkonként valamilyen rendszer alapján felvett pontokban elvégezni. Meg kell határozni egy koordinátarendszert, amelyben meg tudjuk adni a mérési pontok pontos helyzetét, illetve a mérni kívánt sebesség összetevők pozitív, vagy negatív irányát.

Irodalomjegyzék

1. Boronkai L. (szerk.) 2003. *Faipari Kézikönyv III.* Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron, 2003
2. Boronkai L. 2002. *Faipari légtechnika.* Sopron.
3. Lajos T. 2004. *Az áramlástan alapjai.* Műegyetemi Kiadó, Budapest.
4. Sircz J. 1989. *Porleválasztó berendezések szerelése, üzemeltetése és karbantartása.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
5. Szabó D. 1977. *Légtechnika a faiparban.* Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
6. Tóth L. 2007. *Uniteam Professional 5 szabadságfokú megmunkáló központ elszívórendszerének légtechnikai vizsgálata.* Diplomamunka, Sopron.
7. Varga, M., E. Csanády, G. Németh, Sz. Németh 2003. *Technological and Technical Correlation or Reduction of Dust Exposition of Wood Working Machinery at the Workplaces.* (Poster). 16th International Wood Machining Seminar Matsue, Japan. August 24–30, 2003.
8. Molnár Z. 2000. *Légtechnikai segédlet.* Műegyetemi kiadó, Budapest.

A bükkábrányi ősfák anatómiai és sűrűségi vizsgálata

Fehér Sándor, Antalfi Eszter, Börcsök Zoltán, Molnár Sándor *

A Bükkábrányban 8 millió éven át a föld alá temetett mocsárerdő felszínre kerülésével páratlan jelentőségű fosszilis növénymaradványok vizsgálatára kerülhetett sor. Célunk volt, hogy a mocsárerdőt alkotó törzsek átfogó anatómiai, fafizikai vizsgálatát megvalósítsuk, amely kiterjed a beazonosított fafajok mikroszkópos és makroszkópos jellemzőinek meghatározására.

Dolgozatunkban három törzs faját határoztuk meg, az 5-ös, 10-es és a 11-es kóddal ellátott törzsekét. Az eredmények egyértelműen bizonyítják, hogy a mocsárerdőt egy több fajból álló állomány alkotta. A vizsgálatok kezdetén már látható volt, hogy mindegyik törzs a *Taxodiaceae* család tagja, erre utalt a törzsek morfológiája, alakja, ill. a kéreg jellemzői, annak barázdáltsága, vastagsága, valamint szerkezete. A fény- és elektronmikroszkópos elemzések során feltártuk a fatörzsek anatómiai szerkezetét. A xylotómiai vizsgálatokból világosan kiderült, hogy a három törzsből kettőnek (5-ös és 11-es) a faja mocsárciprus (*Taxodium distichum*), míg a 10-es törzs faja tengerparti mamutfenyő (*Sequoia sempervirens*), esetleg ezek valamilyen nagyon közeli rokona, melyek szövettani alapon nem különíthetők el. A késő miocén kor éghajlati, klimatikus, valamint termőhelyi jellemzői lehetővé tették a mocsárciprus és a tengerparti mamutfenyő természetes előfordulását a Kárpát-medencében.

Kulcsszavak: faanatómia, Taxodiaceae, Bükkábrány, miocén, Taxodium, Sequoia

Anatomical and density examination of the ancient fossilised trees from Bükkábrány

A unique fossil plant remains can be examined, when they were outcropped in the summer of 2007, near Bükkábrány. The remains were buried for 8 million years; the trunks of the marshland forest were standing on their aboriginal locality. The aim was to determine the species by complex examination, which are occurred in the ancestral forest, and verify or deny the former statements. We studied three samples yet (No. 5, 10 and 11). The determination of the species mostly by light microscopic sections were done, which was complemented by electron microscopic and density researches. At the beginning of the researches, it was plain, that all trunks are belonging to the family Taxodiaceae, but the researches clarified, that they are not belonging to only one species. The microscopic examinations aimed the attention to two species, and on the grounds of the wood anatomical researches, the two of samples (No. 5 and 11) is bald cypress (*Taxodium distichum*), and one (No. 10) is coast redwood (*Sequoia sempervirens*), or other near relative dead out species from these genera.

Key words: woodanatomy, Taxodiaceae, Bükkábrány, Miocene, Taxodium, Sequoia

Bevezetés

Világviszonylatban is egyedülálló, 8 millió éven át, a föld alá temetett, 16 fából álló fosszilis erdőrézlet maradvány került elő 2007 nyarán Bükkábrányban (1. ábra). A lelet-együttesre 60 méteres mélységében találtak rá, Magyarország második legnagyobb, a Mátra Erőmű Zrt. tulajdonában levő külszíni bányában, ahol két kilométer hosszan feltárt területen, hatalmas kotrógépekkel folyik a 8-12 millió éves, 12-16 méter vastag rétegben található lignit kitermelése. Az erdőrézlet minden faegyede az eredeti helyén állt, s az egykor 40 méter magasságot is elérő fák, 6 méter törzhosszban láttak napvilágot. Veres János vezetésével a miskolci Herman Ottó Múzeum régészcsoportja fogott akkor a mentési munkálatokhoz.



1. ábra Ősfa a bükkábrányi bányában egy bányagép előterében

* **Dr. Fehér Sándor**, egyetemi docens, NyME Faanyagtudományi Intézet, **Antalfi Eszter**, egyetemi hallgató, NyME Faipari Mérnöki Kar, **Börcsök Zoltán**, tudományos munkatárs, NyME Faanyagtudományi Intézet, **Prof. Dr. Molnár Sándor**, egyetemi tanár, NyME Faanyagtudományi Intézet

Az évszázadok során már nagyon sokszor kerültek elő különböző uszadék fák, vagy kéregdarabok, de többnyire nem eredeti környezetükben, vagy élőhelyükön, hanem bizonytalan földrajzi körülmények között.

Európában is számtalan lelőhelyen találtak fosszilis maradványokat (Pinna et al. 2000), többek között Magyarország területén is, a legismertebb talán az Ipolytarnócon talált lelet. Ezek a paleobotanikai maradványok különböző mértékben elkövesedtek.

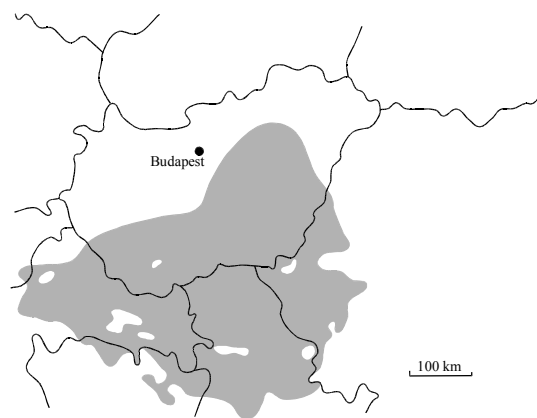
A nedves konzerváló anyagból kikerült fák fokozatosan elkezdtek kiszáradni. Ennek következtében szétrepedeztek, a külső részek lepattogzottak, és gyakorlatilag fokozatosan, lassan szétporladtak, mivel a fák már elvesztették cellulóztartalmuk egy részét (Hofmann 2007), amely a sejtfalak állékonyságáért felelős, és több mintánál jóformán csak a plasztikus lignin maradt meg. Ezek a korai vizsgálatok a fajra vonatkozóan is kiterjedtek. A feltárást követően a törzsek habitusa, valamint a kéreg jellegzetességei alapján, minden alapos vizsgálat nélkül mocsárciprusként (*Taxodium distichum*) azonosították a törzseket. A NymE FMK Faanyagtudományi Intézetének első vizsgálata során egy álló fát és egy uszadékfát vizsgáltunk meg a fametszetek alapján, ami alapján az előbbit mocsárciprusként (*Taxodium distichum*) lett, míg az utóbbit tengerparti mamutfenyőként (*Sequoia sempervirens*) azonosítottuk (Molnár et al. 2007, 2008). Hably (2008) kutatásai szerint is sok faj lehet a bükkábrányi fák között.

2007 nyarán hat fa megsemmisült, s csak tízet sikerült épségben a felszínre hozni. Négy fatörzset a miskolci Herman Ottó Múzeumba, valamint hat megmaradt fatörzset a Bükki Nemzeti Parkba, az ipolytarnóci őslábnymos bemutatóhelyre szállítottak.

Jelen kutatómunka célja egy átfogó vizsgálat keretein belül feltárni a bükkábrányi fosszilis maradványok, törzsek fafaját xylotómiai vizsgálatok alapján.

Előzmények

Az egykori erdő végighúzódott a Mátraalján, ami akkor a Pannon-tenger északi partsávján élő mocsaras erdősáv volt. Ez magába



2. ábra – A Pannon-tenger 8 millió évvel ezelőtt (Magyar et al. 1999)

foglalta az ország keleti felét, ami mai viszonylatban tökéletes egybeesést mutat a Gyöngyöstől Polgárig nyúló lignitmezővel. Az északról érkező folyók feltöltő munkája révén a Pannon-tó partvidéke a felső miocénben a mai Északi-Középhegység lábánál húzódott (**2. ábra**), és a mai Bükkábrány térsége is partvidéki terület volt (Magyar et al. 1999, Kázmér, 2007).

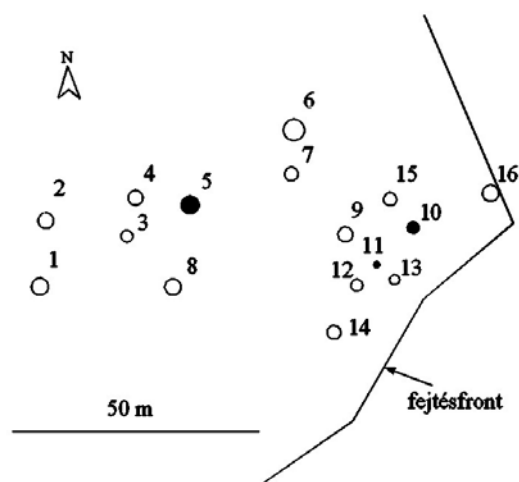
Az erdőrészt pusztulását 8 millió év körül határozhatjuk meg (Veres 2007). A törzseket egy hirtelen felhalmozódott homokréteg ölelte körül, ami közel 6 méter vastagságban helyezkedett el. Ez a réteg megakadályozta, hogy a fák kidőljenek, vagy lignitté váljanak, valamint 8 millió évre konzerválta azokat, szerkezetükben csak minimális változást okozva. Általános esetben a talajba kerüléssel megkezdődik a kövesedés folyamata, de itt nem ez történt. Az már bizonyos, hogy nem fokozatos feltöltődésről volt szó, hanem hirtelen végbement, drasztikus változás következett be. A 6 méter vastagságú nedves homok vagy iszapréteg, beborította az erdősáv talajszint közeli zónáját, így azt légmentesen lezárta. Mivel levegő nem érte a leleteket, valamint folyamatosan jelen volt a nedves közeg, ami a konzerváló hatása mellett minimálisra csökkentette a megkövesedés folyamatát, ezért a fák épségben maradtak. A hirtelen bekövetkezett katasztrófa által kialakult erdősáv eltemetődésének hátterében egy föld- vagy iszapcsuszamlást feltételezhetünk (Jáger 2007).

Vizsgálati anyag és módszer

A bükkábrányi bányában feltárt ősmaradvány lelet 16 törzsből és több (helyhez nem kötött) ún. uszadékfából áll. A vizsgálatok jelen szakaszában további törzsek fafajának meghatározására összpontosítottunk. Három törzsből (az 5., a 10-es és a 11-es törzsből) vettünk mintákat a vizsgálatokhoz (**3. ábra**).

A fajaj azonosításhoz szükséges elővizsgálatokat egy Nikon SMZ-2T típusú sztereo-mikroszkóppal végeztük, majd a mintanyagból a fénymikroszkópos vizsgálatokhoz különböző metszési síkú metszeteket készítettünk, vizsgáltuk az egyes sejttípusokat és azok mennyiségét, valamint az egyes sejtek jellemzőit. A fajaj pontos meghatározásához, a sejtek vizsgálatához egy Zeiss fénymikroszkópot és egy Hitachi S-3400N típusú elektron mikroszkópot használtunk.

A fizikai tulajdonságok közül az egyik legfontosabb jellemző a sűrűség. A bükkábrányi leletek sejtfalának kémiai felépítése módosult, megváltozott, valamint az évgyűrűk korai pásztaí összeroncsolódtak, ill. összenyomódtak a földnyomás hatására. Ennek következtében a sűrűség vizsgálat ilyen formában nem ad megbízható adatot, csak tájékoztatást nyújthat arányaival a fajaj meghatározásában, a kapott eredmények csak a minták különbözőségének, vagy azonosságának eldöntéséhez nyújthat segítséget. A fosszilis faanyag maradványok fizikai tulajdonságainak meghatározása az



3. ábra – A vizsgált törzsek helyzete a feltárt mocsárerdő maradványban, kiemelve a vizsgált egyedeket (Kázmér 2007 alapján)

esetek többségében nem egyszerű feladat, mivel a vizsgálathoz szükséges minták a degradáció következtében nem alaktartók.

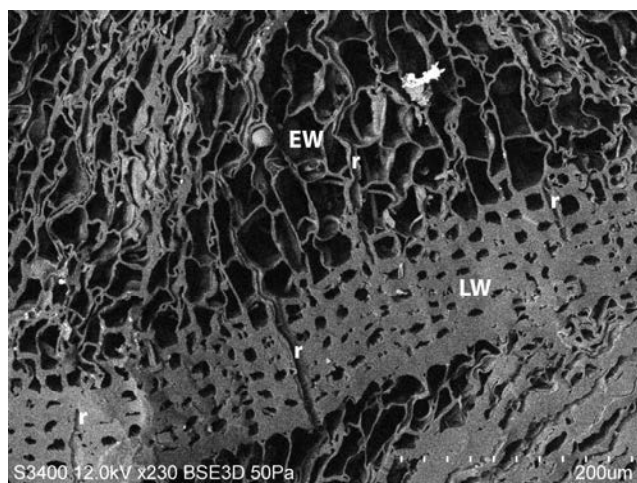
A térfogatméréshez szabályos geometriájú minták készítésére nem volt lehetőség, ezért Breuil-féle higanyos térfogatmérőt alkalmaztunk a pontos térfogat megállapításához. A faanyagvizsgálatokra jellemző 12%-os egyensúlyi fanedvesség beállítását végeztük el, amely egyben lehetővé teszi az eredmények szakirodalmi adatokkal való összehasonlítását is. A sűrűség vizsgálatát két mintán (a 10-es és a 11-es törzsek faanyagán) végeztük el.

Eredmények és megvitatásuk

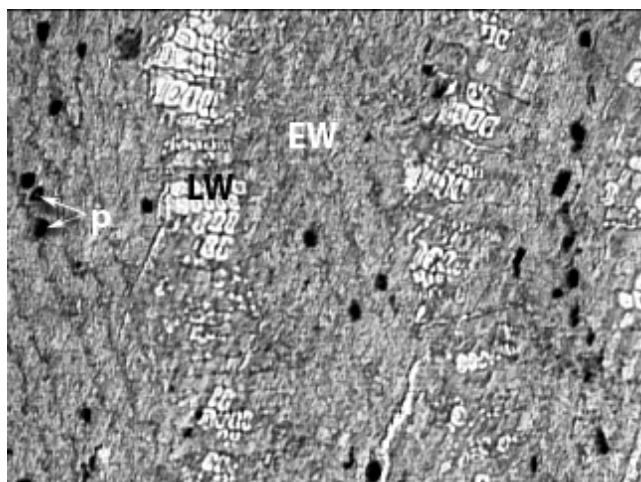
Anatómiai vizsgálatok

Az 5-ös minta keresztmetszetén szabályos sejtszerkezet látható, amelyet túlnyomó részt a hossztracheidák szinte teljesen rendezett elhelyezkedése ad. A kései pászta viszonylag keskeny, még annak ellenére is, hogy a korai pászta sejtei szinte teljesen összenyomódtak. A pásztahatár viszonylag élesnek mondható (4. ábra).

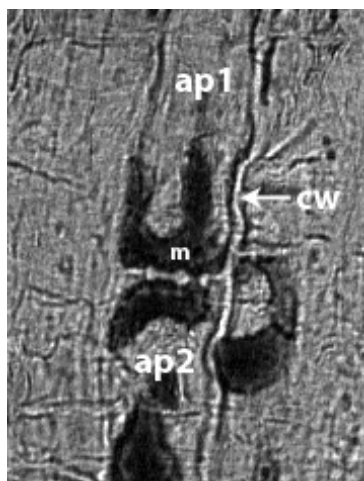
A hosszparenchimák száma viszonylag nagy, többnyire szórtan, ill. húrirányú 1-2 sor széles sávokat alkotva helyezkednek el (5. ábra), elsősorban a korai pásztaiban. A **sugármetszet**en a hossztracheidák falán csak udvarosgödörkés sejtfalvastagodás figyelhető meg, a spirális sejtfalvastagodás hiányzik.



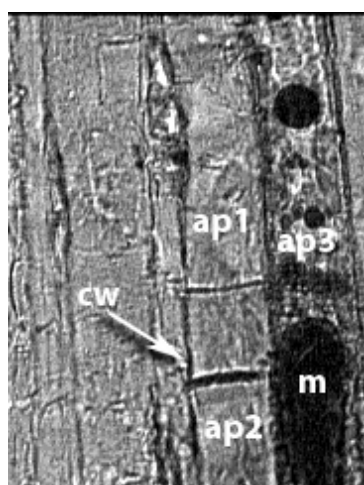
4. ábra – Az 5. minta keresztmetszetének SEM felvétele. Jól láthatók a korai pászta (EW) összenyomott tracheidái, a késői pászta (LW) vastagfalú tracheidái és néhány bélsugar. SEM, 230×



5. ábra – Az 5. minta keresztmetszete, összenyomódott korai pásztával (EW), jól elkülönülő késői pásztával (LW), és számos sötét foltként jelentkező hosszparenchimával (p). Nagyítás: 100×



6. ábra – Az 5. minta hosszparenchimájának dudoros harántfala (kiemelve). ap: hosszparenchima sejtek, cw: sejtfa, m: lerakódás a sejtekben. Nagyítás: 400×



7. ábra – A 10-es minta hosszparenchima sejtjének sima harántfala. ap: hosszparenchima, cw: sejtfa, m: lerakódás a parenchimákban. Nagyítás: 400×

A gödörkék egyes, kettes és hármas sorokban helyezkednek el. A bélsugarak homogének, csak bélsugárparenchimából épülnek föl. A keresztteződési mezőben cupressoid és taxodioid gödörkék találhatóak, számuk 1 és 4 között változik. A bélsugar sejtek végfalai (tangenciális falak) simák. A bélsugarak magassága változó, a sejt sorok száma 2-30 között mozog. A húrmetszeten a hossztracheidák falán nem látható sejtfa vastagodás, az udvarosgödörkék csak a sugár irányú falon helyezkednek el.

A hosszparenchimákban anyag lerakódások láthatók, a sejtek végfalai (harántfalak) dudorosak (**6. ábra**).

A 10-es minta keresztmetszetén a sejtek túlnyomó része szintén tracheida. A metszeten gyantajarat nem látható, a hosszparenchimák szórtan helyezkednek el, nem rendeződnek csoportokba. A korai és késői pászta átmenete változatos, viszonylag éles, de többnyire fokozatos. A sugármetszeten hossztracheidák falán az udvaros gödörkék 2-3 sorban helyezkednek el. Az udvarosgödörkékben a tórusz körvonala halványan látható. A bélsugar heterogén felépítésű (**8. ábra**), a bélsugartracheidák fala sima, csapos sejtfa vastagodás nem látható. A bélsugar parenchimák tangenciális fala nem perforált; sima, vagy dudoros. A keresztteződési mezőben 1-4 taxodioid, ill. cupressoid gödörke látható. A tangenciális metszeten a bélsugarak kizárólag csak 1 sejt sor szélesek, magasságuk 1-30 sejt sor is lehet. A hosszparenchimák harántfala sima (**7. ábra**), dudorok nem láthatók rajta. A parenchima sejtekben rendszeresen sötét színű anyagberakódások figyelhetők meg.

A 11-es minta keresztmetszetén a hossztracheidák szintén teljesen szabályos elrendeződést mutatnak. A korai és a kései pászta találkozási éle, az őszi pászta nagyon keskeny. A hosszparenchimák mennyisége viszonylag nagy, amelyek vagy szórtan helyezkednek el, vagy tangenciális irányú sorokba rendeződtek. A sugármetszeten a bélsugar homogén felépítésű, csak bélsugárparenchimák építik fel. A keresztteződési mezőben kétféle gödörke típust, cupressoid és taxodioid gödörkéket találhatunk (**10. ábra**), melyeknek száma 1-4. A bélsugar parenchimák végfalai simák. A hossztracheidákban az udvaros gödörkék

egyesével, kettesével, illetve hármásával helyezkednek el (**9. ábra**).

A húrmetszeten a bélsugarak többnyire egy sejt sor szélesek, de előfordul két sejt sor széles is (**11. ábra**). Magasságukat tekintve 1-30, de akár 35 sejt sor magasak is lehetnek. A hosszparenchimák végfalai (harántfalai) nem simák, hanem dudorosak. A hosszparenchimákban anyagberakódások gyakran előfordulnak.

Összehasonlítva a mintákat megállapítható, hogy a minták között határozott különbségek tapasztalhatók, és két csoportra oszlanak. Így a pászták közötti átmenet éles (5. és 11. minta), illetve a másik csoportban fokozatos (10. minta). A tórusz terjedelme viszonylag jól látható (10. minta), vagy teljesen hiányzik (5. és 11. minta). A hosszparenchimák elszórtan és rövid tangenciális sorokba, sávokba rendeződnek (5. és 11. minta), míg a másik csoportban csak elszórtan helyezkednek el (10. minta). Ugyanezen hosszparenchimák harántfala dudoros (5. és 11. minta), míg a másik esetben sima (10. minta). A bélsugarak az egyik csoportban homogének és akár 2 sejt sorosak is lehetnek (5. és 11. minta), míg a másik csoportban heterogének és csak egy sejt sorosak (10. minta).

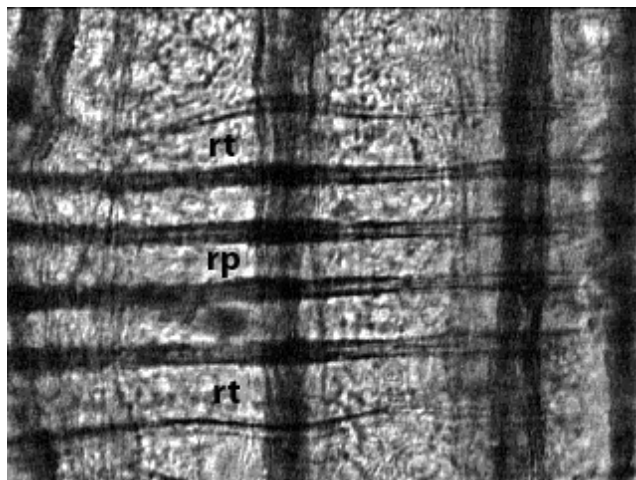
Sűrűségvizsgálat

A kapott sűrűség értékek közel kétszeresei a vártaknak (0,40-0,46 g/cm³) (1. táblázat). A nagy eltérés oka, hogy a korai pászta össze-

nyomódásával a térfogat csökkent, ez pedig a sűrűség egyértelmű növekedését eredményezi.

A 10-es minta sűrűsége átlagosan 0,720 g/cm³. Ezzel szemben a 11-es minta sűrűsége nagyobb, 0,785 g/cm³. A különbség mintegy 8%-os. A szakirodalmak (Hoadley 1990) is kb. ekkora különbséget adnak meg a mocsárciprus és a tengerparti mamutfenyő sűrűsége között.

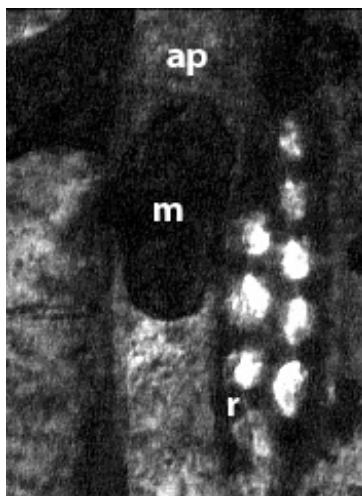
Összesítve, a szövettani és sűrűségi vizsgálatok során megfigyelt tulajdonságok két fajra irányítják a figyelmet, a mocsárciprusra és a tengerparti mamutfenyőre. Hisztológiai tekintetben a két faj megegyezik, de különböző a geszt színe, mely a mocsárciprusban sárgás – aranyásárga, a tengerparti mamutfenyőben



8. ábra – A 10-es minta heterogén bélsugara, fent és lent egy sejt sornyi bélsugár tracheidával (rt), középen 3 sejt sor bélsugár parenchima (rp). Nagyítás: 400×.



9. ábra – Egy sorban hármásával álló udvaros gödörkék hossztracheidában (11. minta) Nagyítás: 400×



10. ábra – Három taxodiooid gödörke egy kereszteződési mezőben (11. minta) Nagyítás: 400×



11. ábra – Két sejt sor széles bélsugár (r) (11. minta) Nagyítás: 400×

1. táblázat – A sűrűség vizsgálat eredménye (u=12%)

Sorszám	Sűrűség (g/cm ³)	
	10-es minta	11-es minta
1.	0,548	0,747
2.	0,773	0,756
3.	0,623	0,808
4.	0,708	0,750
5.	0,847	0,808
6.	0,704	0,795
7.	0,732	0,792
8.	0,710	0,874
9.	0,765	0,846
10.	0,789	0,677
Átlag	0,720	0,785
Szórás	0,085	0,056
Var. %	11,838	7,115

2. táblázat – A mocsárciprus és a tengerparti mamutfenyő közötti eltérések összesítése, összevetése a kapott eredményekkel.

Eltérések		Mocsárciprus (<i>Taxodium distichum</i>)		Tengerparti mamutfenyő (<i>Sequoia sempervirens</i>)	
1.	illat	változó		változó, vagy hiányzik	
2.	sűrűség	0,46 g/cm ³		0,35-0,42 g/cm ³	
3.	korai – késői pászta átmenete*	éles	5, 11	fokozatos, vagy éles	10
4.	kereszteződési mezőben a gödörkék átmérője	5-10 µm		2-5 µm, vagy 5-10 µm	
5.	tracheidák gödörkéi a radiális falban*	egy, kettő, vagy több soros	5, 11	kettő, vagy több soros	10
6.	tórusz terjedelme*	hiányzik	5, 11	jelen van	10
7.	udvarosgödörkék széle csipkézett	hiányzik		jelen van	
8.	hosszparenchima*	szórt, vagy sávokba rendeződnek	5, 11	szórt	10
9.	hosszparenchima harántfala*	dudoros	5, 11	sima	10
10.	bélsugár*	1–2 sejtsor széles	5, 11	egy sejtsor széles	10
11.	bélsugár felépítése*	egy sejtípus (homogén)	5, 11	kettő vagy több sejtípus (heterogén)	10
12.	bélsugárparenchima végfala*	sima	5, 11	dudoros, vagy sima	10
13.	bélsugárparenchima tangenciális fala	perforált		nem perforált	

*Az általunk vizsgált jellemzők

vöröses. Különbség található a sejtfalak cersavtartalmában is, mert a *Taxodium* fája a vasklorid hosszas behatására is csak zöldszínű lett, míg a *Sequoia* gesztje rögtön megfeketül. A két faj közötti további sűrűségi különbségeket (Greguss, 1955; Hoadley 1990, Hollendonner, 1913) táblázatba foglalva, jól kirajzolódnak az apróbb különbségek. A jelzett különbségek mindegyikét nem sikerült megtalálni, illetve lemérni a mintáinkon, kiemeltük a táblázatban azokat, melyeket megtaláltunk. Azért, hogy a minták fafajának azonosságát, vagy különbözőségét egyszerűbb legyen kimutatni, a mintaszám táblázatba írásával jeleztük, hogy mely tulajdonságot mely mintánál tapasztaltuk.

Figyelembe véve az 5., a 10. és 11. törzsből vett minták mikroszkópos jellemzőit, s összevetve a 2. táblázat adataival, megállapítható, hogy az 5. és a 11. minta faja mocsárciprus (*Taxodium distichum*); a 10. minta faja pedig tengerparti mamutfenyő (*Sequoia sempervirens*).

A faanatómiai vizsgálatok két olyan fajra utalnak, amelyek ma is élők, de szóba jöhetnek még olyan ma már nem élő fajok is, amelyek nagyon közeli rokonságban állnak a fenti két fajjal.

A fentieket alátámasztja több paleobotanikai vizsgálat is. Ferguson (1967) összefoglaló paleobotanikai munkájában az Európában feltárt fosszilis maradványokat összegzi a harmadkortól napjainkig. A *Taxodiaceae* család szinte mindegyik tagja előfordult Európában egykoron. A *Sequoia* nemzetség az oligocéntől kezdve a pliocén korig (így a miocén korban is) jellemző fásszerűje volt Európának. A *Taxodium* nemzetség tagjai széleskörűen elterjedtek ebben a korban Európában, majd a pliocén kor végétől számítva tűntek el erről a területről. A fosszilis maradványok előfordulási helyeinek vizsgálatát végezte Yong-fu (1995) is, és közel hasonló eredményeket mutatott ki a *Taxodiaceae* család elterjedésével kapcsolatban, mint Ferguson.

Irodalomjegyzék

1. Ferguson, D. K. 1967. *On the phytogeography of coniferales in the European Cenozoic*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **3**:73-110. Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
2. Greguss, P. 1955. *Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen*. Akadémiai Kiadó, Budapest
3. Hably L. 2008. *Magyar Florida, avagy Bükkábrány igazi arca*. Természet Világa **139**(4):
4. Hoadley, R.B. 1990. *Identifying Wood*. The Taunton Press
5. Hofmann, T., Csonka-Rákosa, R., Rétfalvi, T., Albert, L. 2007. *Preliminary chemical analysis of the fossils from Bükkábrány*. Nemzetközi Konferencia, Miskolci Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 2007. szept. 10.
6. Hollendonner F. 1913. *A fenyőfélék fájának összehasonlító szövettana*. „Pátria” irodalmi vállalat és nyomdai részvénytársaság, Budapest
7. Jáger V. 2007. *Évgyűrűk*. Magyar Nemzet magazin, 2007. aug. 4.
8. Kázmér M. 2007. *Taxodium mocsárerdő a bükkábrányi felsőpannon rétegekben*. Kirándulásvezető a Magyarhoni Földtani Társulat Őslénytani-Rétegtani Szakosztályának 2007. július 24-i terepbejárásához. 2 old.
9. Magyar, I., D.H. Geary, P. Müller 1999. *Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **147**:151-167.
10. Molnár S., Fehér S., Börcsök Z., Ábrahám J. 2007. *A bükkábrányi Taxodiaceae leletek anatómiai és kémiai vizsgálatának néhány eredménye*. Nemzetközi Konferencia, Miskolci Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 2007. szept. 10.
11. Molnár, S., L. Albert, S. Fehér, Z. Börcsök, J. Ábrahám, T. Hofmann, E. Antalfi. 2008. *Anatomical and chemical characteristics of Miocene Taxodiaceae species from Bükkábrány (Hungary)*. Wood Matters – A celebration of the work of John Barnett, The Linnean Society of London, International Academy of Wood Science, International Association of Wood Anatomists, 29-30. May 2008. London
12. Pinna, G., D. Meischner. 2000. *Europäische Fossil-lagerstätten*. European Palaeontological Association, Springer Verlag,
13. Yong-fu, Y. 1995. *Origin, evolution and distribution of the Taxodiaceae*. Acta Phytotaxonomica Silica, **33**(4):362–389.
14. Veres J. 2007. *A bükkábrányi 8 millió éves mocsárerdő*. BAZ Megyei Múzeumi Igazgatóság, Miskolc

Vákuumlefogás vizsgálata CNC megmunkáló központokon

Németh Szabolcs, Csanády Etele*

A faipari gyártás technológiai csúcsát a számítógép vezérlésű CNC megmunkáló gépek és központok képezik, ezred milliméteres megmunkálási pontosságot biztosítva. A CNC megmunkáló központoknál több irányból történik a megmunkálás, és így több irányú az erőhatás is. A megmunkálófej μm pontos vezérléséhez a munkadarabot biztosan kell rögzíteni, meg kell fosztani szabadságfokaitól, így érhetünk el maximálisan jó megmunkálási minőséget. Ma a leggyakrabban alkalmazott munkadarab leszorítási mód, az elsősorban sík felülettel is rendelkező alkatrészek vákuum mezővel történő lefogása. A vákuum által létrehozott leszorító erő a μ_0 (tapadási-súrlódási együttható) és μ (csúszási-súrlódási együttható) segítségével hozza létre a súrlódási erőt, amely a munkadarab elmozdulását megakadályozza. A számos mérés célja, melyet végeztünk, a munkadarab elmozdulásának vizsgálata volt. Gyakori probléma ugyanis, hogy intenzív forgácsoláskor, illetve a munka megkezdésekor az elmozdulhat.

Kulcsszavak: CNC megmunkológép, Munkadarab, Tapadási-súrlódási együttható, Csúszási-súrlódási együttható

Vacuum clamping for CNC-woodworking

Computer controlled machining equipment and centres that provide accuracy in the thousandth millimeter range, represent the pinnacle of woodworking technology. When cutting happens and, as a consequence, forces act in several different directions. For micrometer precision control of the cutting tool, workpieces have to be fastened securely, deprived from their degrees of freedom, to achieve maximum quality. The most frequent clamping method for pieces with planar surfaces today is fastening by a vacuum field. The vacuum-induced hold-down force, together with μ_0 and μ (static and kinetic friction coefficients, respectively) creates the friction force that prevents the workpiece from shifting. The purpose of our numerous measurements was the analysis of the workpieces' movement. The shifting of the material upon intensive cutting or at the start of the cutting process is a frequent problem.

Key words: CNC machining centres, Workpiece, Static friction coefficient, Kinetic friction coefficient

Bevezetés

A faipari gyártás technológiai csúcsát a számítógép vezérlésű CNC megmunkáló gépek és központok képezik, ezred milliméteres megmunkálási pontosságot biztosítva. A CNC megmunkáló központoknál több irányból történik a megmunkálás, és így több irányú az erőhatás is. A megmunkálófej μm pontos vezérléséhez a munkadarabot biztosan kell rögzíteni, meg kell fosztani szabadságfokaitól, így érhetünk el maximálisan jó megmunkálási minőséget. Ma a leggyakrabban alkalmazott munkadarab leszorítási mód, az elsősorban sík felülettel is rendelkező alkatrészek vákuum mezővel történő lefogása. A vákuum által létrehozott leszorító erő a μ_0 (tapadási-súrlódási együttható) és μ (csúszási-súrlódási együttható) segítségével hozza létre a súrlódási erőt, amely a munkadarab elmozdulását megakadályozza. A számos mérés célja, melyet végeztünk, a munkadarab elmozdulásának vizsgálata volt. Gyakori probléma ugyanis, hogy intenzív forgácsoláskor, illetve a munka megkezdésekor az elmozdulhat.

Elméleti alapok

A bevezetésben ismertetett raszteres vákuumasztalon végeztük a méréseket. Az asztal négyzetrácsos mintázat szerint rendelkezik horonyhálózattal. A horonyhálózatba helyezett gumiprofillal lehet tetszőleges formájú és nagyságú vákuumterületet kialakítani. Tekintettel a vákuumszivattyú jó állapotára a biztosított vákuum maximum -0,9 bar volt.

A rögzítés lényege, hogy a munkadarab és a tárgyasztal között lévő minimálisnak tekinthető résben vákuumot hozunk létre. A vákuum biztosítja, az egyébként elhanyagolható súlyerő mellett a felületeket összeszorító erőt.

$$F_{\text{vákuum}} = p_{\text{vákuum}} \cdot A \text{ [N]}, \quad [1]$$

ahol: A - felület (mm^2)

$p_{\text{vákuum}}$ - vákuum mozgás

$F_{\text{vákuum}}$ - vákuum által létrehozott, a felületeket összeszorító erő.

* Németh Szabolcs egyetemi adjunktus, doktorandusz, NyME Gépészeti Intézet
Dr. Csanády Etele CSc. egyetemi docens, NyME Gépészeti Intézet

A vákuumerőt két szorzótényező befolyásolja lineárisan, az egyik a felület nagysága, a másik pedig a vákuum nagysága. A mérések folyamán mindkét tényezőt változtattuk, és különféle fafajú mintadarabokat mozdítottunk el. A munkadarab mindaddig nem mozdul el a munkaasztalon, amíg a fellépő erő el nem éri, vagy meg nem haladja a tapadási súrlódási erő értékét.

Kísérleti módszer

A mérés elvi értelmezéséből származóan olyan mérőköröket kellett felépíteni, amelyek az elmozdulást μm nagyságrendben, és a tapadó- valamint csúszó súrlódás során fellépő erőket mérni tudják.

Munkadarab vákuumos lefogás esetén történő elmozdítása

Az **1. ábrán** jól látható a munkadarab a raszterasztalon. A munkadarabba vákuumórát építettünk be, valamint egy durva és egy finom szabályozású szelep a vákuum szabályozás érdekében. A munkadarabot villanymotorral csigahajtóműves csavarorsón és csukló szerkezeten keresztül mozgattuk. Az ábrán jól kivehető a csuklók közé beépített mérőcella.

Mint ahogyan az **2. ábrán** látható, egy adott lefogási területnél és négy vákuumértéknél párhuzamosan mértük az erőt és elmozdulást. Jól látható, hogy a nem lineárisan növekvő erő a megcsúszás pillanatában hirtelen visszaesik, majd mivel a folyamat átmegy csúszásba, enyhén ugyan, de nem lineárisan tart egy értékhez.

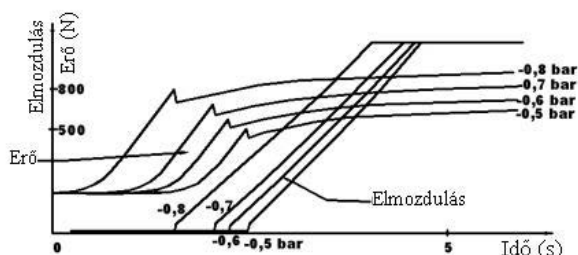
A harmadik adathalmaz a felületi érdesség méréséből származott.

A munkadarab elmozdítása raszterasztalon súlyterhelés alatt

A második mérési rendszerben a vákuumhatást helyettesítettük súlyterheléssel, ez látható a **3. ábrán**. Ilyen körülmények között a raszterasztalt kétféleképpen is vizsgáltuk, vákuum mentesen gumitömítéssel és gumitömítés nélkül. Az indok egyszerű: látni kívántuk a tömítő gumi súrlódási törvényszerűségeket felbontó hatását.



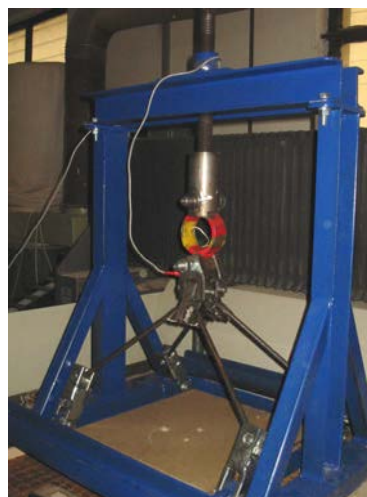
1. ábra – Vonszoló szerkezet az erőmérő cellával



2. ábra – Erő és elmozdulás regisztrátum forgácslapnál



3. ábra – Munkadarab elmozdítás raszterasztalon, súlyterhelésnél



4. ábra – Munkadarab leszakító berendezés mérő gyűrűvel

Munkadarab függőleges irányú leszakítása vákuumos megfogás esetén a raszterasztalról

A szerkezet lapleemelő berendezés (4. ábra), 400x400 mm-es méretű lapanyagok vákuumlefogatású asztról történő leszakítására alkalmas.

A harmadik méréscsoport a vákuumlefogás egyik legkritikusabb paraméterét vizsgálja, hogy a tömítőgumival körbekerített terület hányad része működik aktív vákuumterületként. Ez befolyásolja a normálerő mértékét.

Dinamikus vizsgálat vákuumos munkadarab megfogásnál

Az 5. ábra egy olyan berendezést mutat, amellyel a helyzeti energia segítségével a munkadarabra ható dinamikus igénybevételek modellezhetők, amelyek legjobban közelítik a megmunkálásból adódó igénybevételeket. Előre meghatározott paraméterek voltak a helyzeti energia, a vákuum és leszorítási felület nagyságok. Mért értékek a munkadarab elmozdulása az ütés következtében.

Eredmények

A mérések kiértékelése az alábbi fizikai-mechanikai mennyiségekre terjedt ki, úgy a vákuumlefogás és elmozdítás valamint súlyterhelés és elmozdítás esetén:

A tapadó-súrlódási együttható:

$$\mu_0 = p_{húz01} / p_{vákuum}; p_{húz01} = F_{elmozdulási} / A \quad [2]$$

A csúszó-súrlódási együttható:

$$\mu = p_{húz02} / p_{vákuum}; p_{húz02} = F_{csúszási} / A \quad [3]$$

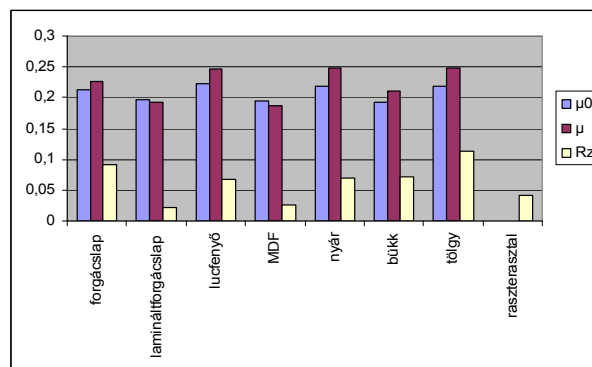


5. ábra – Dinamikus vizsgáló berendezés

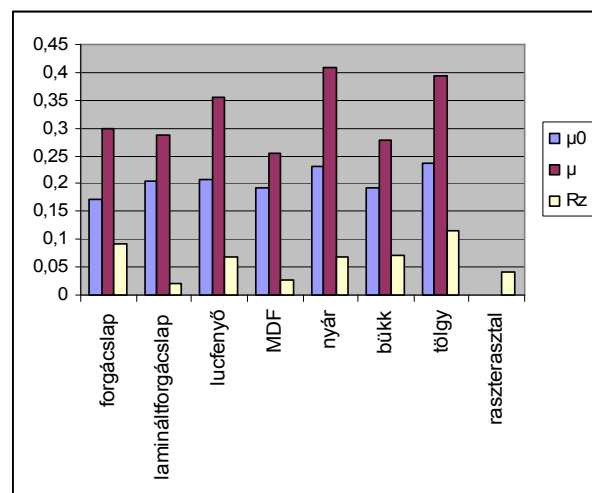
Az elmozdulási erő alatt az az erő értendő, melynek fellépésekor a munkadarab megmozdul. Csúszási erő az az erő, amely szükséges a mintatest folyamatos csúsztatásához.

A munkadarab vákuumos lefogása esetén történő elmozdulás vizsgálata

A 6. és 7. ábrák alapján elmondhatjuk, hogy a fafajok érdességi sorrendjéhez képest a kapott eredmények nagy része nem igazodik az érdesség szerinti besoroláshoz normál leszorítás esetén. Ez azért van, mert a két felszín erőhatás alatt egymásnak szorul és deformálódik μm nagyságrendben. A helyzet bonyolultabb annál, semmint hogy azt az egyszerű fizika szabályaival leírhatnánk. A gumiprofil elasztikus, tapadós hatásával jelentősen megváltoztatja a viszonyokat.



6. ábra – Súrlódási együtthatók és érdesség értékek különböző munkadaraboknál (-0,7 bar és 0,0656 m²)



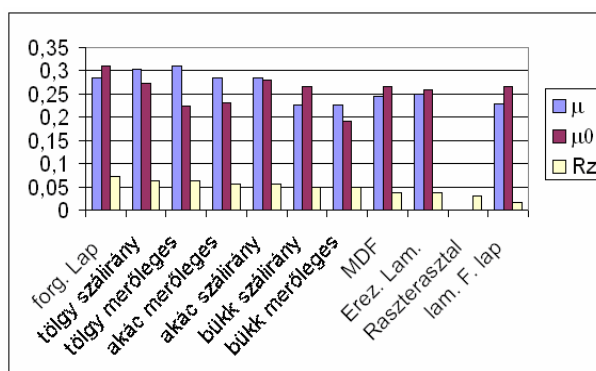
7. ábra – Súrlódási együtthatók és érdesség értékek különböző munkadaraboknál (-0,2 bar és 0,0365 m²)

Az oszlopdiagramok szintén jelzik, hogy a tapadási súrlódási együttható kisebb, mert a csúszási súrlódási együttható nagymértékben függ a felülettől és a nyomástól.

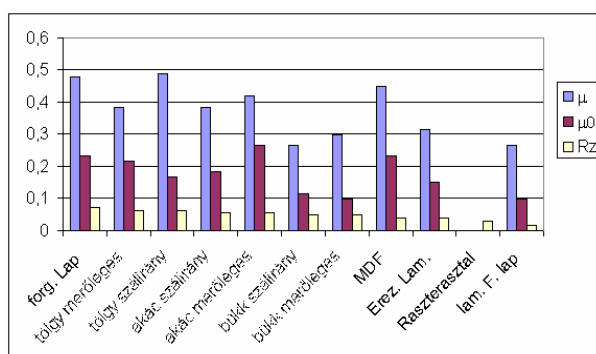
Munkadarab elmozdítása raszterasztalon súlyterhelés alatt

A súlyterheléses vizsgálatok pontosan egyező eredményeket produkálnak az előző, vákuumos mérési módszerrel. A 8. és 9. ábrák jól mutatják, hogy a gumitömítés jelenléte ugyanazt a fordított helyzetet adja, mint a vákuumos vizsgálatoknál, tehát nagyobb vákuum esetén kis mértékben nagyobb a csúszási súrlódási együttható, mint a tapadási súrlódási együttható. Kisebb vákuum értéknél a különbség nagyobb mértékű.

A 10. és 11. ábra egyértelműen bizonyítja, hogy a rend helyreáll abban a pillanatban, ha nem alkalmazunk tömítőgumit, és a klasszikus tapadási és csúszási súrlódási viszonyok állnak elő.



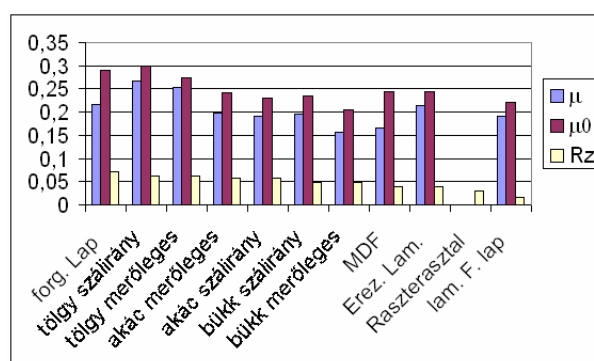
8. ábra – Az oszlopdiagram a μ , μ_0 , és Rz értékeinek sorrendjét mutatja – fafajtól függően, gumitömítéssel mérve, 0,0723 m² felület és -0,6 bar nyomásnak megfelelő terhelés mellett



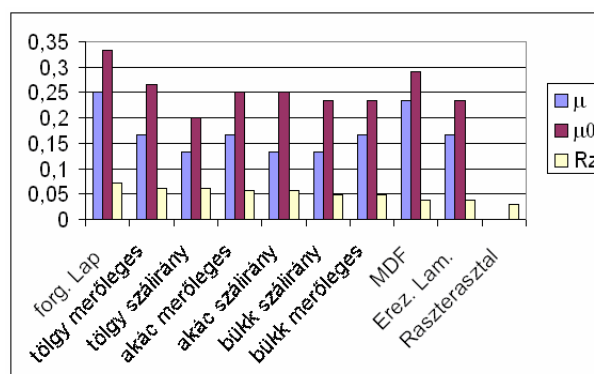
9. ábra – Az oszlopdiagram a μ , μ_0 , és Rz értékeinek sorrendjét mutatja – fafajtól függően, gumitömítéssel mérve, 0,0302 m² felület és -0,2 bar nyomásnak megfelelő terhelés mellett

Munkadarab függőleges irányú leszakítása vákuumos megfogás esetén a raszterasztalról

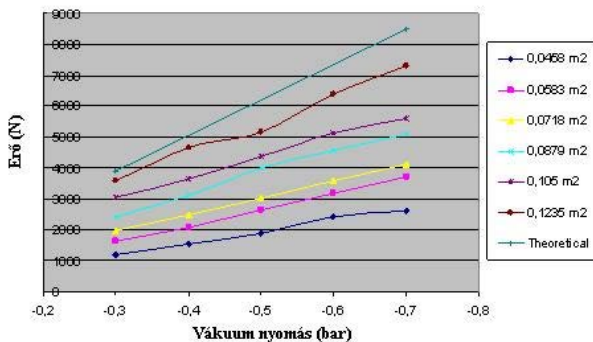
Várhatóan alakult a mérési eljárás eredménye, a raszterasztal vákuum számára elszigetelt területe nem számítható 100 %-os kihasználtságúnak. Forgácslap és MDF lapok esetén (12. és 14. ábra), a leszorítóerő közel lineárisan csökken a vákuumérték csökkenésével. Nagyobb leszorítási területek esetében, a leszorítási hatások – azaz a leszorítási erő és az elméleti erő viszonya – rosszabb mint kisebb felületeknél. A 13. és 15. ábrák a kétféle lap leszorítási hatások függvényét mutatják, amely forgácslap esetében 85 % körüli, MDF esetében 75 % körüli érték. Az eltérő lefogási felületeknél a veszteségek különbözően alakulnak, ennek köszönhető az, hogy a görbéken nem érzékelhető semmilyen tendencia. Ennek pontosítása még további vizsgálatokat igényel. Világosan látszik az, hogy csökkenő vákuum értéknél a hatások javul.



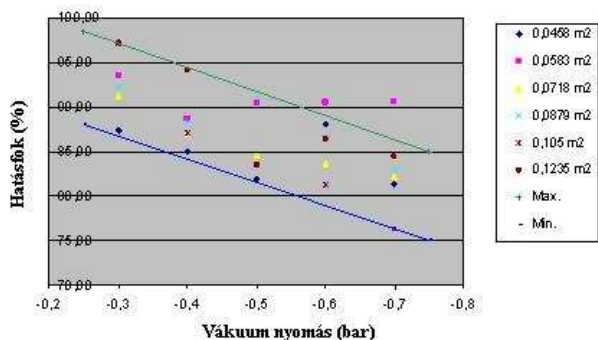
10. ábra – Az oszlopdiagram a μ , μ_0 , és Rz értékeinek sorrendjét mutatja – fafajtól függően, gumitömítés nélkül mérve, 0,0723 m² felület és -0,6 bar nyomásnak megfelelő terhelés mellett



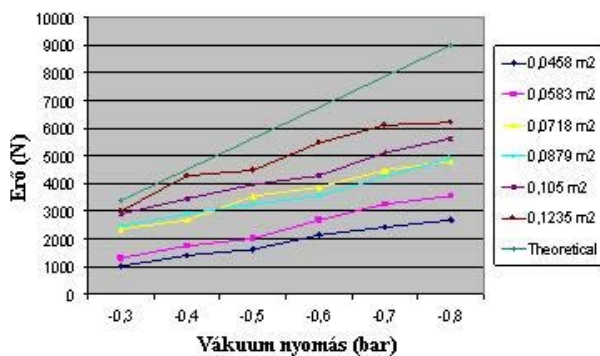
11. ábra – Az oszlopdiagram a μ , μ_0 , és Rz értékeinek sorrendjét mutatja – fafajtól függően, gumitömítés nélkül mérve, 0,0302 m² felület és -0,2 bar nyomásnak megfelelő terhelés mellett



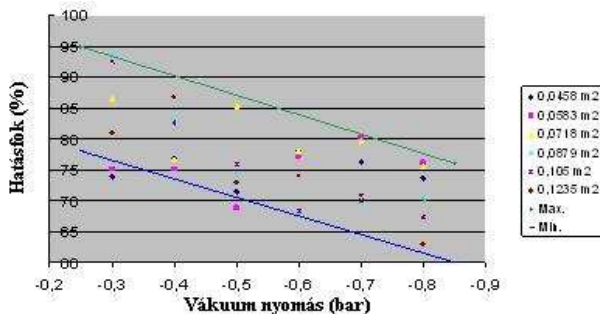
12. **ábra** – Szakítóerő kapcsolata a leszorított felületekkel, különböző vákuum-értékek esetén, forgácslapnál



13. **ábra** – Szakítóerő és elméleti erő viszonyából kapott hatásfok kapcsolata a nyomással különböző felületek esetén, forgácslapnál



14. **ábra** – Szakítóerő kapcsolata a leszorított felületekkel, különböző vákuum-értékek esetén, MDF-nél

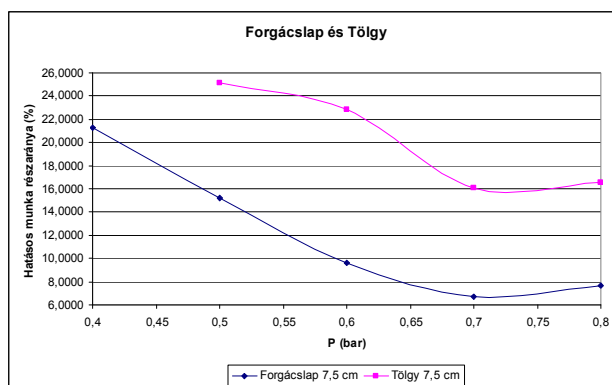


15. **ábra** – Szakítóerő és elméleti erő viszonyából kapott hatásfok kapcsolata a nyomással különböző felületek esetén, MDF-nél

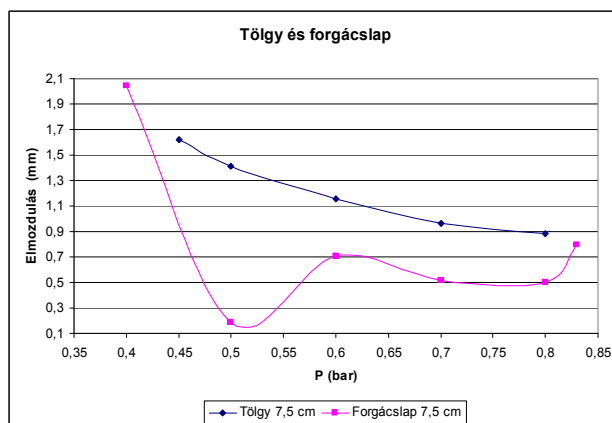
Dinamikus vizsgálat vákuumos munkadarab megfogásnál

A dinamikus teszteknel az elsődleges kérdés a megmozdulást előidéző hatás. Az elmozdulás regisztrátum karakterisztikája a kiindulási energia és a vákuum nagyságának függvényében változott, de a jellegzetessége mindegyik esetben azonos maradt.

A gumiprofil a hagyományos csúszás karakterét itt is világosan láthatóan megváltoztatta. A méréseknél az eredeti helyzeti energiát vizsgáltuk, hogy hány százaléka adódik át a munkadarab elmozdítására és válik belőle hasznos munka. Ennek eredményei láthatók a 16. **ábrán**. Az elmozdulások mérési eredményeit összegzi a 17. **ábra**. Ez mutatja, hogy alacsonyabb vákuum értéknél nagyobb az elmozdulás.



16. **ábra** – Forgácslapnál és tölgynél a hatásos munka részaránya



17. **ábra** – Tölgy és forgácslap minták elmozdulása

A görbék elemzése két eredményt adott:

- a hasznos munka hányad (**16. ábra**) alacsony aránya, és a gyors lecsengés mutatja, hogy az energia nagy része a rugalmas ütközésben elveszik;
- alacsonyabb vákuum értéknél javul a hatásfok és nő az elmozdulás értéke, mert a leszorító erő csökken és a gumi elasztikussága nő.

Összefoglalás

A vizsgált téma új és fontos feladat az ipar területén, mivel a munkadarab lefogása a megmunkálási pontosságra nagy hatással van. Az összefoglaló grafikonok is jól mutatják, hogy meglehetősen nehéz pillanatnyilag törvényszerűséget kimondani. Köszönhető mindez annak, hogy nem egy egyszerű felület-érintkezésről van szó, hanem egy kombinált, részben rugalmas lefogó rendszerről.

A mérési sorozatok jól mutatják a tömítőgumi tapadási súrlódási és csúszási súrlódási együtthatók viszonyának megfordulását, nem klasszikus értelmű súrlódásról van szó. A leszakító vizsgálatok mutattak rá, hogy a teljes lefogási terület nem tekinthető vákuumterületnek, hanem érdesség, fafaj függvényében eltérő. A dinamikus vizsgálat sorozat szintén a gumiprofil normál súrlódást befolyásoló hatását mutatja. Egyértelmű végeredményhez még további vizsgálatok és mérések szükségesek.

Irodalom jegyzék

1. Hoffmann, W. 1992. *Vacuum clamping for CNC-woodworking*. Holz als Roh- und Werkstoff 50, Springer-Verlag,
2. Vass G. 2003. *Vákuumos munkadarab lefogás*. Szakdolgozat, NymE Sopron.
3. Krabác G. 2004. *Vákuumos munkadarab lefogás vizsgálata*. Szakdolgozat, NymE Sopron.
4. Szécsi, I. 2005. *CNC megmunkáló központok vákuumlefogásának erőtani vizsgálata*. Diplomamunka, NymE Sopron.
5. Rumpler, T., 2007. *Vákuumos munkadarab lefogás dinamikus vizsgálata*. Szakdolgozat, NymE Sopron..

Ültetvényes termesztésből származó fafajok anyagának hőkezelése növényi olajban

Bak Miklós, Németh Róbert, Tolvaj László és Molnár Sándor *

A pannónia nyár (*Populus × euramericana Pannónia*) és az akác (*Robinia pseudoacacia*) faanyagok hőkezelése 160 és 200°C-os növényi olajban történt, így biztosítva az oxigén kizárását a folyamat során. A hőkezelés napraforgóolajjal, lenolajjal, és repceolajjal történt, mindegyiknél 2, 4 és 6 óra kezelési idővel. A cél annak a megállapítása volt, hogy az eljárás miként befolyásolja a két faj kiválasztott tulajdonságait (hajlító-, üté-törő-, és nyomószilárdság, dimenzióstabilitás, szín), és hogy ezen belül a különböző olajok és kezelési idők okozta változások közt mi a különbség. Kontrollként kezeletlen minták szolgáltak.

Szilárdság szempontjából a két faj csak az üté-törő szilárdság terén viselkedett hasonlóan, itt mindkét fajtánál csökkenés következett be. A hajlítószilárdsági értékek tekintetében az akácnál hasonló változás történt, míg nyárnál a változás ezzel ellentétes volt, a két legintenzívebb menetrendnél pedig nőtt a szilárdság. A nyomószilárdsági értékek tekintetében a nyárnál egyértelmű szilárdságnövekedés következett be. Akác esetében a hőmérséklettől függően változott a szilárdság.

A dimenzióstabilitás egyértelműen javult mindkét fajtánál, a kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan nőtt. A színváltozás a két fajtánál hasonló tendenciát mutatott, azaz a kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan egyre sötétebb árnyalatú lett. A CIELab színkoordináták közül az L* és az a* azonos irányba tolódott el mindkét fajtánál, a b* színkoordináta azonban ellenkező irányba.

A vizsgálatok során a háromféle olaj okozta változások között nem jelentkezett kimutatható eltérés. Összességében elmondható, hogy a nyár jobban viselte a kezelést, akácnál gyakori probléma volt a gyors nedvességvesztés miatti belső gőznyomás hatására kialakult repedés a próbatestek belsejében. ez a jelenség nem fordult elő.

Kulcsszavak: Faanyag módosítás, Nyár, Akác, Növényi olaj, Szín, ASE, OHT

The effect of thermal treatment using vegetable oils on selected properties of Poplar and Robinia wood

Pannónia Poplar (*Populus × euramericana Pannónia*) and Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.) were treated at 160°C and 200°C in different vegetable oils (sunflower oil, linseed oil, rapeseed oil). Three different durations were chosen for the thermal treatment: 2h, 4h and 6h. The aim of the research work was to prove, in what extent the treatments influence the investigated properties of the wood: MOR, impact bending, compression strength, ASE and colour. Untreated samples from the same wood material served as control. The treatments on laboratory scale enhanced the dimensional stability by acceptable decrease in mechanical stability for Robinia and an increase for Poplar. As a consequence of the treatments the dimension stability could be enhanced for both wood species, so the ASE values increased with increasing duration and temperature. The treatments caused significant darkening for both wood species by all temperatures. Comparing the oils used for this research work, no significant differences in effectiveness could be proved for the investigated properties. An important observation for the practical use was done, as in Robinia wood numerous cracks could be observed in case of wet samples, while practically no damages (cracks, collapses) were observed in Poplar wood using wet samples. The results encourage the authors to perform further investigations towards development of technologies for industrial application.

Keywords: Wood modification, Poplar, Robinia, Vegetable oil, Colour, ASE, OHT

* **Bak Miklós** doktorandusz hallgató, **Dr. Németh Róbert PhD.** egyetemi docens, NymE Faanyagtudományi Intézet, **Dr. Tolvaj László** egyetemi tanár, NymE Fizika és Elektrotechnika Intézet, **Dr. Molnár Sándor DSc.** egyetemi tanár, NymE Faanyagtudományi Intézet

A faanyag termikus kezeléssel történő nemesítésével már régóta próbálkoznak, és tökéletesítik az eljárásokat a különböző országokban. Az első komoly próbálkozások a faanyag gombakárosítással szembeni ellenálló képességének növelését tűzték ki célul (Stamm et al. 1946). Az azóta elvégzett vizsgálatok alapján négy eljárás terjedt el leginkább Európában. A finn Thermo wood, a holland Plato wood, a francia Retification és a német OHT (Menz Holz). Minden eljárás alapja, hogy oxigéntől valamilyen módon elzárva történik a faanyag hőkezelése.

Az alkalmazott hőmérséklet a kezeléseknél 160–260°C között változik (Leithoff és Peek 1998). A legtöbb növényi olaj forráspontja e hőkezeléshez szükséges hőmérséklettartomány felett van, ezáltal lehetőség nyílik az alkalmazásukra a faanyagok termikus kezelésénél.

Korábbi vizsgálatok (Sailer et al. 2000) kimutatták, hogy a gázatmoszférában történt hőkezeléshez képest jobb faanyag tulajdonságokat lehet elérni a forró olajos kezeléssel (OHT). Minden vizsgálat során különböző mértékben megnövekedett dimenzióstabilitásról és gombakárosítás elleni védelemről számoltak be. Mindemellett azonban számolni kell negatív tulajdonságokkal is, mint például egyes mechanikai tulajdonságok romlása, és a faanyag esetleges repedezése. Hibaként jelentkezik a hőkezelt felület csökkent ellenálló képessége az UV-sugárzással szemben.

A vizsgálataink elsődleges célja a magyarországi ültetvényes hasznosítású fafajok közül a pannónia nyár (*Populus* × *euramericana* cv. Pannónia), és az akác (*Robinia pseudoacacia*) dimenzióstabilitásának növelése volt forró növényi olajban történő hőkezelés által. Ezen kívül vizsgáltuk néhány mechanikai tulajdonság változását (hajlítószilárdság, ütő-törő szilárdság, nyomószilárdság), valamint a színjellemzők és a dimenzióstabilitás változását. A vizsgálatok másik fő irányvonala az volt, hogy az egyes olajok okozta változások közt van-e kimutatható különbség.

Kutatási anyagok és módszerek

Mintavétel és menetrendek

A vizsgálatokhoz pannónia nyár (*Populus* × *euramericana* cv. Pannónia) és akác (*Robinia*

pseudoacacia) faanyagot használtunk. A kiindulási próbatetek mérete a berendezés méretéhez igazodva 18×40×220 mm volt, amit a kezelés után daraboltunk tovább a különböző vizsgálatoknak megfelelő méretekre. Minden menetrend során 20 kiindulási próbatestet kezeltünk.

Az egyes menetrendekhez úgy válogattuk össze a kiindulási próbatesteket, hogy a fafajonként felhasznált 10 palló mindegyikéből lehetőleg 2 próbatestet kerüljön minden menetrendbe. A vizsgálatok során háromféle olajat alkalmaztunk, napraforgó-, len-, és repceolajat. Kétféle hőmérsékleten végeztük a kezelést, 160°C-on és 200°C-on. Három kezelési időt alkalmaztunk, 2, 4 és 6 órát. Így ezek variációjaként fafajonként 18 menetrend alakult ki.

A kezelés a kiindulási próbatetek előzetes szárítása nélkül történt, a kezdeti nedveségtartalom 13% körüli volt nyárnál és akácnál egyaránt. A kiindulási próbatesteket közvetlenül a forró olajba helyeztük, majd a kezelési idő lejártakor (2, 4, illetve 6 óra) azonnal kivettük az olajból, ezután hagytuk kihűlni. A vizsgálatok elvégzése előtt a kezelt és a kezeletlen anyagokat egyaránt 20°C, 65% relatív páratartalmú klímán tároltuk.

Klimatizálás után elvégeztük a színmérést, majd hosszában félbevágtuk a kiindulási próbatesteket, így egy-egy hajlítószilárdsági és ütőhajlító szilárdsági próbatestet kaptunk mindegyikből. Ezek mérete egyaránt 18×18×220 mm volt. Ezen szilárdságok vizsgálatának elvégzése után a próbatetek ép végeiből vágtuk ki a zsugorodási próbatesteket a dimenzióstabilitás méréséhez, és a nyomószilárdsági próbatesteket. Mindkét esetben 18×18×30 mm volt a próbatetek mérete. Kontrollként azonos módon kialakított és kiválogatott kezeletlen próbatestek szolgáltak. Minden tulajdonság meghatározásához menetrendenként 20 próbatestet vizsgáltunk.

A tulajdonságok vizsgálata

A statikus mechanikai vizsgálatokhoz (nyomó- és hajlítószilárdság mérés) általános anyagvizsgáló gépet, míg a dinamikus mechanikai vizsgálatokhoz (ütő-hajlító szilárdság mérés) Charpy-féle ütőművet használtunk. A nyomószilárdság meghatározásához a próbatestek

keresztmetszeti méreteit és a tönkremenetelhez szükséges erőt mértük, a szilárdságot ezek alapján számoltuk. A hajlítoszilárdság meghatározásánál ugyanígy jártunk el. Az alátámasztási köz 200 mm volt. Az ütő-hajlító szilárdság meghatározásához a próbatestek keresztmetszeti méreteit, és a törő munkát mértük, ezekből számoltuk a szilárdságot.

A dimenzióstabilitás meghatározásához a próbatesteket először 103°C-on szárítottuk tömegállandóságig, majd víz alá merítettük azokat 7 napra. A próbatestek radiális és tangenciális méreteit szárazon és nedvesen is mértük. Ezen méretek alapján számítottuk a dimenzióstabilitás növekedését (ASE), a kezelt próbatestek méretváltozását a kezeletlenekéhez viszonyítva.

A színmérést a kiindulási próbatestek (18×40×200 mm) lapján végeztük a kezelés előtt és után, Konica Minolta CM-2600d típusú színmérő berendezéssel, a CIELab színkoordináta rendszer szerint. Ugyanazokon a helyeken mértük a színt a kezelés előtt és után. Minden próbatesten 5 helyen mértünk színt. A kapott színkoordinátákból számoltuk a színtelítettséget (C*) a kezelés előtt és után. A kezelés előtti és utáni értékek különbsége adta az egyes színkoordináták és a színtelítettség változását (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^*). A színkoordináták különbségeinek ismeretében számoltuk a színínger különbséget (ΔE^*).

Eredmények

A nyomószilárdság akácnál a 160 °C-os kezelések esetén nőtt (5-15%), 200 °C-os kezelések esetén csökkent (5-10%-kal). A kezelési idő azonban nem befolyásolta a szilárdságváltozást. Nyárnál a kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan nőtt a nyomószilárdság, 15-25%-kal (**1a. ábra**).

A hajlítoszilárdság akác esetében egyértelműen csökkent, a kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan. Nyár esetében viszont csak a két legintenzívebb menetrend esetén lépett fel kismértékű szilárdságcsökkenés, a többi négy menetrendnél kismértékben növekedett a hajlítoszilárdság (**1b. ábra**).

Az ütő-hajlító szilárdság akácnál 45-70%-kal, nyárnál pedig 10-55%-kal csökkent. A kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan csökkentek a szilárdságok. A faanyag tehát merevebb, ridegebb lett a forró olajban történő kezelés hatására.

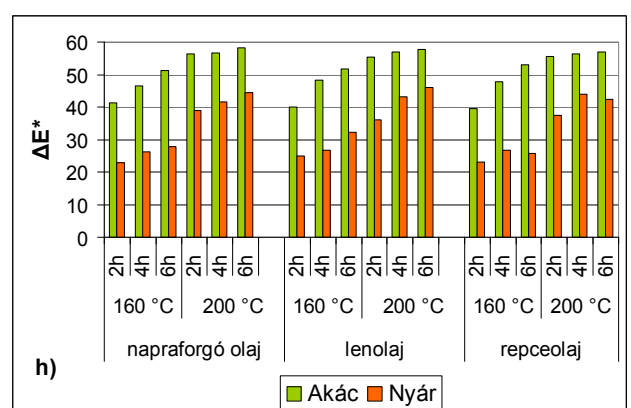
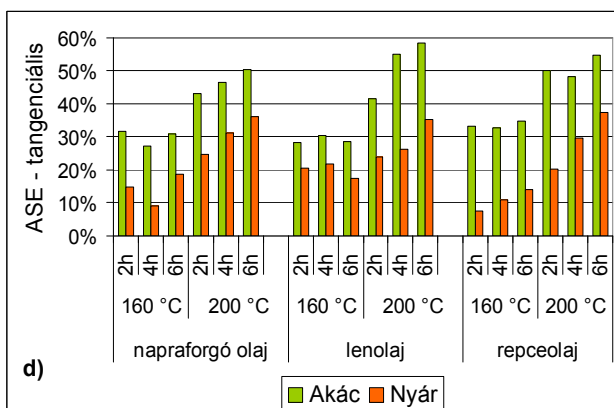
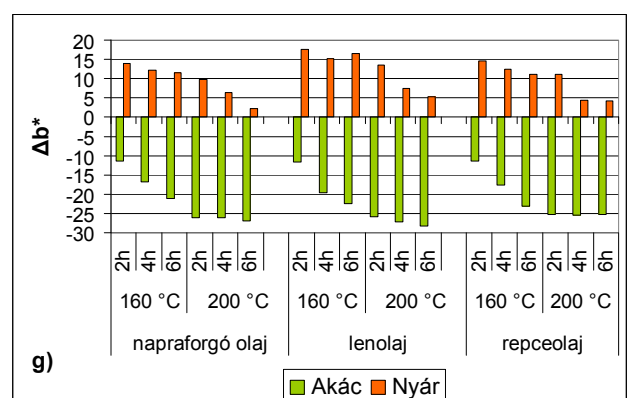
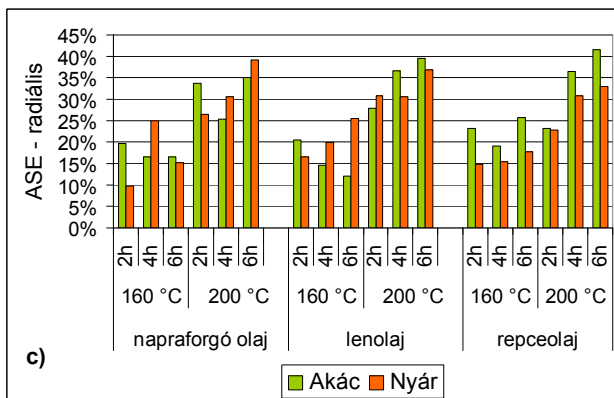
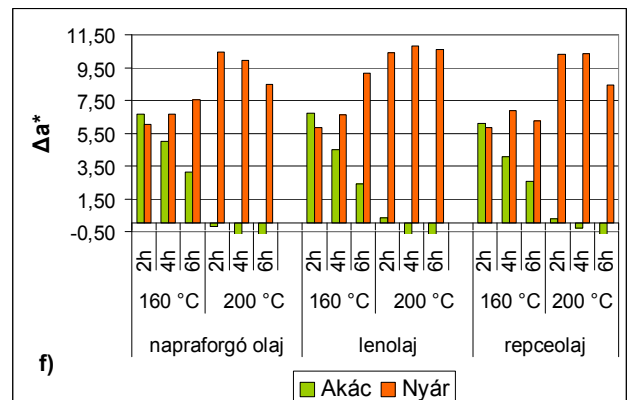
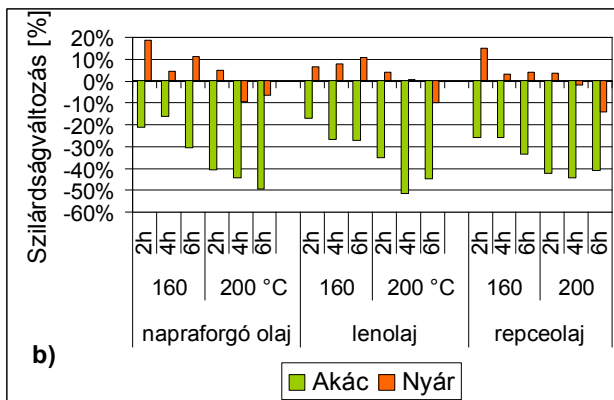
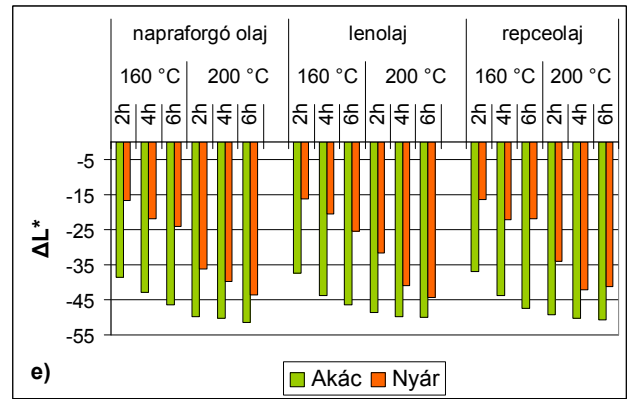
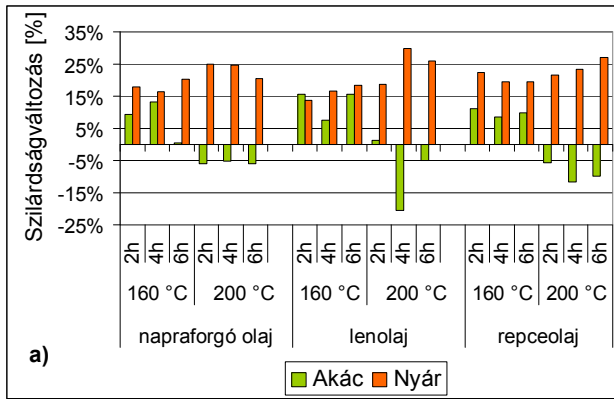
A dimenzióstabilitás (ASE) egyértelműen javult a kezelés következtében, mindkét fafajnál, sugár- és húr irányban egyaránt. A kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan csökkentek a zsugorodási értékek (**1c.** és **1d. ábra**). Akác esetében a sugárirányú zsugorodás 15-40%-kal, a húr irányú zsugorodás pedig 30-55%-kal csökkent. Nyár esetében a sugár- és a húr irányú zsugorodás egyaránt 15-35%-kal csökkent.

A színváltozás a két fafajnál hasonló tendenciát mutatott, azaz a kezelési hőmérséklet és idő növekedésével arányosan egyre sötétebb árnyalatú lett. A CIELab színkoordináták közül az L^* azonos irányba tolódott el mindkét fafajnál (**1e. ábra**). Az a^* színkoordináta az akác 160°C-os kezelésénél a vörös színezet irányába tolódott el. Minél hosszabb volt a kezelési idő, annál kisebb mértékben erősödött a vörös színezet.

Az akác 200°C-os kezelése esetén nem változott a vörös színkomponens (a^*). Az a^* színkoordináta a nyárnál a vörös színezet irányába tolódott el. A kezelési idő és hőmérséklet növekedésével arányosan változott a vörös színkomponens (**1f. ábra**).

A b^* színkoordináta a két fafajnál ellenkező irányba tolódott el a kezelés hatására. Nyárnál erősödött a sárga árnyalat, de a kezelési idő és hőmérséklet növelésével egyre kisebb mértékben. Akácnál a sárga színezet a kezelési idő és hőmérséklet növelésével arányosan gyengült (**1g. ábra**).

A színtelítettség (C^*_{ab}) szempontjából elmondható, hogy az akác színének telítettsége nőtt, a nyaré pedig csökkent. A színínger különbség (ΔE^*) akácnál 40-65 között változott, nyárnál pedig 25-40 között. Ez mindkét esetben szemmel nagyon jól érzékelhető különbséget jelent (>12) (**1h. ábra**). A vizsgálatok során a háromféle olaj okozta változások között nem jelentkezett kimutatható eltérés.



1. ábra – Az akác és a nyár nyomószilárdságának (a), hajlítószilárdságának (b), radiális zsugorodásának (c), tangenciális zsugorodásának (d), L^* (e), a^* (f), b^* (g) színkoordinátájának és színinger különbségének (h) változása az OHT (forró olajos kezelés) hatására

Összefoglalás

Az akác és a nyár szilárdsági értékeiről általában elmondható, hogy csökkentek a növényi olajban végzett hőkezelés hatására. A nyomószilárdság azonban nőtt a nyárnál minden menetrend esetén, akácnál pedig a 160°C-os kezelések esetén. Az ütő-hajlító szilárdság csökkenése jól mutatja, hogy a kezelés hatására a faanyag merevebb, ridegebb lett. A dimenzióstabilitás (ASE) mindkét fafajnál jelentős mértékben nőtt, köszönhetően a hőkezelés hidroxil-csoportokat leépítő, és az olajfelvétel által okozott hidrofobizálás együttes hatásának. A varakozásoknak megfelelően mindkét fafaj színezete jelentős mértékben sötétedett, azonban különböző módon. Az akác színezete kétszeres mértékben változott a nyárhoz képest. Megfigyelhető volt a kezelés után, hogy a berendezésben alul, a fűtőszálak közelében elhelyezkedő próbatestek enyhén sötétebb színezetűek lettek, mint a felsők. Ennek elkerülésére az olaj keringtetése lehet a megoldás, amit azonban nem tudtunk megoldani a rendelkezésre álló eszközökkel. Az akác próbatestek szétrepedeztek a kezelés során kialakult hirtelen megnövekedő belső

gőznyomástól. Erre megoldás lehet a faanyag előzetes szárítása. Szintén megoldás lehet erre a problémára, ha a próbatesteket a felmelegítés előtt az olajba tesszük, és együtt melegítjük őket a kezelési hőmérsékletre, ezáltal nem lesz olyan drasztikus a hőmérséklet emelkedése a faanyagban. Nyárnál ilyen probléma nem jelentkezett. Az akác próbatestek minimális olajat vettek fel, a nyár azonban többnyire jelentős mennyiséget. A tulajdonságok változásának eltérő tendenciáit a két fafajnál, e két utóbbi jelenség is magyarázhatja a nagyon eltérő szöveti szerkezeten kívül. A vizsgálatok során a háromféle olaj okozta változások között nem jelentkezett kimutatható eltérés.

Irodalomjegyzék

1. Leithoff, H., R-D. Peek 1998. *Hitzebehandlung - eine Alternative zum chemischen Holzschutz*. Tagungsband zur 21. Holzschutz-Tagung der DGfH in Rosenheim, pp. 97-108
2. Sailer, M., A.O. Rapp, H. Leithoff, R-D. Peek 2000. *Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment*. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 58:15-22.
3. Stamm, A.J., H.K. Burr, A.A. Kline. 1946. *Heat stabilized wood (staywood)*. Rep. Nr. R. 1621. Madison: Forest Prod. Lab

Vizsgálatok a felületi érdesség témakörében – I. rész

Tatai Sándor ✧

Használati tárgyaink minőségére sokszor az elsődlegesen érzékelhető jellemzőkből következtetünk. Ami először megragad bennünket, amivel találkozunk, az a tárgyak felszíne. Egyes esetekben a használó közvetlenül érintkezésbe kerül ezekkel a tárgyakkal, máskor csak vizuális a kapcsolat. A jellemzők fontosságát a nyelvünkben található változatos jelzők mutatják, melyek egy része konkrét anyagokra utal, más részük általánosít: "bársonyos", "selymes", "sima", "érdes", "rücskös", "barázdált" stb. A nyelvi gazdagság a hétköznapi életben sokáig elégségesnek bizonyult, de a műszaki gyakorlat a tömegtermelés előretörésével könnyebben számszerűsíthető értékeket szeretett volna látni. A felületek jellemzőit számszerűsített adatokkal is le lehet írni. Fémek esetében ezek a jellemzők régóta szabványosítottak. A fa felületének jellemzéséhez először a már bevált eljárásokat tekintjük át.

Kulcsszavak: Felületi érdesség, Szabvány, Érdességmérés

Examination of surface roughness

We sometimes establish the quality of our everyday things from the previously sensible features. The first impression we are facing to at the first time is the surface of the materials. In some cases this things are directly touched by the user, otherwise the effect is just visual. The importance of this surface features is proven by the wide variety of the words used for it: "velvety", "silky", "smooth", "rough", "crazing", "grooved" etc. Any of that ones is connectable with materials. The language was reach enough for the every day situations for a while but the technical practice demands quantitative figures applicable in the mass production. There are some figures to describe the features of the surface. The methods to measure this figures had been standardized for metals. To describe the surface of the wood this methods are counted in this part of the article.

Key words: Surface roughness, Norm, Surface measurement

Bevezetés

Használati tárgyaink minőségére sokszor az elsődlegesen érzékelhető jellemzőkből következtetünk. Ami először megragad bennünket, amivel találkozunk, az a tárgyak felszíne. Egyes esetekben a használó közvetlenül érintkezésbe kerül ezekkel a tárgyakkal, máskor csak vizuális a kapcsolat. A jellemzők fontosságát a nyelvünkben található változatos jelzők mutatják, melyek egy része konkrét anyagokra utal, más részük általánosít: „bársonyos”, „selymes”, „sima”, „érdes”, „rücskös”, „barázdált” stb.

A nyelvi gazdagság a hétköznapi életben sokáig elégségesnek bizonyult, de a műszaki gyakorlat a tömegtermelés előretörésével könnyebben számszerűsíthető értékeket szeretett volna látni. A régi, nyelvi elemekkel leírt minőség ellenőrzése legtöbbször szemmel illetve egyszerű eszközökkel történt, így használták az élvonalzókat, összehasonlító etalonokat. A méréseknél használt „műszer” – az emberi szem mellett – a kézen található ujj volt. Az ember ujjbegye illetve körme meglepően jó mérőeszköznek tekinthető, 0,1 mm-nél kisebb

lépcsők kimutatására is tökéletesen alkalmas. Az ujjunk használata sokszor összefügg a felhasználással, hiszen sok esetben a felhasználás során kézzel érintjük a tárgyainkat.

A műszaki gyakorlatban a megmunkált alkatrészek felületének jellemzői a felhasználás illetve alkalmazástechnika szempontjából sem közömbösek. A használati tárgyak esztétikai, használati jellemzői nagyban függnek a felület tulajdonságaitól. Kezeletlen illetve felületkezeléssel ellátott darabok megjelenése, felületének tapintása, a fény-árnyékhatások mind-mind a felülettől függenek.

Technológiai szerepe is lehet a felületnek, hiszen az egymáson elmozduló alkatrészek kenéstechnikai viselkedése, az összeszerelendő alkatrészek kezelhetősége a felülettől is függ. A technológiában – különösen a faiparban – nagy jelentőségű a ragasztandó felületek minősége, mely a végleges szerkezetre is nagy hatással van.

A munkadarabok felülete igazi interdiszciplináris tudományterület, így többek között a tribológia, anyagtudomány, forgácsoláselemélet, felületfizika és mérés technika számára is ad

✧ Tatai Sándor egyetemi adjunktus NyME Gépészeti Intézet

feladatokat. A tudományos vizsgálatok egy jelentős része a súrlódó, elmozduló anyagokkal, főleg fémekkel foglalkozik. A faipar számára ezek a felületi jelenségek kevésbé érdekesek, inkább a használati érték, felületkezelés illetve egyéb technológiai elvárások és a megmunkálás közötti összefüggések tarthatnak érdeklődésre számot.

Vizsgálati módszer

A felülettel kapcsolatos vizsgálatainkat több irányban is folytathatjuk: látni fogjuk a későbbiekben, hogy a felület jellemzése, megfelelő mérőszámok hozzárendelése is összetett feladat, különösen faanyagok esetében. A vizsgálatok egy másik iránya a megmunkálás során keletkező felület folyamatos ellenőrzése, azaz olyan eljárás kidolgozása, mely a meghatározott mért jellemzők alapján a technológiai folyamatba beavatkozva folyamatosan az elvárt minőségű felületet eredményezi, illetve a hibás darabokat nem engedi beépülni a végtermékbe. A harmadik terület a megmunkáláshoz felhasznált gépek, ezek szerszámainak beállítása és az elért felület közötti összefüggések.

A Gépészeti Intézetben Dr. Sitkei György vezetésével kezdődtek el a felülettel kapcsolatos kutatások, majd később Dr. Magoss Endre is ezen szakterületen elért eredményeiért kapta meg tudományos fokozatát. A megkezdett kutatások folytatásaként az elmúlt években kezdünk el foglalkozni a felületi érdesség mérésével illetve a megmunkálás és felületi minőség összefüggéseivel. Dolgozatunkban a kutatások háttéréről olvashatnak, a folytatások vizsgálataink eredményeit ismertetik.

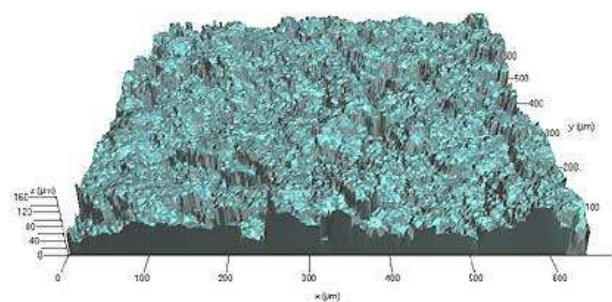
A felületi minőség meghatározásakor abból indulhatunk ki, hogy mit tudunk a munkadarab jellemzőiből érzékelni. A vizsgált test felületi érdessége és geometriai méretei nem kezelhetők egymástól függetlenül. A jellemzők nagy részét szabványosították. A jelenlegi szabványok egy nagyobb összefüggés részeként kezelik a felületeket, mint a „Termékek geometriai követelményei (GPS – Geometrical product specifications)” szabványcsoport által meghatározott jellemzőkkel bíró objektumokat. A rendszer tartalmazza többek között a mérőeszközök szabványait, méretek meghatározását, az alak- és helyzettűrések, felületi érdesség

szabványait. A szabványcsoport teljes terjedelmének egy kis része készült el, jelenleg is folyik a szabványosítási munka.

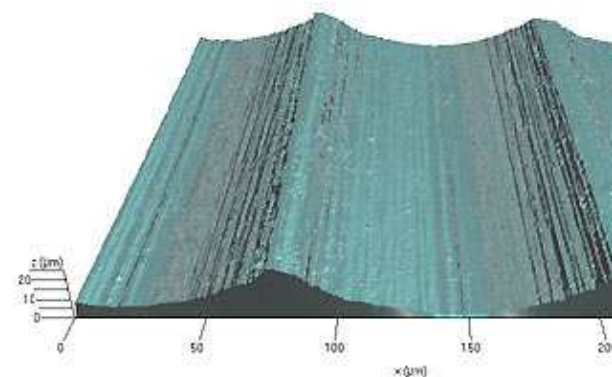
A munkadarab felülete méréssel térképezhető fel. A mérőeszközök illetve mérési eljárások meghatározzák, hogy milyen pontossággal fogjuk megismerni a felületet. A felületek mérésére többféle optikai eljárás is elterjedt. A továbbiakban néhány felület mért képét tekintjük át, a Zeiss cég honlapján (<http://www.zeiss.com/4125681F004CA025/Contents-Frame/EFDC22E75BFD306A85256B500073D099>) található mérési eredmények felhasználásával.

Az **1. ábrán** a megmunkálatlan felületen jellegzetes ismétlődő minták nem találhatók. A megmunkálás sokszor a felületre jellemző ismétlődő, irányfüggő nyomokat hagy maga után (**2. ábra**). Az ábrákon bemutatott példákat a Zeiss cég az LSM 700 lézershakkenner mikroszkóppal készítette.

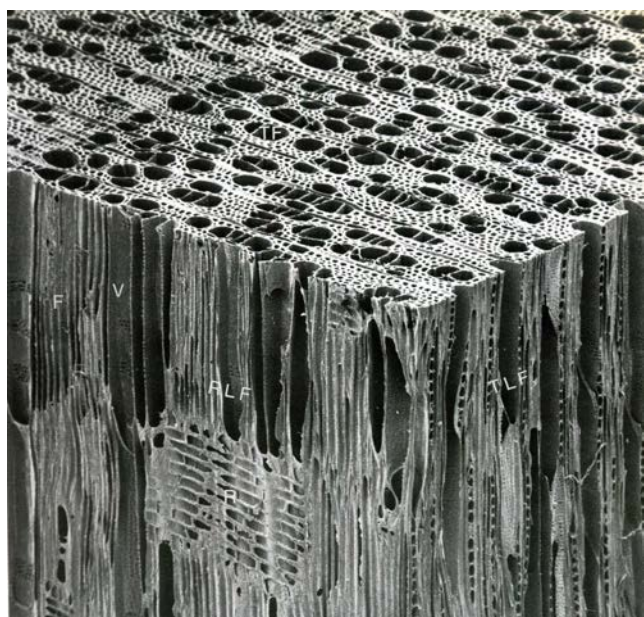
Az esztergált felületen látható felszínen megkülönböztethetünk egy nagyobb távolságon periodikus illetve egy erre ráépülő kisebb amplitudójú méretváltozást. A kétféle hatás szétválasztható, ha keresünk egy eljárást, mely a vizsgált felszín nagyobb illetve kisebb területére koncentrálnak.



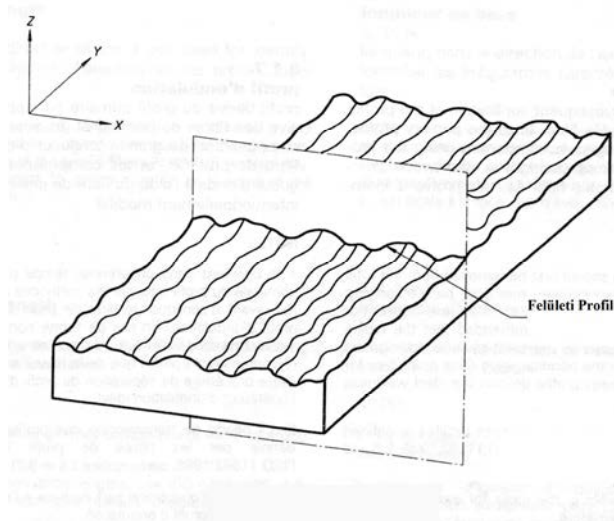
1. ábra – Mért háromdimenziós felület



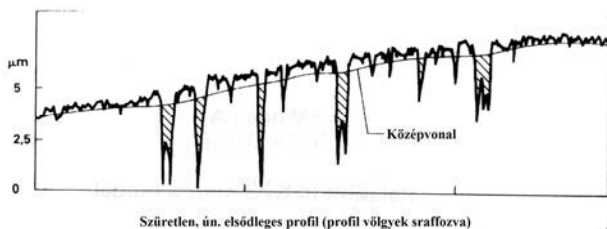
2. ábra – Megmunkálási érdesség



3. ábra – A fatest háromdimenziós szerkezete (Butterfield et al. 1997)



4. ábra – A felületi profil mérése



5. ábra – Születlen, úgynevezett elsődleges 'P' profil

A 3D-s mérés, a felületek letapogatása meglehetősen sokféle eljárással lehetséges. Az elérhető pontosság akár az atomi szintet is elérheti. Faiparban természetesen üzemi viszonyok között ilyen pontosságra nincs szükség, de a forgácsolásra történő reagálást sejtméretekben is tanulmányozni kell. A felületi letapogatás a teljes felületen csak időigényesen valósítható meg, és gondot okoz a nagyobb darabok behelyezése a mérőberendezésbe. Fa esetén alkalmazása indokolt, hiszen, mint az közismert, a keletkező felületet nagymértékben befolyásolja a fa anatómiai felépítése.

A 3. ábrán látható, hogy a fa inhomogenitásából adódóan a fémeknél nehezebb néhány jellemzővel leírni a felületi érdességét.

Az ipari gyakorlatban elterjedt, olcsóbb eljárás a tapintótűs mérés. A mérés egy szabványos tapintócsúcs végigvezetését jelenti a felület egy szakaszán. A mérési elvből adódóan a mérési szakasz egy síkot metsz ki a felületről, és ez által a sík által meghatározott felületi metszetgörbét mérjük (4. ábra). A mérés nevében is benne van, hogy tapintással történik, ezért a mért értékek a valódi profil mechanikusan szűrt leképezéseként adódnak (ISO 4287).

A kapott profilt sokszor nehéz kiértékelni, hiszen a munkadarab elhelyezéséből adódó „ferdeséget” és mérési hibákat, illetve túlzott „völgyeket” (esetünkben pl. a fa edényeit) is mérjük (5. ábra), amik a számszerűsített eredményeket befolyásolják. A mért „völgyek” mélysége az érzékelt felületi érdességet nem befolyásolja érdemben, ugyanakkor sokat befolyásolhat az értékeken (ISO 565-1).

A tanszék korábbi kutatásai ezeknek a mért edényeknek a kiküszöbölésére, illetve az egyes fafajokra jellemző számok meghatározására (Magoss) irányultak.

Összefoglalás

Az edények hatásának kiküszöbölése vagy kézi kijelöléssel, vagy matematikai módszerekkel, szűréssel történt. A kézi módszer kellően jó, csak nagyon időigényes, az eddig alkalmazott szűrők viszont az eredeti profilt a „völgyek” közelében deformálták.

Jelenleg is folyó kutatásunk célja a fafajra jellemző anatómiai érdekesség elválasztása a megmunkálásból adódó érdekességtől, hasonlóan ahhoz, mint ahogy a szabvány a hullámosságot az érdekességtől megkülönbözteti.

Irodalomjegyzék

1. Fischer, R., C. Schuster 1993. ***Zur Qualitätsentstehung spanend erzeugter Holzoberflächen.*** Mitteilung aus dem Institut für Holztechnik der TU Dresden.
2. Kisselbach, A., O. Schadoffsky 1996. ***Gefräste Oberflächen als Eingangsgröße für die Schleifbearbeitung und Lackierung.*** Tagungsbericht Bielefeld.
3. Butterfield, M., Peszlen I. 1997. ***A fastest háromdimenziós szerkezete.*** Faipari Tudományos Alapítvány, Budapest, 148 pp.
4. Schadoffsky, O. 1996. ***Objektive Verfahren zur Beurteilung der Oberflächenqualität.*** Tagungsbericht Bielefeld.
5. Devantier, B. 1997. ***Prüfmethode zur objektiven Bewertung der Rauigkeit und Welligkeit von Holzwerkstoffen.*** Abschlußbericht IHD Dresden.
6. Sitkei, G., M. Horváth, S. Gyurácz, E. Csanády, J. Déry. 1990. ***Theorie des Spanens von Holz.*** Fortschrittbericht No.1. Acta Fac. Ligniensis, Sopron.
7. Magoss, E., G. Sitkei 2000. ***Strukturbedingte Rauheit von mechanisch bearbeiteten Holzoberflächen.*** Möbeltage in Dresden, Tagungsbericht S. 231-239.

Sarangolt faanyagok fotoanalitikus számbavétele

Varga Ferencné, Molnár Sándor, Komán Szabolcs ✧

A fakitermelés jelentős részét kitevő sarangolt választékok mennyiségének pontos megítélése igen ellentmondásos. Az erdőgazdaságok, sarangolt választékot értékesítő erdőtulajdonosok számára az űrméterben történő nyilvántartás a kézenfekvő, illetve legkönnyebben kivitelezhető. A cellulóz- és falemezgyártók számára viszont a kihozatalt az abszolút száraz tömeg határozza meg a legobjektívebben. E problémakör megoldására egy olyan fotoanalitikus módszer kidolgozása áll befejezés előtt intézetünkben, amely konkrét készletekre, rakományokra képes meghatározni a választék tömörödési tényezőjét illetve térfogatát. Ennek a két adatnak az ismeretében pontosan megállapítható egy adott sarangolt választékban található faanyag tömör m^3 -e. Az elemzés alkalmas a teherautón szállított illetve erdei rakodókon vagy hengeres alapanyagot feldolgozó üzemek rönkterén tárolt sarangolt választékok felvételezésére is.

Kulcsszavak: Hengeres választék, Sarang, Tömörödési tényező, Űrméter

Photoanalytic registration of stacked wood products

The exact measurement of stacked wood products - which give the majority of wood production volumes – is a controversial process. The easiest and most feasible way for a forestry or forest owner to determine the stacked wood yield is registration by the stere. Nevertheless the optimal estimation method for the cellulose and wood particle board factory is the measuring of the absolute dry mass. To resolve this problem, we have developed a new method based on photo analysis. This method helps determine the compaction factor and volume of the wood-stack. If we know these data the exact volume in m^3 will be determined. The system able to analyze either on the track or on the dock stored wood products.

Key words: Logs, Stacked wood products, Compaction factor, Stere

Bevezetés

A hazai fakitermelés jelentős részét kitevő sarangolt választékok pontos mennyiségének megítélése igen ellentmondásos, mivel a papíripari és rostfa számbavétele alaki sajátosságánál fogva nehezen mérhető. Az erdőgazdaságok, sarangolt választékot értékesítő erdőtulajdonosok számára az űrméterben történő nyilvántartás a kézenfekvő, illetve legkönnyebben kivitelezhető. A cellulóz- és falemezgyártók számára viszont a kihozatalt az abszolút száraz tömeg határozza meg a legobjektívebben.

E problémakör megoldására egy olyan fotoanalitikus módszer kidolgozása áll befejezés előtt intézetünkben, amely a konkrét készletekre, rakományokra képes meghatározni a választék tömörödési tényezőjét illetve térfogatát. Ez a módszer nem igényel laboratóriumi méréseket, és különleges szak tudást sem, csak egy – felhasználói szintű számítógépes ismeretekkel rendelkező – embert.

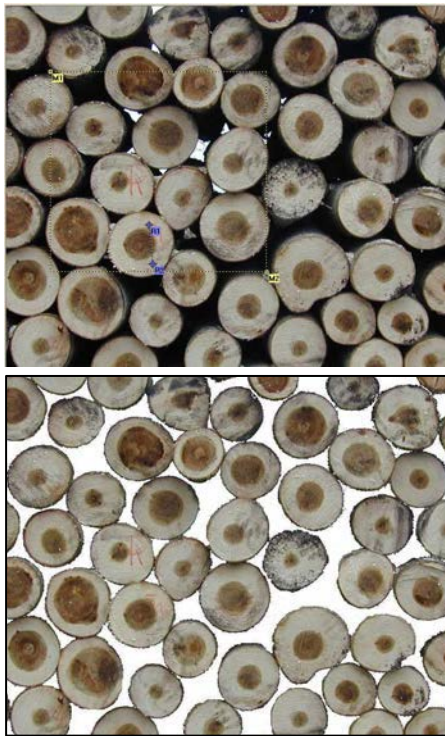
Vizsgálati módszer

A sarangolt választékok térfogatának tömör m^3 -re és (tonnában kifejezett) „atrosúlyra” való átszámítása több évtizedes szakmai vita tárgya, amely az általunk kidolgozott módszer két elemének alkalmazásával egyszerűen mérhető.

A kifejleszteni kívánt módszer egyik eleme – a pontos számbavétel kiindulási alapja – a sarangon belüli tömörödési tényező egzakt meghatározása. A vonatkozó szabvány csak fafaj- és választékcsoportokra ad meg konkrét alkalmazandó értékeket. A gyakorlat igényeit is figyelembe véve szükségesnek éreztük egy pontosabb, egy-egy konkrét sarangra érvényes tömörödési tényező meghatározását, ezzel kiküszöbölve illetve minimálisra csökkentve a mennyiségi megítélést befolyásoló tényezők hatását.

A módszer lényege, hogy a sarangok bütüfelületéről fényképeket készítünk, amelyeket számítógépen, fotóanalizáló program segítségével elemzünk. A program a faanyag

✧ Dr. Varga Ferencné CSc. egyetemi docens, Dr. Molnár Sándor DSc. egyetemi tanár, Komán Szabolcs intézeti mérnök, PhD hallgató, NyME Faanyagtudományi Intézet



1. ábra – A sarangról készült felvétel, elemzés előtt illetve a szoftver által feldolgozott formában.



2. ábra – Sarangolt választékok szállítás során és tárolásnál

bütüfelületeinek és az üreges részeknek a területarányát határozza meg, amelyek ismeretében számítani tudjuk a tényleges tömörödési tényezőt (**1. ábra**). A felvételeken a program rugalmassága révén az adott sarangra jellemző legrepresentatívabb terület jelölhető ki a mintavétel esetleges pontatlanságát kiküszöbölve.

A módszer másik eleme egy adott sarangolt választék mennyiségének meghatározása úrméterben. A mérés menete hasonlóan az előzőhöz, itt is a bütü felületről készített fénykép elemzésével történik. A választék felméréséhez un. bázispontokat kell kijelölnünk, amelyek egymáshoz viszonyított helyzetét ismerve, a képet úgy tudjuk transzformálni, hogy azon – a fényképezésből adódó torzítást kiküszöbölve - a valós méretek

leolvashatóak legyenek. Az elemzett bütüfelület összterületét szorozva a választék hosszával, kapjuk a pontos úrméter mennyiségét. Az elemzés alkalmas a teherautón szállított illetve erdei rakodókon vagy hengeres alapanyagot feldolgozó üzemek rönkterén tárolt sarangolt választékok felvételezésére is (**2. ábra**).

A képelemzéssel megállapított úrméter értékéből és a kapott tömörödési tényezőtől, pontosan megállapítható egy adott sarangolt választékban található faanyag tömör m^3 -e.

A módszer mellett, hogy konkrét választékra vonatkozó értéket ad, egyszerűen kivitelezhető, nem igényel drága beruházást és a választékok dokumentálhatósága révén a gyakorlat számára rendkívül megkönnyíti a korrekt értékesítést.

A geszt és a szijács korai és késői pásztaja fotodegradációjának vizsgálata

Tolvaj László, Mitsui Katsuya*

Az egyes fafajok pásztainak fotodegradációjában mutatkozó különbségeket vizsgáltuk vörösfenyő (*Larix decidua* L.), erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.), japán ciprus (*Cryptomeria japonica* D. Don), kóris (*Fraxinus excelsior* L.), mézgás éger (*Alnus glutinosa* L.) és gyertyánszil (*Zelkova serrata*) esetében. Megállapítottuk, hogy a késői pászta ellenálló-képessége a fotodegradációval szemben lényegesen jobb, mint a korai pásztaé. Néhány fafajnál a geszt késői pásztaja csak kismértékű károsodást szenved. A korai pászta közül a szijácsban lévő az érzékenyebb a fénybesugárzásra. Az infravörös színek az azt mutatják, hogy a pászta közötti lényeges eltérések az 1510 cm^{-1} körüli sáv csökkenésénél és az 1710 cm^{-1} körüli sáv növekedésénél figyelhetők meg. A vörösfenyő gesztje késői pásztajának az ellenálló képessége annyira jónak mutatkozott, hogy az infravörös színeknél a degradáció mértéke alig látszott.

Kulcsszavak: Geszt, Szijács, Korai pászta, Késői pászta, Napsugárzás, Színváltozás, Fotodegradáció

The photodegradation of earlywood and latewood in heartwood and in sapwood

The differences in photodegradation of different tissues of the following wood species were investigated: larch (*Larix decidua* L.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Japanese cypress (*Cryptomeria japonica* D. Don), ash, (*Fraxinus excelsior* L.), common alder (*Alnus glutinosa* L.) and zelkova (*Zelkova serrata*). It was found that the resistivity of latewood to the photodegradation is much better than the resistivity of earlywood. The latewood part of heartwood was hardly degraded in case of some species. The earlywood part of sapwood was the most sensitive to the photodegradation.

The infrared spectra showed that the important differences were in the decrease of the band at 1510 cm^{-1} and in the increase of the band around 1710 cm^{-1} . The resistivity of latewood part of heartwood in larch was so good, that it was hardly visible on infrared spectrum.

Key words: Heartwood, Sapwood, Earlywood, Latewood, Sunlight, Color change, Photodegradation

Bevezetés

A faanyagok fotodegradációja már régóta foglalkoztatja a faanyagtudomány és a faipar szakembereit. A kutatások egy része a mechanizmus feltárására irányul (Hon és Feist 1986, Tolvaj és Faix 1995, Pandey és Theagarajan 1997, Kataoka és Kiguchi 2001, Pastore és tsai. 2004, Pandei 2005, Oltean és tsai. 2008) míg mások a védelem tökéletesítésén szorgoskodnak (Ostmeyer és tsai. 1989, Umemura és tsai. 2008). A felületkezeléskor felhasznált védőanyagok alkalmazása természetesen újabb problémákat vet fel, a védőanyagok degradációját és kimosódását, ami komoly környezetkárosító folyamat. Az erdő és favagyonnal való gazdálkodás szempontjából nem közömbös, hogy a beépített faanyagok élettartamát sikerül-e kellő mértékben meghosszabbítani.

A fotodegradáció jelenségének feltárása, megismerése a több évtizedes kutatómunka ellenére, még mindig komoly kihívás a kutatók számára. Nehézséget jelent, hogy a jelenség nem vizsgálható tisztán, egyedül. Természetes körülmények között a napsugárzás hatása nem választható el a termikus hatástól, és a levegő páratartalmának hatásától sem. Ráadásul ezeket a hatásokat meghatározó paraméterek egy nap folyamán állandóan változnak a napsugárzás intenzitásával együtt, és akkor az éjszakát és a borús napokat meg az évszakok változását még nem is említettük. Ezért a fotodegradáció vizsgálatánál a napsugárzást elsősorban mesterséges, reprodukálható körülmények között, laboratóriumban imitálják.

* Dr. Tolvaj László DSc. egyetemi tanár, NYME Fizika Intézet, Dr. Mitsui Katsuya PhD. egyetemi tanár, Gifu Prefectural Human Life Technology Research Institute, Takayama, Japan

A faanyag bonyolult kémiai összetétele miatt sem egyszerű dolog a fotodegradáció során lejátszódó kémiai folyamatok megértése. Ezért a modellvegyületek alkalmazása a folyamatok egy-egy részének feltárásakor jó szolgálatot tesz. A fotodegradációnak nevezett változás önmagában is összetett, hiszen a széles hullámhossztartományt átfogó napsugárzás fotonjainak jelentősen eltérő energiája sokféle kémiai változás generálására alkalmas. Ezért a hullámhosszfüggés vizsgálata sok kutatót foglalkoztat. Napjainkban a lézerek fényforráskénti alkalmazásával ez a terület eredményesen kutatható (Papp és tsai. 2004, Pandey és Vuorinen 2008). Az optikai vizsgálatok szempontjából külön nehézség, hogy a faanyag a fény számára nem átjárható. Ezért a felületi reflexiós mérések előnyt élveznek. Annál is inkább, mert éppen abból a felületi rétegből hoznak információkat, melyeket a fotodegradáció érintett. Nagy hátrány, hogy a reflexiós vizsgálatok nagyon érzékenyek a felületi érdesség-változásokra. A faanyag felületi érdessége pedig rendkívül változatos.

A fentiekben leírt sokrétű és összetett problémára tekintettel ezen munkában a fotodegradáció egy részproblémájának vizsgálatát tűztük ki célul. Megvizsgáljuk a faanyag különböző szöveteinek (geszt és szíjács korai és késői pásztája) a fotodegradációval szembeni ellenálló képességét.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A vizsgálatokba a fenyőfélék közül a vörösfenyő (*Larix decidua* L.), az erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.) és a japán ciprus (*Cryptomeria japonica* D. Don), a lombos fafajok közül a kőris (*Fraxinus excelsior* L.), a mézgás éger (*Alnus glutinosus* L.) és a gyertyánszil (*Zelkova serrata*) fafajokat vontuk be. A próbatetek méretét az infravörös spektrofotométerek mintatartójának befogadó képessége szabta meg. Homogén, a felszínén csak egyféle pásztát tartalmazó, 12 mm átmérőjű és 1,5 mm vastag korongokat vágunk ki a faanyagokból, illetve 50x10x2 mm méretű lapkákat készítettünk.

A próbatetek besugárzásához egy XENOTEST 150S típusú öregítő szekrényt

használtuk, melynél a sugárforrás fényteljesítmény-sűrűsége a behelyezett minták síkjában 1250 W/m^2 volt (szűrő nélkül). A minták egy ultraibolya szűrő mögött foglaltak helyet. Tekintetbe véve a lámpa emissziós színeképét és a szűrő áteresztő képességét, a mintákat 300 nm és 380 nm közötti hullámhosszú ultraibolya fény érte. A minták felszíni hőmérséklete a kezelés során 40°C körüli érték volt, melyet termoelemmel mértünk, közvetlenül a sugárforrás kikapcsolása után.

Direkt napsugárzásnak kitett mintákkal is végeztünk vizsgálatokat. A próbateteket Takayamában (Japán, földrajzi szélesség: $39^\circ 9,3$ perc, tengerszint feletti magasság: 560 méter) helyeztük a szabadba. Az egyik sorozatot a magas páratartalmú kora nyári időszakban (2003. május 5. és augusztus 19. között, max. relatív páratartalom: 80%, és a hőmérséklet $16\text{-}41^\circ\text{C}$ között változott) helyeztük ki. A másik sorozat adatai: 2003. szeptember 17-december 5., 71%, $5\text{-}38^\circ\text{C}$ voltak. A minták csak napsütéses időben voltak kitéve a tartóállványra, mely dél felé nézett és a vízszintessel 30° -os szöget zárt be. A besugárzások között a mintákat a laboratóriumban, teljes sötétségben tároltuk.

Fénybesugárzásra a faanyagban történt változásokat színméréssel és az IR színekép felvételével detektáltuk. A színmerést egy a Nippon Denshoku Industries által gyártott SE-2000 típusú készüléket végeztük. Az eredményeket a CIE $L^*a^*b^*$ színkoordináta rendszerben adtuk meg. Az IR színeképek felvételére az alábbi spektrofotométereket alkalmaztuk: Perkin-Elmer 1710 és a két-sugaras JASCO: DR-81 FTIR. A színeképeket 64 mérés átlagából, 4 cm^{-1} felbontással készítette el a készülék számítógépe. A háttér színeképet egy alumínium lapka segítségével vettük fel. A színeképeket az összehasonlítás érdekében az 1380 cm^{-1} körüli maximumnál egységnyire normáltuk. Ezt a cellulóz C-H csoportjához tartozó sávot gyakran használják, mint belső vonatkoztatási sáv, mert centrális helyzetű, kellően intenzív és a tapasztalatok szerint stabil a fénybesugárzással szemben.

A változások demonstrálására különböző színeképeket képeztünk úgy, hogy a kezelt minta színekéből kivontuk a kezeletlen minta színekét. Mivel a diffúz reflexiós technika nagyon érzékeny a mérendő felület érdességére, ezért a mintákat mindig úgy helyeztük el a mintatartóban, hogy az IR sugár haladási iránya párhuzamos legyen a minta rostirányával.

A vizsgálati eredmények értékelése

Régi épületek időjárásnak kitett fa szerkezetein tanulmányozhatjuk, hogy a faanyag különböző szövetei milyen mértékben állnak ellen az időjárás viszontagságainak. Ilyen károsodott faanyagokat mutat az **1. és 2. ábra** „kemény és puha” faanyag esetében. A felvételek egy 1587-ben épült japán templom tető alatt (de nyitott térben, a napsugárzásnak és szeles időben az esőnek kitéve) lévő szerkezeti elemeit mutatják. Jól látható, hogy a késői pászta ellenálló képessége sokkal nagyobb, mint a korai pásztáé. A korai pásztától a késői pászta felé az átmeneti réteg ellenálló képessége fokozatosan növekszik. A késői pászta és az utána a következő tavaszon növekvő korai pászta közötti határ viszont élesen elkülönül. Ennek oka, hogy ezen határ két oldalán lévő sejtek szerkezete alapvetően eltér egymástól.

Az egyes pászták fénybesugárással szembeni ellenálló képességének feltáráshoz olyan tangenciális felszínű mintasorozatokat készítettünk, melyek csak egyféle pásztát tartalmaztak a felszínükön. A színváltozás nem mutatja meg egyértelműen a pászták eltérő viselkedését, hiszen a késői pászta rendszerint sötétebb, mint a korai pászta, és némelyik fafajnál a geszt lényegesen sötétebb, mint a szijács. A sötét pászták színváltozásai abszolút értékben mindig lényegesen kisebbek, mint a világos pásztáké. Erre a típusra jó példa a japán ciprus.

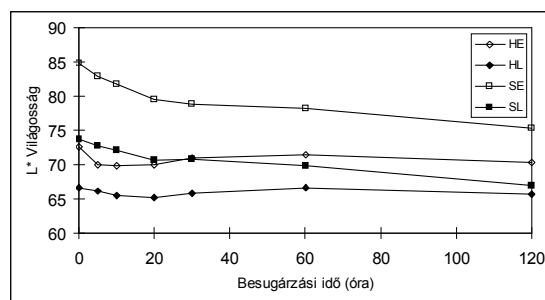
A színváltozások viselkedését a napsugárzásnak kitett japán ciprus adataival mutatjuk be. A **3-5. ábrák** a négyféle pászta világosságának, vörös és sárga színezetének változását szemléltetik. A világosság változásánál nem találunk lényeges eltérést a pászták viselkedése között (**3. ábra**).



1. ábra – Egy japán templom időjárás viszontagságainak kitéve egyik tartóoszlopának fényképe (valószínűleg gyertyánszil)



2. ábra – A szabadban lévő бүтүfelület erodálódása (Japán ciprus)

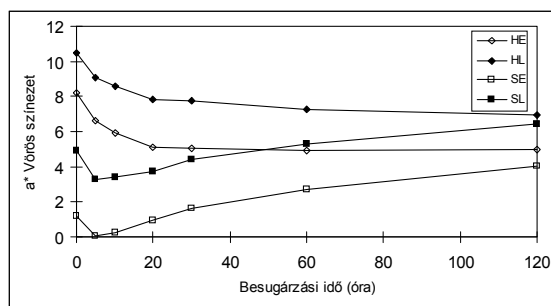


3. ábra – A japán ciprus pásztái világosságának változása napsugárzás hatására (Jelölések: H; geszt, S; szijács, E; korai pászta, L; késői pászta)

A korai pászta a kezelés első néhány órájában gyorsabban sötétednek, mint a késői pászta. A geszt korai pásztajánál kismértékű világosodás is bekövetkezett. Ez a világosodás a mesterséges fényforrások esetében sohasem volt megfigyelhető, a napsugárzás esetében viszont néhány sötét, késői pásztaánál előfordult (pl.: tölgy és gyertyán-szil). Azt is megfigyeltük, hogy a nedves időszakban kitett mintáknál a világosodás erősebb volt, mint a száraz időszakban kitettekénél. Ebből arra következtetünk, hogy a világosodásban a vízpárának van szerepe, mert a sötét degradációs termékek egy részét kioldja a faanyagból.

A **4. ábra** tanúsága szerint a vörös színezet alapján a japán ciprus négyféle pászta jelentősen elkülönül egymástól. A fotodegradáció során viszont ezek a különbségek nagymértékben csökkennek. Hasonló viselkedést tapasztaltunk az erdei fenyő esetében is. Valamennyi vizsgált faj esetében az első öt órában csökkent (vagy változatlan maradt) a vörös színezet függetlenül attól, hogy milyen volt a kiindulási állapot. A megismételt vizsgálatok is ugyanezt az eredményt mutatták. (Egyéb vizsgálatainknál akác esetében viszont ennek mindig az ellenkezőjét tapasztaltuk.) A jelenség magyarázata további vizsgálatokat igényel.

A rövid idejű csökkenés után viszont a vörös színezet mérőszáma a minták döntő többségénél folyamatosan növekedett a vizsgált időintervallumban. Csupán néhány eredendően vörös színezetű pászta esetében volt folyamatos csökkenés (pl.: japán ciprus).



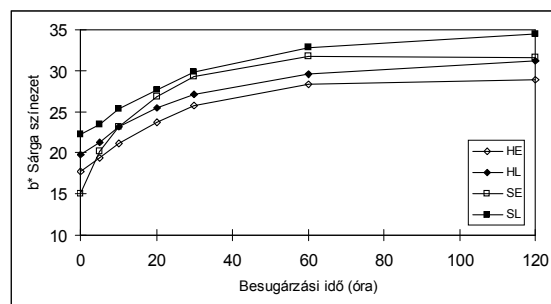
4. ábra – A japán ciprus pásztaí vörös színezetének változása napsugárzás hatására (Jelölések: H; geszt, S; szijács, E; korai pászta, L; késői pászta)

A fajok között a sárga színezetben nagy az eltérés. Amíg ez a lucfenyőnél 15 körüli érték, addig az akácnál ennek a duplája is előfordul. Egy fajon belül viszont az eltérések a pászta között relatíve kicsik. A szabad szemmel érzékelhető nagy színbeli eltérések a pászta között a színmérésnél inkább a vörös színkoordinátánál jelentkeznek. A sárga színezet változását szemlélteti az **5. ábra**. Ez a színkoordináta valamennyi faj esetében és mindegyik fajta besugárzásnál növekedést mutatott. A faanyag sárgulása a lignin bomlásának következményeként történik (Müller és tsai 2003).

A szijács korai pásztajának viselkedése tért el leginkább a többi pásztaótól. A japán ciprus esetében például a kitettségs első 30 órájában ennél a pásztaánál lényegesen nagyobb sárgulást figyeltünk meg, mint a többi pásztaánál.

A színkoordináták változásának mérésével nem állapítható meg egyértelműen az egyes pászta fotodegradációval szembeni érzékenységének sorrendje. Ennek ellenére elmondhatjuk, hogy a szijács valamivel érzékenyebbnek tűnt, mint a geszt. A szijácsban belül viszont a korai pászta nagyobb változásokat szenvedett, mint a késői pászta.

Az infravörös színkép segítségével több információt kapunk a pászta fotodegradációval szembeni érzékenységéről, mint a színméréssel. A lényeges eltérések a nem konjugált karbonilcsoportok ($1670-1830\text{ cm}^{-1}$) és a lignin aromás gyűrűjének abszorpciós sávjában (1510 cm^{-1} környékén) találhatóak. Ezt szemlélteti a **6-8. ábra** japán ciprus, éger és kőris faanyag esetében.

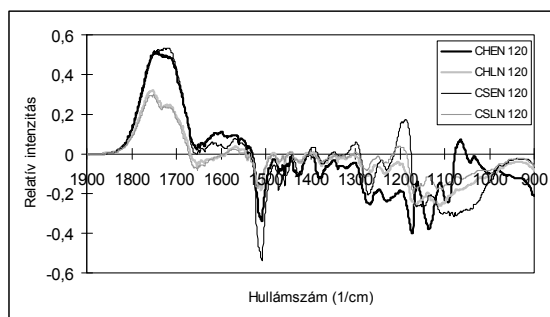


5. ábra – A japán ciprus pásztaí sárga színezetének változása napsugárzás hatására (Jelölések: H; geszt, S; szijács, E; korai pászta, L; késői pászta)

Megállapíthatjuk, hogy a korai pászták esetében az abszorpció csökkenése az 1510 cm^{-1} hullámszám környékén nagyobb, mint a késői pásztáknál. Ugyanez mondható el a karbonilsáv növekedéséről is. A geszt és a szijács késői pásztája közel azonos módon viselkedik a fenyőfélék esetében (6. ábra). A korai pászták között viszont találunk különbségeket.

A vörösfenyőnél például jelentős eltérést tapasztaltunk a geszt késői pásztája esetében. Ez a pászta olyan kismértékű változást mutat, hogy a változás alig emelkedik ki a zajszintből. A vörösfenyő ezen tulajdonsága lehet a magyarázata a különlegesen jó időjárás-állóságának. Ez a tulajdonsága hengeresfa formában lehet jelentős a szabadtéri konstrukcióknál.

A korai pászták közül a szijácsban lévő degradálódása a nagyobb mértékű. Ezt jól mutatja az 1510 cm^{-1} hullámszám környéki sáv csökkenése, ami a fenyőféléknél különösen jelentős. Ennek a sávnak a csökkenését a lignin aromás gyűrűjének a degradációja okozza. A karbonilsávban az 1710 cm^{-1} környéki abszorpció is valamivel jobban növekszik a szijács korai pásztájánál, mint a geszténél. Az 1770 cm^{-1} körüli abszorpció növekedése kevésbé függ a pászta milyenségétől, az 1710 cm^{-1} környékén lévő viszont mutat eltéréseket. Ez a jelenség a lombhullató fajoknál nagyon jól látszik, hiszen a keménylombos fajoknál a karbonilsávban megjelenő két csúcs jól elkülönül egymástól (7-8. ábra).



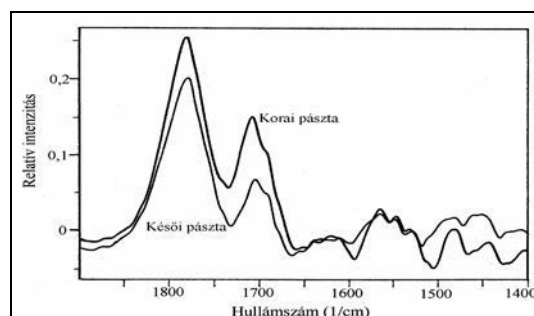
6. ábra – A japán ciprus pásztáinak infravörös, különbségi színeke 120 órás napsugárzás (N) hatására. (Jelölések: C; japán ciprus, H; geszt, S; szijács, E; korai pászta, L; késői pászta)

A késői pásztánál az 1710 cm^{-1} környéki sáv csak kis mértékben növekszik a másik karbonilsávhoz képest. A geszt késői pásztájánál ez a változás néhány tartós fafaj esetében alig érzékelhető. Ilyen fafaj például a kőris (8. ábra), a tölgy, a gyertyánszil és az akác.

Eltérések az 1000-1200 cm^{-1} hullámszám-tartományban is láthatók, de ezek az eltérések inkább abból fakadnak, hogy az infravörös színeképek meghatározásához használt Kubelka-Munk elmélet alkalmazhatósága itt kétséges.

Összefoglalás

A késői pászták ellenállóképessége a fotodegradációval szemben lényegesen jobb, mint a korai pásztáké. Néhány fafajnál a geszt késői pásztája csak kismértékű károsodást szenved. A korai pászták közül a szijácsban lévő az érzékenyebb a fénybesugárzásra. A pászták közötti lényeges eltérések az infravörös abszorpciós tartományban az 1510 cm^{-1} körüli sáv csökkenésénél és az 1710 cm^{-1} körüli sáv növekedésénél figyelhetők meg.



7. ábra – Az éger szijácsa korai és késői pásztájának infravörös, különbségi színeke 30 órás xenonlámpás besugárzás esetén



8. ábra – A kőris gesztje korai és késői pásztájának infravörös, különbségi színeke 30 órás xenonlámpás besugárzás esetén

Irodalomjegyzék

1. Hon, D. N. S., W. C. Feist. 1986. ***Weathering characteristics of hardwood surfaces.*** Wood Sci. Technol. 20:169–183
2. Kataoka, Y., M. Kiguchi 2001. ***Depth profiling of photo-induced degradation in wood by FT-IR microspectroscopy.*** J. Wood Sci. 47: 325–327
3. Müller, U., M. Rätzsch, M. Schwanninger, M. Steiner, H. Zöbl 2003. ***Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation.*** J. Photochem. Photobiol., B: Biology 69:97–105.
4. Oltean, L., A. Teischinger, C. Hansmann 2008. ***Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure.*** Holz Roh-Werkst. 66(1):51–56
5. Ostmeyer, J.G., T.J. Elder, J.E. Winandy 1989. ***Spectroscopic analysis of southern pine treated with chromated copper arsenate. II. Diffuse reflectance Fourier transform infrared spectroscopy.*** J. Wood Chem. Technol. 9(1):105–122
6. Pandey, K.K., K.S. Theagarajan 1997. ***Analysis of wood surfaces and ground wood by diffuse reflectance (DRIFT) and photoacoustic (PAS) Fourier transform infrared spectroscopic techniques.*** Holz Roh-Werkst. 55:383–390
7. Pandey, K.K 2005. ***Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood.*** Polymer Degradation and Stability 90(1):9–20
8. Pandey, K.K., T. Vuorinen 2008. ***Comparative study of photodegradation of wood by a UV laser and a xenon light source.*** Polymer Degradation and Stability 93(12):2138–2146
9. Papp, G., E. Preklet, B. Košíková, E. Barta, L. Tolvaj, J. Bohus, S. Szatmári, O. Berkesi 2004. ***Effect of UV laser radiation with different wavelengths on the spectrum of lignin extracted from hard wood materials.*** J. Photochem-Photobiol., A: Chemistry, 163:187–192
10. Pastore, T.C.M., K.O. Santos, J.C. Rubim 2004. ***A spectrophotometric study on the effect of ultra-violet irradiation of four tropical hardwoods.*** Bioresource Technol. 93(1):37–42
11. Tolvaj, L., O. Faix 1995. ***Artificial Ageing of Wood Monitored by DRIFT Spectroscopy and CIE L*a*b* Color Measurements. I. Effect of UV Light.*** Holzforschung 49(5):397-404
12. Umemura, K., H. Yamauchi, T. Ito 2008. ***Durability of isocyanate resin adhesives for wood. V. Changes of color and chemical structure in photodegradation.*** J. Wood Sci. 54:289–293

A gőzölt akác faanyag színének időjárás-állósága

Tolvaj László, Molnár Sándor, Németh Róbert, Nagy István*

A gőzölt akác színtabilitását vizsgáltuk 2 éves kitétségi hatására. Az összehasonlítás érdekében gőzöletlen akác és tölgy mintákat is elhelyeztünk a gőzölt akác próbatestek mellett. A színváltozást a CIE $L^*a^*b^*$ szinkordináta rendszerben követtük nyomon. A kitétségi első hónapjában a tölgy és a gőzölt akác minták világosodtak, míg a natúr akác minták sötétedtek. A második (esős) hónap során valamennyi minta világosodott. Ezt követően az összes minta sötétedett. A színezet változása hasonló tendenciát követett. Az első év eltelte után már nem volt lényeges színváltozás, az összes minta egyformán szürke lett. Megállapítottuk, hogy a gőzölt akác faanyag kültéri felhasználása nem ajánlott.

Kulcsszavak: Akác, Tölgy, Gőzölés, Napsugárzás, Színváltozás

Weathering properties of the colour of steamed black locust

The colour stability of steamed black locust samples was investigated during 2 years outdoor exposure. For comparison nature black locust and oak samples also were exposed. The colour alteration was monitored by CIE $L^*a^*b^*$ colour co-ordinate system. The nonsteamed black locust and the oak samples became lighter but the steamed black locust samples darkened during the first month of exposure. All samples darkened during the second (rainy) month. The change of colour hue followed the same tendency. There was no considerable colour change after the first year of treatment. All samples became uniform grey. It was concluded that steamed black locust wood is not recommended for outdoor use.

Key words: Black locust, Oak, Steaming, Sunlight, Colour change

Bevezetés

Az akác faanyag reprodukálható ipari gőzölése megoldatlan volt mindaddig, amíg a gőzölési tulajdonságait szisztematikus munkával fel nem tártuk (Tolvaj és tsai. 2000, 2004, 2005). Kimutattuk, hogy az akác faanyag nagyon érzékeny a gőzölési hőmérsékletre. Már 1–2 °C-os hőmérsékletváltozás is jelentős színeltérést okoz. A régi típusú gőzölő kamrák és harangok nem voltak képesek stabilan tartani a hőmérsékletet. Ezért nem lehetett ugyanazt a szintet reprodukálni az egymást követő gőzölések során.

Megállapítást nyert (Tolvaj és tsai. 2000, 2004), hogy a világosság a gőzölés kezdetén gyorsan csökken, majd a változás lelassul, 100°C fölött pedig megáll. Az aktív gőzölési idő a hőmérséklet emelkedésével rohamosan csökken. Így 130°C-on kétnapi gőzölés után már nem történik sötétedés. Az is kiderült, hogy 100°C alatt nem érhető el a sötét, csokoládébarna szín. A vörös színezet a gőzölés kezdetén rohamosan növekedett, majd elérve egy maximumot csökkenni

kezdett. A maximum időbeli helye egy adott hőmérsékleten a hatásos gőzölési idő felső határát jelenti.

A világosság változását sikerült két független változót, a gőzölési hőmérsékletet és a gőzölési időt tartalmazó függvénnyel leírni (Horváth 2000, Horváth és Varga 2000). A korrelációs indexek értékei azt mutatják, hogy a számítással meghatározott és a gőzölés során kialakuló világosságváltozás között nincs jelentős eltérés.

Az anyagok színét a kémiai szerkezetükben előforduló konjugált kettős kötések határozzák meg. Emiatt a színváltozásokért a molekulákban lévő konjugált kettős kötésekben történt változások a felelősek. A faanyagban ilyen kötések csak a ligninben és az extrakt anyagokban vannak. Ezért a színváltozások okát itt kell keresni. Németh (1998) összehasonlította a faanyagok termikus hatásokra bekövetkező színváltozásait extrakt anyagok kivonása előtt és után. Megállapította, hogy a színváltozást döntően az extrakt anyagok okozzák. Oxidatív és nem oxidatív közegben elvégezve a kísérleteket,

* **Dr. Tolvaj László DSc.** egyetemi tanár, NYME Fizika Intézet, **Dr. Molnár Sándor DSc.** egyetemi tanár, **Dr. Németh Róbert PhD.** egyetemi docens, NYME Faanyagtudományi Intézet, **Nagy István** tanszéki munkatárs, NYME Fizika Intézet

azt tapasztalta, hogy oxigén jelenlétében erőteljesebben változik a szín.

Az extrakt anyagok egy részét az esővíz képes kimosni a faanyagból, és ez érítheti a színeképző vegyületeket is. Ezért is fontos annak tisztázása, hogy az akác faanyag gőzöléssel létrehozott színe mennyire időjárásálló.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A gőzölt akác (*Robinia pseudoacacia* L.) faanyag időjárás-állóságának vizsgálatánál gyalult felületű natúr akác és gőzölt akác próbatesteket helyeztünk el a szabadban, Sopronban az egyetem területén. A próbatestek vizsgált felülete dél-nyugat felé nézett, és 30°-os szöveget zártak be a függőlegessel. Az akác faanyag gőzölése 95°C-on, 100 órás gőzölési idővel történt. Kontrollként az akác minták mellé tölgy (*Quercus robur*) mintákat is tettünk. A próbatestek mérete 1200x100x20 (mm) volt. A kitétség egy meleg és száraz augusztussal kezdődött, melyet esős szeptember követett. A vizsgálat két évig tartott. Az első évben havonta, a második évben kéthavonta végeztünk színmerést.

A színméréshez egy számítógéppel vezérelt MINOLTA 2002 típusú színmérő készüléket használtunk. A próbatestek felületén 50 ponton végeztünk színmerést. A grafikonokon ábrázolt színpontokat az 50 mérés átlaga adta. A havonta megismételt méréseket mindig ugyanazokon a pontokon végeztük el. A színpontokat a háromdimenziós CIE L*a*b* színinermérő rendszerben adtuk meg. Ebben a rendszerben a minta világosságát az L* koordináta adja meg. Faanyag esetében az a* koordináta a vörös színezetet, a b* koordináta a sárga színezetet reprezentálja. (A nagyobb értékek az élénk színeket, a kisebbek a szürke árnyalatokat adják.)

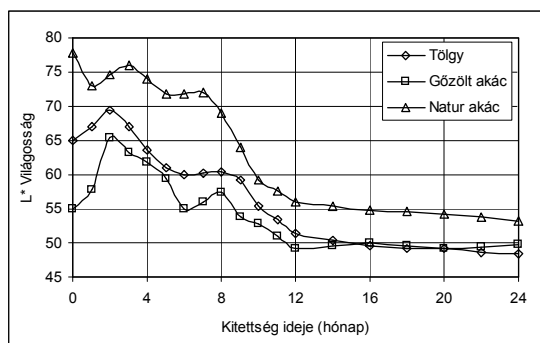
A vizsgálati eredmények értékelése

A vizsgálatokhoz az összehasonlítás érdekében a gőzölt akác minták mellé natúr akác mintákat is tettünk, és elhelyeztünk tölgy

mintákat is. A tölgy faanyag kiváló időjárás-állósága jól ismert. Ezért választottuk kontrollként a gőzölt akác minták mellé. Az időjárás hatásának kitétt faminták közül a világos színű natúr akác sötétedett, a lényegesen sötétebb tölgy és gőzölt akác viszont világosodott az első hónapban, a többnyire napsugárzás augusztus során (1. ábra).

A natúr akác sötétedése összhangban van azzal a tapasztalattal, hogy az akác faanyag a napsugárzás hatására már néhány óra alatt sötétedik és elszíneződik. A gőzölt akác esetében viszont ezek az érzékeny extrakt anyagok már a gőzölés során kémiai változásokat szenvedtek. Gőzölt akác esetében viszont a gőzölés során keletkezett sötét, színeképző vegyületek degradálódnak a napsugárzás hatására, és ezért világosodik a faanyaga.

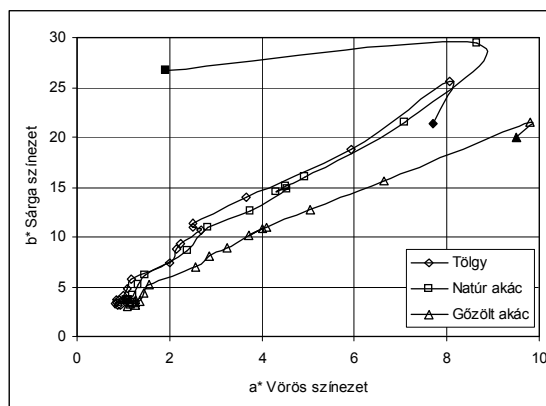
Szeptemberben és októberben a natúr akác is világosodott, mert a sötétedést okozó degradációs termékeket az eső kimosta a felületből. Ezt követően valamennyi minta sötétedett. Ez alól a 7. és a 8. hónap volt a kivétel, ahol a világosság változása stagnált a gőzölt akác kivételével. Az első év alatt megtörtént a világosság csökkenésének döntő része. A második évben alig történt változás. A gőzölt akác a napsugárzás hatására bekövetkezett világosság növekedés után közel került a tölgy világosságához, és a további kezelés során gyakorlatilag együtt haladtak. Az 1. ábrán növekedések és csökkenések váltogatják egymást, valamennyi kitétt faanyagnál hasonló módon. Ezek a változások nem a faanyag jellemzői, hanem az egyes hónapokat jellemző időjárás eltéréseinek a következményei.



1. ábra – Az időjárás hatásának kitétt minták világosság-változásának időfüggése

A napsugárzás által létrehozott fotodegradáció tekintetében a színezet változása sokkal jellemzőbb, mint a világosság változása. A színezetváltozást a **2. ábra** szemlélteti.

Az ábrán a kezdeti állapotot a sötét pontok jelölik, melyeket sorrendben a havonkénti, majd a kéthavonkénti mérések adatai követnek. A kitétség kezdetén a napsugárzás hatására történő lignin bomlás következményeként a sárga irányú eltolódás a jellemző. A kitétség első hónapjában valamennyi mintánál megfigyelhető volt kismértékű sárgulás, amit a b^* koordináta növekedése mutat. Ezen idő alatt a natúr akác minták nagymértékű vörös irányú színeltolódást mutattak. Ez a változás a többinek a sokszorosa. Akác esetében már a néhány órás napsugárzás is jelentős vörös irányú színeltolódást mutat. Ezzel az erőteljes vörös irányú színeltolódással jár együtt a fent tárgyalt sötétedés is. Korábbi munkákban megállapítást nyert, hogy a világosság lineáris kapcsolatban van a színezeti szöggel (Németh 1982, Tolvaj 1994, Tolvaj és Németh 2008). Ez azt jelenti, hogy a világos faanyag mindig sárgább, míg a sötét faanyag inkább vörösebb árnyalatú. Az akác faanyag nagyon magas extraktanyag tartalma okozza ezt az erőteljes elszíneződést. A gőzölt akácnál ez a változás már a gőzölés során végbemegy, ezért itt csak csekély vörös irányú eltolódást észlelünk.



2.ábra – A színpontok vándorlása a kitétség hatására (A görbék fekete kezdőpontjai a kezeletlen minták színpontjai, és ezeket követik a havonta, a második évben kéthavonta mért színpontok.)

Szeptembertől a gyakoribbá váló esők folyamatosan mosták ki a színeképző anyagokat valamennyi mintából, függetlenül attól, hogy mikor és milyen folyamatban keletkeztek azok. Mind a vörös színezet, mind a sárga színezet folyamatosan csökkent. Ez alól csak a téli hónapok voltak a kivételek, amikor alig történt színezetváltozás. A kitétség első 12 hónapja során szinte az összes színeképző vegyület degradálódott és kimosódott a minták felszínéből. A kitétség második éve során már nem történt lényeges színezetváltozás. Két év után a próbatetek színe alapján nem lehetett eldönteni, hogy eredetileg melyik sorozathoz tartoztak. Valamennyi minta színe egyformán szürke volt mutatva, hogy a felszínen csupán a szürke cellulóz láncok maradtak. Szinte minden más alkotóvegyület degradálódott. A minták szabad szemmel érzékelhető szürke voltát a színmérés is jól visszaadja, hiszen az a^* és b^* koordináták nagyon kicsi értékek, ami éppen a szürke szín jellemzője. A vizsgálat megmutatta, hogy az akác faanyag időjárás-állósága nem marad el a tölgyétől. Sem a repedezett-ségben, sem a felület porózussá válásában nem volt különbség a két faanyag között. Sajnálatos módon a gőzölt akác faanyag éppen az értékőbbséget jelentő meleg barna színét veszítette el a kitétség alatt. A vizsgálatok kimutatták, hogy a gőzöléssel létrehozott szín nem tartós, tehát a kültéri szerkezetekhez nem érdemes gőzölt akác faanyagot felhasználni. Azért sem célszerű a gőzölt akác kültéri felhasználása, mert a gőzölés csökkenti a natúr akác kiváló gombaállóságát (Molnár 1998).

Összefoglalás

A színtartósság tekintetében a natúr akác színe, a napsugárzás hatására bekövetkező jelentős vörös elszíneződés után, a kültérben gyakran alkalmazott tölgyhöz hasonlóan viselkedett. A gőzölés viszont, mint színváltoztató hatás nem javasolható a szabadtérbe kitétt fatárgyak esetében, mert az általa létrehozott szín nem időjárásálló.

Irodalomjegyzék

1. Horváth-Szováti E. 2000. *A gőzölt akác világosság-változásának hőmérséklet- és időfüggése*. SE Tudományos Közleményei 46: 179-189
2. Horváth-Szováti E., Varga D. 2000. *Az akác faanyag gőzölése során bekövetkező színváltozás vizsgálata. II. A 105, 110 és 115°C-on történő gőzölés eredményei, javaslat az ipari hasznosításra*. Faipar 48(4): 11-13
3. Molnár S. 1998. *Die technischen Eigenschaften und hydrotermische Behandlung des Robinienholzes*. In: Molnár, S. ed. Die Robinie Rohstoff für die Zukunft (Erfahrungen und Forschungsergebnisse). Stiftung für die Holzwissenschaft, Budapest 50–63.
4. Németh K. 1982. *A fa színének értékelése a CIELAB-rendszerben*. Az Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei (2):125-135
5. Németh K. 1998. *A faanyag degradációja*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
6. Tolvaj, L., E. Horváth-Szováti, C. Sáfár 2000. *Colour modification of black locust by steaming*. Wood Research (Drevarsky Vyskum) 45(2):25–32
7. Tolvaj L., Molnár S., Takáts P., Varga D. 2004. *Az akác (Robinia pseudoacacia L.) faanyag színének változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében*. Faipar 52(4):9–14
8. Tolvaj L., Molnár S., Takáts P., Varga D. 2005. *Az akác (Robinia pseudoacacia L.) faanyag színének homogenizálása gőzöléssel*. Faipar 53(1):13-15
9. Tolvaj L., Németh K. 2008. *Correlation Between Hue-angle and Colour Lightness of Steamed Black Locust Wood*. Acta Silvatica & Lignaria Hungarica 4:55–59

Fafeldolgozási hulladékok kezelése, felhasználhatósága I.

Németh Gábor ✧

A magyarországi faipari hulladékgazdálkodással kapcsolatban a közelmúltban jelentős megoldandó feladatok adódtak. Ezen problémák számos konfliktus eredményeként alakultak ki. A magyar faipari társadalomban általánosan elfogadott tény, hogy a fahulladék hasznosításának nem a legjobb módja az égetés, hiszen az sok esetben mint melléktermék vehető figyelembe, és másodnyersanyagként különböző termelési folyamatokban újrahasznosítható.

El kell tehát dönteni, hogy a termelési folyamatokban keletkező hulladék és hulladéknak nem minősülő anyagokat milyen módon lehet megkülönböztetni és azokat milyen módon lehet, és érdemes hasznosítani az ökológia és ökonómia figyelembevételével.

Kulcsszavak: Hulladék, Melléktermék, Újrahasznosítás, Újrafelhasználás, Faenergetika

Handling and recycling of waste in the wood industry. Part 1.

Regarding the waste management in the Hungarian wood industry, serious problems have come up recently caused by numerous conflicts. In the Hungarian society of wood industry it is an accepted fact that the incineration is not the best way for wood waste utilization because in many cases it can be considered as a by-product and may be recycled in several production processes as a secondary raw material. Therefore the distinguishing of waste and non-waste materials arising during the production process, and their utilization method should be decided from an economical and ecological point of view.

Key words: Wood waste, By-product, Recycling, Reuse, Wood energetics,

Bevezetés

A hulladékok hatékonyabb hasznosítása, a környezet terhelésének csökkentése érdekében az Európai Unió számos kutatási-technológiai programot indított el COST néven (COoperation on Scientific and Technical Research), melyek közül a COST E31 program (a záró konferenciára 2007. május 2-5 között került sor), foglalkozott az újrahasznosított fával. A program 20 országot foglal magába, köztük Magyarországot is. A tagok rendszeresen találkoztak, és megosztották egymással legújabb kutatási eredményeiket, bemutatták, hogy országuk mennyit fejlődött ezen a területen.

A COST E31-es programnak két fő munkacsoportja volt: az egyik az újrahasznosítható fa európai menedzsmentjével foglalkozott, míg a másik az újrahasznosítható fa kezelésével (technikai, gazdasági, környezetvédelmi szempontból). A munka célja volt továbbá a definíciók és az adatok minőségének harmonizálása is, amely fontos az adatok összehasonlíthatósága miatt is.

A vizsgálatok során az alábbi faalapú hulladékokra helyeztek nagy hangsúlyt:

- csomagolási hulladék
- bontott fa
- építőipari faalapú hulladék
- lakossági, ipari és kereskedelmi tevékenységből származó használt fa.

A közös kutatások során előtérbe került, hogy e hulladékokat milyen módon lehet felhasználni, amelyek közül a legfontosabbak (hierarchikusan) az alábbiak:

- reuse, azaz újrafelhasználás
- recycling, azaz újrahasznosítás,
- energy generation, azaz energiaelőállítás,
- disposal, azaz megsemmisítés.

Magyarországon a feszültség sok esetben az újrahasznosítás és az energia előállítás között keletkezik, hiszen a helyes arányokat nehezen lehet meghatározni (pl. a forgácsból forgácslap készüljön, vagy energiahordozóként funkcionáljon fűtési rendszerekben?).

✧ Németh Gábor egyetemi adjunktus, NYME Gépészeti Intézet

Egyértelmű, hogy a harmadik lehetőség, az ún. megsemmisítés (disposal) az egyik legrosszabb megoldás az üvegházhatás szempontjából. Ekkor ugyanis a fát vagy hulladékként, vagy komposztálóanyagként kezelik, esetleg elégetik anélkül, hogy energiaforrásként hasznosítanák – tehát kikerül a szén körforgásból. A további felhasználás már nem lehetséges, és ha hulladékként kezelik, akkor jelentős mennyiségű metán és más üvegházhatású gáz szabadul fel. A kibocsátás csökkentése tehát erről az oldalról ragadható meg leginkább – és ezzel értékes másodlagos nyersanyagokat menthetünk meg.

Az újrahasznosításra és az energetikai hasznosításra hatalmas piac épült ki, bár vannak korlátozó tényezők. Ilyen például, hogy a veszélyes anyagokkal kezelt fák esetében nehezen megoldható az újrahasznosítás lehetősége, a bennük levő védőszer összetétele miatt (pl. réz, arzén, króm, stb.). Alapvetően szem előtt kell tartani, hogy a fában lévő kötött szén minél tovább megőrizzük, és csak legvégső esetben engedjük vissza az atmoszférába, ahonnan a fák (esetleg a tenger, a sarkok jégsapkái, stb.) ismét elnyelik.

A folyamat nem csak környezetvédelmi szempontokból fontos. Gazdasági, társadalmi szempontból bizonyított, hogy ha összegyűjtik és hasznosítják az anyagot, akkor ennek a költsége kisebb, mintha csak begyűjtenék, és elraktároznák (pl. hulladéklerakóba kerül, ahol ugyanúgy lebomlik, de a belőle nyerhető energiát nem hasznosítjuk – viszont a CO₂ ugyanúgy felszabadul). Természetesen egy vállalatnak akkor gazdaságos az újrahasznosítás, ha a kinyert másodlagos nyersanyag olcsóbb, mint az elsődleges. Sokszor ez a szempont segít igazán eldönteni a kérdést: újrahasznosítás vagy égetés?

A nem megfelelő szabályozás azt eredményezte, hogy elégették a lemezipar, a forgácslap-gyártás nyersanyagait is. Ez azonban további káros hatásokat is eredményezett:

- nőtt Magyarország függősége a külföldi fa-nyersanyagoktól
- más anyagok (nem faalapú) használata került előtérbe

- növekvő nyomást gyakorol az erdészetekre, amelyek a faipari nyersanyagokat adják, és ezáltal veszélyeztetik a biológiai diverzifikációt is.

Van Riet (az Európai Lemezipari Szövetség szakértője) szerint erre az Európai Unió több országában is találhatunk példát. A faipari vállalatok, amelyek a faforgácsot, a fűrészport, stb. dolgozzák fel, nehéz helyzetbe kerültek: több helyen – mint Belgium, Németország, Franciaország – komoly nyersanyaghiánnyal küzdenek, és például Dániában több üzem be is zárt.

A vázolt problémák miatt a fa értékláncát figyelembe kellene venni. A helyes sorrend – mely segít a fa szénmegkötő képességét a lehető legnagyobb mértékben kihasználni - a következő lenne:

Fa termékek → újrahasználat → visszaforgatás → energiaforrás

Az alkalmazott kutatási módszer, célkitűzések

Előzetes, konkrét vizsgálataink arra vonatkoztak, hogy a faiparban milyen típusú és milyen mennyiségű hulladék keletkezik Magyarországon. Erre elsődlegesen kérdőív tűnt célszerűnek, ugyanakkor be kellett látni azt is, hogy a pontos felmérést csakis személyesen lehet elvégezni, hiszen faiparunk sokszínűsége a vállalati szektorban is érződik. Indokolható ez azzal is, hogy ilyen jellegű, a hulladékok hasznosításával, ártalmatlanításával összefüggő kérdésekre nem szívesen válaszoltak az érintett cégek. Ezek az adatok elegendőek voltak egy alapozó vizsgálathoz, mely a már konkrét termelő üzemek esetében kijelölte, hogy milyen úton induljunk el a faipari hulladékgazdálkodás feltérképezését illetően.

Ugyanakkor azt tapasztaltuk, hogy egyfajta konzorciumi munkába már szívesen bekapcsolódtak a cégek, hiszen beleláthattak a kutatási munkába. Ezáltal is érthetőbbé vált, hogy ez milyen előnyökkel jár saját vállalkozásuk számára. A részletesebb és pontosabb elemzések érdekében tehát néhány, a faiparban jelentős múlttal rendelkező

és a magyarországi faipart jelentősen meghatározó vállalatnál végeztünk kutatásokat és felméréseket (a vállalatok nevük mellőzését kérték).

Az átfogó kutatómunka elsődleges céljaul tehát a fafeldolgozási hulladékok keletkezési helyeinek és felhasználási lehetőségeinek megismerését, illetve azok lehetséges fejlesztési irányainak leírását tűztük ki. Ehhez elsősorban meg kellett ismerni a jelenleg hatályos hazai és külföldi jogi szabályozásokat, melyek többsége általánosan foglalkozik a hulladékokkal. Ily módon megállapítottuk, hogy a faipari termelés során keletkező hulladékokra mely jogi részek vonatkoznak, és azok hogyan befolyásolják a hulladék kezelését, hasznosíthatóságát, ártalmatlanítását.

A faalapú hulladékok hasznosíthatóságának tisztázása szükségessé tette a hulladék és melléktermék megkülönböztetését, hiszen ez a besorolás alapvetően befolyásolja a hasznosítására irányuló mozzanatokat. Éppen ezért egy általános folyamatmodell elkészítése segíthet eldönteni, hogy mit tekintünk hulladéknak és mit mellékterméknek. A faalapú hulladékoknak Magyarországon nincs kiforrott osztályozási módja, ezért ennek megfogalmazása és kialakítása elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy pontos képet kapjunk a faalapú hulladékok/melléktermékek minőségi és mennyiségi kérdéseiről. Ugyanígy fontos kérdés a faalapú hulladékok veszélyessége. Sok esetben első kérdés kell hogy legyen, hogy veszélyes, vagy nem veszélyes faalapú hulladékról van-e szó.

Napjaink problémája a hazai faiparban az, hogy maguk a szakemberek sem tudják eldönteni, hol lehet a határ az energetikai felhasználás és az újrahasznosítás között. A jelenleg nem túl egyértelmű határ megfogalmazásakor ki kell emelni a faalapú hulladékok/melléktermékek minél tovább történő „életben tartását”, a hasznosítási/ártalmatlanítási alaphierarchia fenntartása mellett. Ehhez nyilván szükséges „mindkét fél” területét megismerni, beleértve ebbe az energetikai hasznosítási lehetőségeket, azok összes előnyével és hátrányával együtt.

Az alapkutatások során fény derült egy, a faalapú csomagolási hulladékokat érintő problémára. E szerint ezek minimális hasznosítási arányaként az Európai Unió 15%-ot adott meg irányelvként, szemben például a papírral, ahol ez az arány 60%. A cikkben vázolt javaslat – a vonatkozó irányelv módosítására – képes ezt a problémát feloldani.

A fafeldolgozás során, a faalapú hulladékokkal/melléktermékekkel egy időben keletkező más összetételű hulladékok problémáját is tárgyalni szükséges. Az ezekre alkalmazható komplex hulladékhasznosítási lehetőségeket folyamatmodellek segítségével egyszerűbben érthetővé kívántuk tenni a szakemberek számára a jogi aspektusok maximális figyelembevételével.

Ha a faipari hulladékokról beszélünk, mindenképpen ki kell térni a teljesség kedvéért az ún. „öregfa” („Altholz”) kérdésre (keletkezési körülményei, begyűjthetőség) is, mely az elhasználadott fatermékek, faalapú csomagolási hulladékok gyűjtő neve. A faalapú hulladékok tekintetében a forgácslapban történő újrafelhasználás tekinthető mérvadónak, természetesen az üzemben belüli melléktermékek újrafeldolgozását követően. A kutatás ezen szegmensében arra törekedtünk, hogy a hulladékból melléktermékké váló anyagoknak a forgácslapgyártás termelési folyamatába integrálásának lehetőségeit felderítsük.

A hulladékok tudatos kezelését már képződésük előtt el kell kezdeni. Alapvető fontosságú az alapanyag racionalizálását célzó, a megelőzésre irányuló vizsgálat, melyet SIMUL8 termelés szimuláló szoftver segítségével végeztünk el.

Hulladék vagy melléktermék?

Az előzőekben ismertetett gondolatmenetet követve elsőként talán célszerű tisztázni, hogy mi számít hulladéknak és mi mellékterméknek?

A 2005. december 21-én elfogadott COM(2005) 666 tematikus stratégiában a Bizottság vállalta, hogy „az Európai Bíróság joggyakorlatán alapuló iránymutatásokat tartalmazó bizottsági közleményt tesz közzé a fontos iparágak melléktermékeire

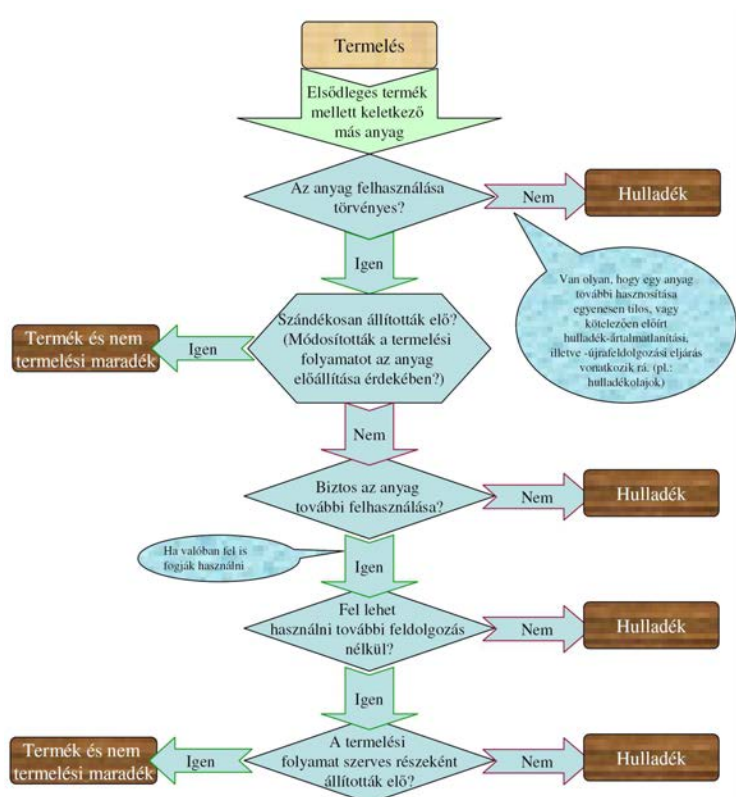
vonatkozó kérdések megválaszolására, hogy mikor kell, és mikor nem kell a mellékterméket hulladéknak tekinteni, tisztázandó a jogi helyzetet a gazdasági szereplők és az illetékes hatóságok számára”. Ennek a kötelezettségvállalásnak tesz eleget a 2007. február 21-én az Európai Közösségek Bizottsága által COM(2007) 59 számon kiadott „Tájékoztató közlemény a hulladékról és a melléktermékekről” című kiadvány is. A közlemény eldöntendő kérdése, hogy hogyan lehet különbséget tenni a termelési folyamatok melléktermékeként keletkezett, hulladéknak nem minősülő anyagok és a valóban hulladéknak tekintendő anyagok között. Azon elméletek, melyek szerint elegendő megvizsgálni, hogy az anyagot hasznosításra vagy ártalmatlanításra szánják-e, illetve azt, hogy az anyagnak van-e gazdasági értéke van-e vagy sem, nem biztosítják kellően magas szinten a környezet védelmét. E kérdés megválaszolását tehát sok kockázati tényező és a lehetséges hatások megvizsgálásának kell megelőznie.

A faiparban is célszerű bevezetni a túlságosan is általánosnak tekinthető hulladék fogalma mellett a közleményben tárgyalt új megközelítéseket:

- **termék:** olyan anyag, amelyet egy termelési folyamat során szándékosan állítanak elő. Gyakran meghatározható egy vagy több „elsődleges” termék, ami alatt az előállított legfontosabb anyag(ka)t kell érteni.
- **termelési maradékanyag:** olyan anyag, amelynek az előállítása nem cél az adott termelési folyamatban, ez az anyag azonban nem feltétlenül hulladék.
- **melléktermék:** olyan termelési maradékanyag, ami nem minősül hulladéknak

Több országban, köztük Magyarországon, a faiparban is bebizonyosodott, hogy a hulladék nem megfelelő módon történő meghatározása gazdasági károkat okozott, nem beszélve a környezeti károkról. Szükséges tehát a melléktermék definiálásának bővítése azon a megfogalmazáson túl miszerint az „anyagot hasznosításra vagy ártalmatlanításra szánják-e, illetve azon, hogy az anyagnak van-e gazdasági értéke vagy sem” hisz ez nem biztosítja kellően magas szinten a környezet védelmét.

A közlemény I. mellékletében példaként említi a fafeldolgozás során keletkező kezeletlen fűrészport, faforgácsot és a levágott darabokat (eseléket). Hangsúlyozza, hogy ezen anyagok nyersanyagként történő hasznosítása megoldott, hiszen ezek faforgácslapban illetve papírban tovább „élhetnek”. A felhasználás a termelési folyamat szerves részeként biztosított, az anyag további nagymértékű feldolgozást nem igényel, maximum az adott felhasználási formának megfelelően kismértékű átalakítást kell rajta végezni, amit már az új felhasználási technológiában végeznek.



1. ábra A termelési maradékanyag/hulladék döntési folyamatábrája

Annak a feltétele tehát, hogy a faiparban egy, az elsődleges feldolgozásból származó anyagot mellékterméknek tekintünk, az, hogy magában az elsődleges termelésben, vagy egy másik integrált termelési folyamatban biztosan újrafelhasználható legyen. Ha egy anyagot vissza kell nyerni, vagy újra fel kell dolgozni – esetenként szennyeződésektől megtisztítani – hogy alapanyagként szolgáljon, akkor azt hulladéknak kell tekinteni. Ilyen megfogalmazásban pl. a lakosságnál keletkező ún. „Altholz” egyértelműen hulladéknak tekinthető, egészen addig, amíg az újrafeldolgozás vagy visszanyerés meg nem történik. Azt, hogy a termelési maradékanyag mikor nem számít hulladéknak, az **1. ábra** teszi könnyen érthetővé.

Ezen döntéseket követően merül fel többek között az, hogy a faalapú hulladékok/melléktermékek kezelésének, hasznosításának melyik módja hasznosabb gazdaságilag, társadalmilag rövid-, közép-, illetve hosszútávon? Miért? Lehet-e egyértelműen válaszolni ezekre a kérdésekre?

Ezek után összegzésképpen meg lehet fogalmazni a faalapú hulladék és melléktermék közti különbséget, mely az egyes hasznosítási eljárások alkalmazhatóságának eldöntéséhez elengedhetetlenül szükséges. Megállapítottam, hogy a faalapú hulladék életútja során melléktermékké változhat a ke-

zelési és hasznosítási eljárások megkezdésével.

Faalapú hulladéknak nevezhető minden olyan tárgy, anyag, anyaghalmaz, mely a termelés során a termék mellett, valamint a termék elhasználódása során keletkezik, újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycling) megoldhatatlan, és az közvetlenül vagy közvetve veszélyezteti a környezetet.

Faalapú mellékterméknek tekintünk minden olyan tárgyat, anyagot, anyaghalmazt, mely a termelés során a termék mellett valamint a termék elhasználódása során keletkezik, újrafelhasználása (reuse) és újrahasznosítása (recycling) megoldható, és az közvetlenül vagy közvetve sem veszélyezteti a környezetet.

A faalapú melléktermék feldolgozásának folyamatában mindenképpen vannak olyan műveletek, melyeket a további hasznosítás érdekében el kell végezni. Amennyiben ezek a műveletek a termelési folyamat szerves részét képezik, az eközben keletkező anyag még mellékterméknek tekinthető. Ha azonban további visszanyerésre van szükség a későbbi felhasználás végett, – még abban az esetben is, ha a felhasználás biztos – az anyagot általánosságban hulladéknak kell tekinteni az alapanyag visszanyerés befejezéséig.

Fafeldolgozási hulladékok kezelése, felhasználhatósága II.

Németh Gábor

Alapvető fontosságú, hogy a fába zárt szén minél tovább megőrizzük, és csak legvégső esetben engedjük vissza az atmoszférába, ahonnan a fák (esetleg a tenger, a sarkok jégsapkái, stb.) elnyelik ismét. A folyamat nem csak környezetvédelmi szempontokból fontos. Gazdasági, társadalmi szempontból megállapítható, hogy ha összegyűjtjük és hasznosítjuk az anyagot, akkor ennek a költsége kisebb, mintha csak begyűjtenék, és elraktároznák (pl. hulladéklerakóba kerül, ahol ugyanúgy lebomlik, de a belőle nyerhető energiát nem hasznosítjuk – viszont a CO₂ ugyanúgy felszabadul). Természetesen egy vállalatnak akkor gazdaságos az újrahasznosítás, ha a kinyert másodlagos nyersanyag olcsóbb, mint az elsődleges. Sokszor ez a szempont segít igazán eldönteni a kérdést: újrahasznosítás vagy égetés?

Kulcsszavak: Hulladék, Melléktermék, Újrahasznosítás, Újrafelhasználás, Faenergetika

Handling and recycling of waste in wood industry. Part 2.

It is important that the wood-closed coal could be preserved on a long term, and we let it to the atmosphere in the last resort, from where the trees, the seas, etc. can also absorb it. The process is important not only environmental aspects. It can be established economically and socially too, if the material is collected and reused, that this costs are smaller than if it is collected and stored (eg. it is in a landfill, it dissolves without energy generation but CO₂ arises in the same way). Certainly the recycling is economic to a company, when the secondary raw material is cheaper than the primary. In a lot of cases this aspect helps to decide the question: recycling or burning?

Key words: Wood waste, By-product, Recycling, Reuse, Wood energetics,

Bevezetés

Az előző cikk gondolatmenetét követve külön szeretnénk bemutatni, hogy Magyarországon milyen jellegű szabályozási intézkedésekre van szükség, és milyen modelleket dolgoztunk ki a faalapú hulladékok mind nagyobb arányú megfelelő hasznosítását és csökkentését megcélözva. Természetesen az egyes javaslatok összhangban vannak a fenn tartható fejlődés ökológiai vonatkozásaival.

A magyarországi faalapú hulladékhasznosítás fejlesztésének lehetséges irányai

Amire Magyarországon elsősorban szükség van, az a hulladékfa elszállításával és visszaforgatásával kapcsolatos követelmények rendeletének megalkotása. A rendelkezésnek speciálisan a fahulladékkal kapcsolatos gazdálkodásra, menedzsmentre kell majd vonatkoznia. Különösen előtérbe kell helyezni a recycling és az energiahasznosítás területeit. Javasolt tehát „Fahulladékok hasznosítása” címmel jogi és műszaki szabályozás létrehozása, melynek alapvetően tartalmaznia kellene a faalapú hulladékok/

melléktermékek elkülönítését az alábbiak szerint:

- Feldolgozás során keletkező fahulladékok/melléktermékek
- Az elhasználdott fa, holtfa („Altholz”, RW= recovered wood)

Szükséges további bontásban pedig szennyezettség szerint – németországi minta alapján – elkülöníteni a fahulladékokat (FAH= Faalapú hulladék):

- *FAH I.* : Szennyeződést nem, vagy csak minimálisan tartalmazó megmunkált, vagy elhasználdott faanyag
- *FAH II.* : Halogénezett szerves anyagokat és favédő szereket nem tartalmazó ragasztott, festett, pácolt, lakkozott faanyag, elhasználdott fatermék
- *FAH III.* : Az előző két kategóriába nem tartozó fahulladékok/melléktermékek, melyek halogénezett szerves anyagokat tartalmaznak, de favédő szerrel nincsenek kezelve.
- *FAH IV.* : Védőszerrel kezelt fahulladék/melléktermék

❖ Németh Gábor egyetemi adjunktus, NYME Gépészeti Intézet

- FAH V.: CB-vel (Szerves klórvegyület, poliklór-bifenil) több mint 50 mg/kg-nál magasabb értékben szennyezett fahulladék

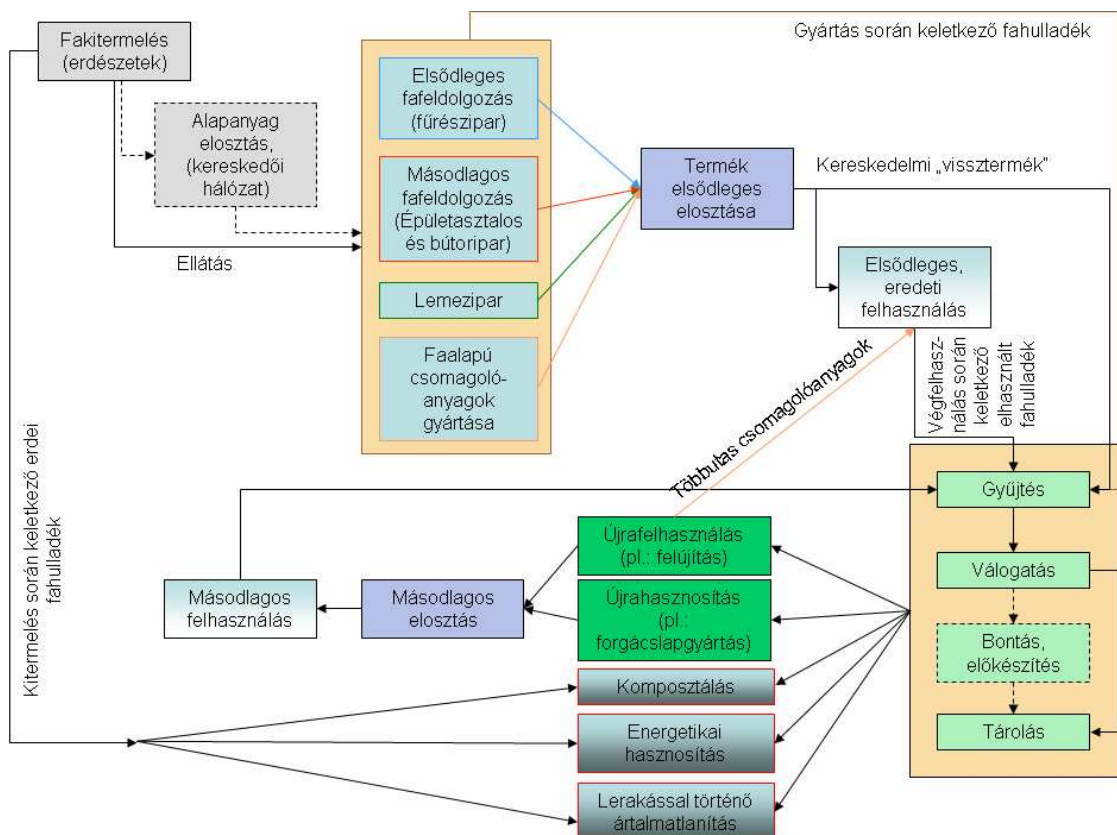
A kezelt fa mennyisége az összes fahulladék 4-10%-a. Ez azt jelenti, hogy a fahulladék egy jelentős hányada tartozik a IV. osztályba, és ezzel egészségügyi és környezetvédelmi okokból is kell kezdeni valamit. Bár Európa legtöbb országában, így Németországban is igyekeznek csökkenteni a veszélyes anyagokkal történő faanyag kezelést, de a jelenleg és a múltban keletkező fahulladékokat is hasznosítani kell.

Németországban az osztályozás célja az, hogy a felelősségérzet növekedjen a hulladékok kezelőiben, és ezt különböző dokumentációs és jelentési kötelezettségekkel is alátámasztják. Ezt szolgálja az is, hogy a különböző kategóriákban szereplő hulladékfajtákat el kell különíteni. A rendelet („Altholz Verordnung”) tiltja, hogy más és más kategóriákba tartozó fákat összekeverjenek, és egy fahulladék-mixnek meg kell felelnie egy adott kategória szigorú követelményeinek.

A legjobb eljárás az lenne, ha energiát csak azokból a fahulladékokból állítanának elő, amelyek nem használhatóak fel újabb faipari termékek előállítására. A probléma az, hogy a faipar számára nem újrahasznosítható fahulladék elégetése, gázosítása, stb. a szennyezettség miatt drágább eljárásokat, berendezéseket, a rájuk vonatkozó rendeletek betartása pedig nagyobb anyagi befektetést igényel.

A közvetlenül az ipari termelésből származó faalapú hulladékok/melléktermékek mellett a háztartásokban is keletkezik olyan faanyag, melynek energetikai vagy faipari hasznosítására lehetőség nyílna. Jelenleg az ilyen jellegű ún. „Altholz” bekerül a kommunális hulladéklerakókba az egyéb háztartási szeméttel együtt.

Ezt a meglehetősen rossz szemléletet el kell vetni, és ki kell alakítani egy megfelelő korszerű logisztikai rendszert – begyűjtés, szállítás, válogatás, tárolás, elosztás – hogy mind tovább körforgásban tarthassuk ezt az emberiség számára igen fontos anyagot.



1. ábra – Faipari termékek, hulladékok/melléktermékek életútjának folyamatmodellje

Milyen módon hasznosítsunk?

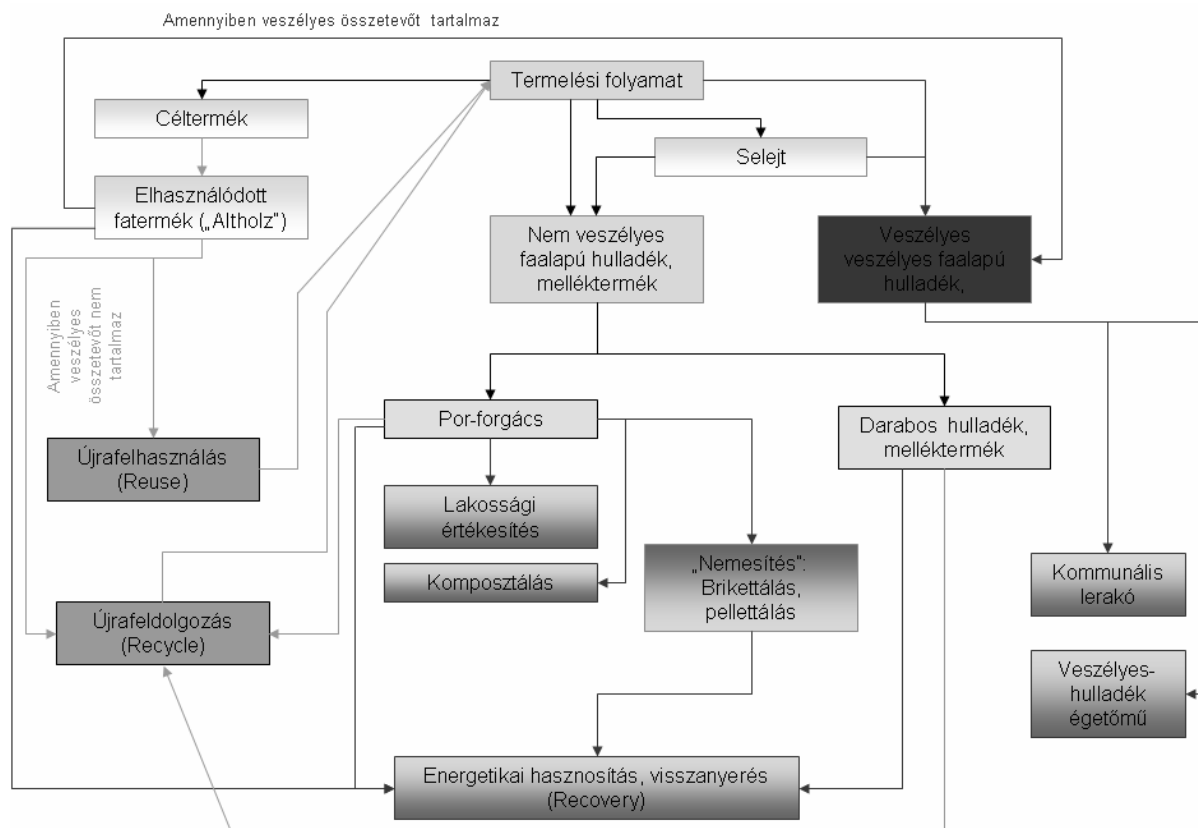
Egy faalapú hulladék/melléktermék hasznosíthatóságának eldöntéséhez szükséges megadni annak életútját. Erre egy újszerű, általánosan használható folyamatmodellt dolgoztunk ki (1. ábra). Ez alapján az egyes hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségekről műszakilag és gazdaságilag megalapozott döntést lehet hozni.

Újrahasznosítás vagy energetikai hasznosítás?

A mai magyar faipar és a faalapon működő erőművek között érdekellentétek alakultak ki, melyek a közös alapanyagbázis miatt adódtak. Az érdekellentétek feloldása céljából állítottuk össze a „Hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségek kapcsolata a faalapú hulladékokkal” című folyamatmodellt, mely segít abban a döntésben, hogy az adott hulladékot milyen módon kell ésszerűen hasznosítani (2. ábra).

A faalapú hulladékok esetén elsődlegesen szem előtt kell tartani, hogy „zárt napenergia” és a CO₂ körforgás biztosítása miatt célszerű a fát minél többször visszaforgatni, új terméket előállítani, és csak végső esetben – tehát amikor más megoldás nem jöhet szóba a hulladék szennyezettsége, illetve az újrahasznosítás magas költségei miatt – energetikailag hasznosítani. Ennek érdekében fontos lenne egy olyan törvényjavaslat, támogatási rendszer kidolgozása, amely fokozottan támogatja az energiaültetvények elterjedését, így segítve a fahulladékok nagyobb arányú újrahasznosítását.

Az energetikai hasznosítás és újrahasznosítással összefüggésben elmondható, hogy maguk a szakemberek sem tudják eldönteni, hol lehet a határ az energetikai felhasználás és az újrahasznosítás között. Sokan esetleg korainak, sőt eltúlzottnak tartják a vészharangok megkondgatását. Mindenesetre kijelenthető, hogy – bár a megújuló



2. ábra – Hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségek kapcsolata a faalapú hulladékokkal

(Az ábrán a közepes erősségű vonalak gyakorlatilag a hulladék/melléktermék „végső” energetikai hasznosításának vagy ártalmatlanításának útjához kapcsolódnak, míg a világosabb vonal az elsődleges hasznosítási eljárások irányát szemlélteti.)

energiaforrások, ezen belül a biomassza hasznosítása fontos, sőt munkahely-teremtő ágazat – kormányzati szinten lépéseket kell tenni annak megakadályozására, hogy miközben új munkahelyeket teremtünk, még több ember veszíti el munkáját faipari cégek bezárása miatt, az alapanyag bázisának csökkenése, illetve árának növekedése okán.

A faipari hulladékokba „zárt napenergia” és a CO₂ körforgás biztosítása miatt célszerű a fát minél többször felhasználni, és csak végső esetben – tehát amikor más megoldás nem jöhet szóba a hulladék szennyezettsége, illetve az újrahasznosítás magas költségei miatt – energetikailag hasznosítani.

Mint ahogy azt szakemberek megalapították: ha ma biomasszáról beszél valaki, mindenki azonnal a fára gondol. Bár kétségtelen, hogy a biomasszába tartozó alapanyagok közül a fának van az egyik legmagasabb fűtőértéke, nem szabad az egyszerűbb végét megfogni a dolgoknak. Számos mezőgazdasági hulladékot nem hasznosítanak, amelyek összegyűjtése, hasznosítása a magyar mezőgazdaságnak is újabb bevételi forrást jelentene.

Hogyan tovább a faalapú csomagolási hulladékokkal?

Felülbírálatra szorul az Európai Unió 94/62. számú, csomagolási hulladékokra vonatkozó irányelvének 2004. évi módosítása, mely előírja hazánk számára a csomagolási hulladékok átlagosan minimum 60%-os kötelező hasznosítási arányát (anyagában hasznosítás és hulladékégető művekben energetikai hasznosítás együtt) 2012-ben. Ezen belül a faalapú csomagolási hulladékok tekintetében elvárt minimum 15 %-os hasznosítási arányt (mely az irányelv életbelépése óta sohasem változott) véleményem szerint évenként hozzávetőleg 10-15 %-kal kellene növelni, elérve így 2012-re az 55-60 %-os értéket, amit például a papír vagy az üvegek esetében követelményként fogalmaztak meg az irányelvben. A felmérésekre alapuló becsléseink alapján a 60 %-os hasznosítási ráta évente mintegy 100 ezer tonna faalapú csomagolási hulladékot jelentene (ez egy

400.000 m³/év mennyiséget előállító forgácslapgyár esetén mintegy 30 % nyersanyagnak felel meg), mely jelentősen segítené a forgácslapgyárak, valamint az energetikai szektor nyersanyagellátását.

A nem faalapú faipari hulladékok

Új, komplex folyamatmodelleket dolgoztunk ki a faipari feldolgozás során a faalapú hulladékok/melléktermékek mellett keletkező egyéb fő hulladékokra, hulladék-áramokra, a faipari gyakorlat és a vonatkozó jogi aspektusok figyelembevételével. Ezek a folyamatábrák tartalmazzák a környezetbarátnak ítélt lehetséges hasznosítási, esetenként ártalmatlanítási lehetőségeket is. A kidolgozott folyamatábrák – melyek ismertetésétől a terjedelembre való tekintettel eltekintünk – az alábbi hulladékokra vonatkoznak:

- Védőszeres, ragasztók, felületkezelő anyagok, tömítők
- Nem faalapú csomagolási hulladékok
- A gépek, járművek üzemeltetése és karbantartása során keletkező hulladékok
- Egyéb hulladékok esetleges veszélyességének besorolása

A kidolgozott folyamatábrák segítségével a faipari vállalatok az egyes hulladéktípusaik hasznosítására könnyebben találhatnak környezetkímélő megoldásokat. Ugyanakkor könnyebbé is válik a hulladékokra vonatkozó számos rendelet közötti eligazodás, mely egyúttal hozzájárul az egységes, környezettudatos hulladékgazdálkodásuk fejlődéséhez.

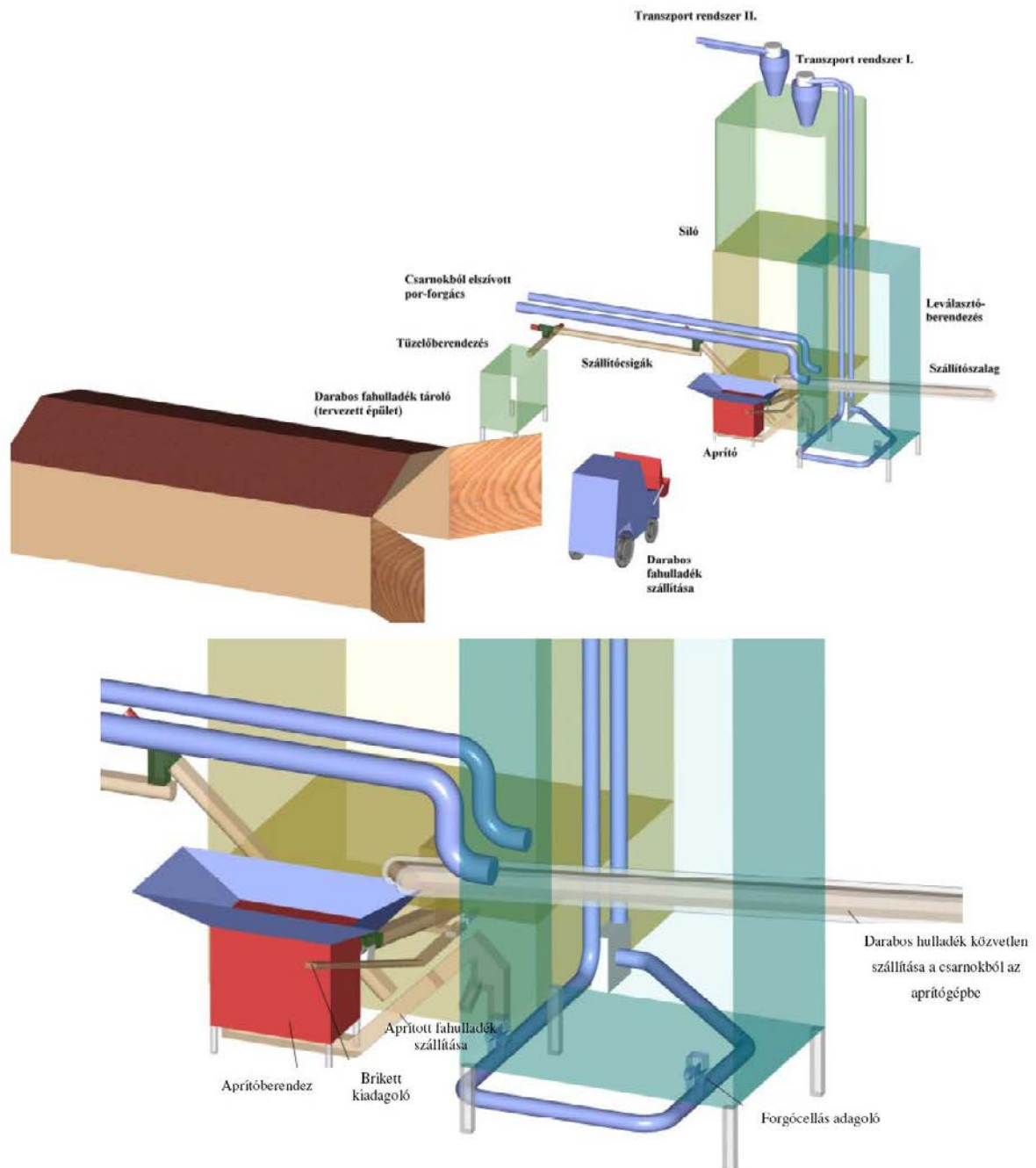
A keletkező hulladékok mind nagyobb arányú hasznosítása

Alapvető és elsődleges lehetőségként kell hogy kínálkozzon a faalapú hulladékok/melléktermékek – pl. forgácslapgyártás során történő – újrahasznosítása, a faalapú hulladékok termelésbe integrálása. Ugyanakkor be kell látni, hogy sok esetben az a leggazdaságosabb ha a keletkező hulladékot e helyszínen energetikailag hasznosítjuk. Így kidolgoztunk egy olyan folyamatmodellt (**3. ábra**), mely általános érvényű a faipari

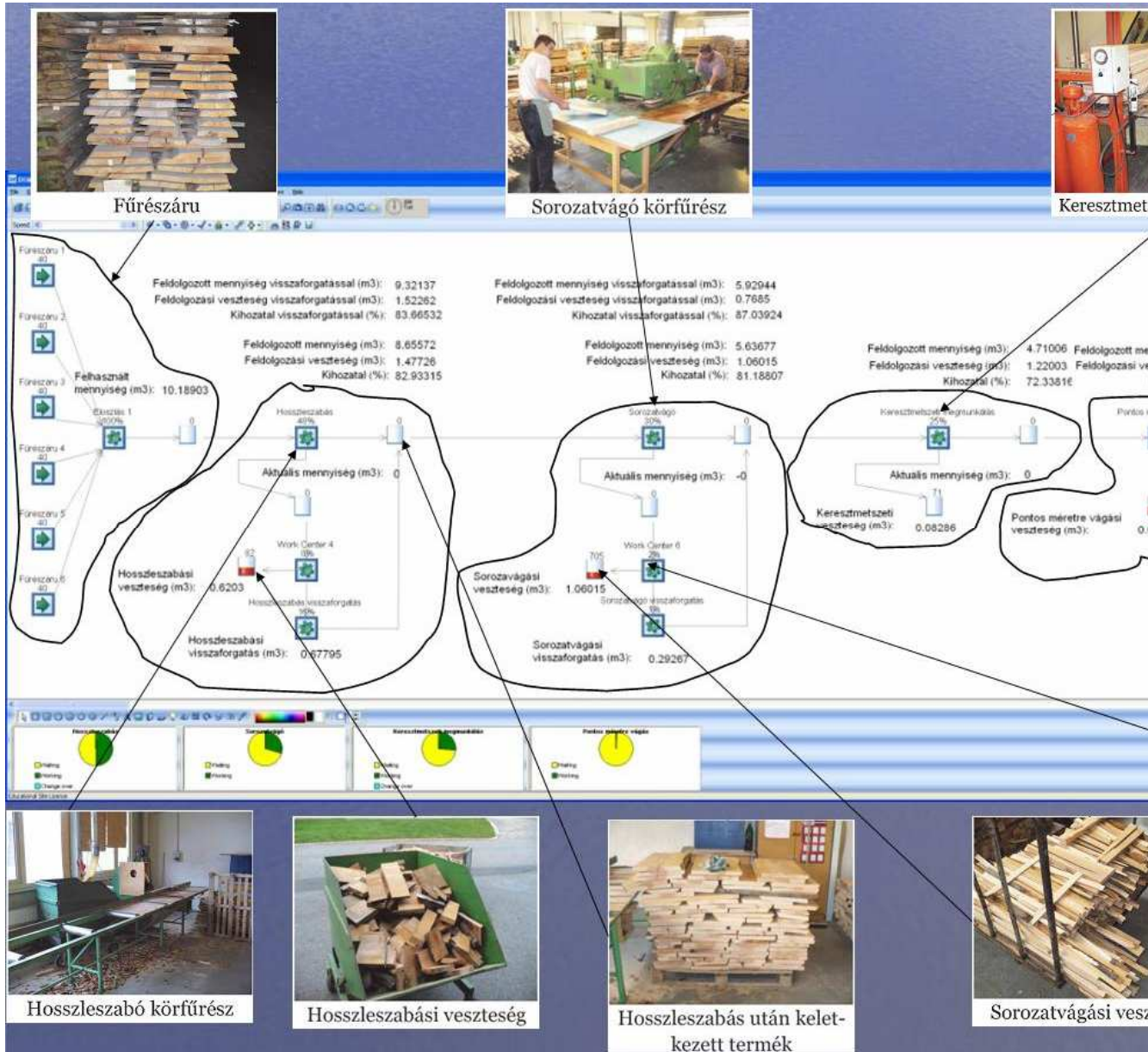
faalapú hulladékokra, hiszen biztosítja a por-forgács gazdaságos tárolási és felhasználási lehetőségeit. Ennek megalkotása a folyamatos, állandó faalapú hulladéktermelődés, annak összetétele, valamint az éves szinten folyamatosan változó energiaigény (fűtési és technológiai hőigény) igyelembe vételével történt. E modell általánosan alkalmazható, így alkalmas arra, hogy a hasonló problémával küzdő faipari vállalatok adaptálhassák a fával összefüggő hulladékgazdálkodásukra.

„Az a legjobb hulladék, ami nem is létezik”

A gyártás során arra kell törekedünk, hogy minél kevesebb hulladék keletkezzen. Ez sok esetben csak a technológiai lépések változtatásával lehetséges. Azt, hogy egy technológia vagy az alapanyag minőségének megváltoztatása hogyan befolyásolja a keletkező hulladékok arányát (azaz egyben a kihozatalt is) egy új eljárás segítségével akár szimulációs eszközökkel tudjuk vizsgálni. Az eljárás egy adott vállalat esetén a jelenleg



3. ábra – Példa a fahulladék tárolására, hasznosítására



4. ábra: Példa a hulladékok csökkentésére irányuló szoftver alkalmazásról

is működő technológia valamint a termék, a melléktermék és a hulladék mennyiségi felmérésein alapul. A módszer tehát arra vonatkozik, hogy hogyan lehet a keletkező faalapú hulladék/ melléktermék mennyiségét csökkenteni a hagyományos módon történő felmérés és elemzés, valamint a SIMUL8 termelést szimuláló szoftver segítségével (**4. ábra**). Ezzel a módszerrel esetenként mintegy 10-15%-os kihozatal növekedés érhető el, mely ugyanilyen mértékű hulladék/melléktermék csökkenést eredményez.

Felhasznált irodalom

1. Commission of the European Communities: Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the Interpretative Communication on waste and by-products. Brussels, 21.2.2007 COM(2007) 59 final.
2. Chris van Riet: Sustainable use of wood for products and energy: conflict or opportunity? The situation of the European wood-based panel industry. European COST E31 Conference, Proceedings. Editor: Dr. Christos Th. Gallis, Thessaloniki 2004.
3. Rolf-Dieter Peek: Latest developments in waste wood management – the German ordinance on waste wood. European COST E31 Conference, Proceedings. Editor: Dr. Christos Th. Gallis, Thessaloniki 2004.
4. Mihály Varga, Gábor Németh, Tibor Alpár: General Waste Handling and Recycling in Particle Board Production. ICECFOP (International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products), Fernando Pessoa University, Oporto, Portugal (2004, September. 22-24)
5. Mihály Varga, Gábor Németh: NKFP (Nemzeti Kutatásfejlesztési Projekt) „Erdő- Fa kutatási program” 7.4 Fafeldolgozási hulladékok keletkezése, kezelése, felhasználhatósága. 2002-2004

Tantervreform a Faipari Mérnöki Karon

Bejő László ✧

A Faipari Mérnöki Kar évtizedek óta folytat sikeres képzési tevékenységet, elsősorban a faipar, az utóbbi időben pedig egyéb műszaki, informatikai és művészeti képzés területén. Az utóbbi években azonban a Kar egyre több kihívással néz szembe: a műszaki, mérnöki tudományok iránt érdeklődő diákok száma folyamatosan csökken (elsősorban a liberalizált felsőoktatási rendszernek köszönhetően, mely a hallgatók tömegeinek teszi lehetővé a diploma megszerzését komolyabb erőfeszítések nélkül), és a Karra érkező hallgatók felkészültsége és motiváltsága messze elmarad a szükségéstől. Az oktatás sikerének megőrzése érdekében elkerülhetetlen az is, hogy a képzéseket időről időre átgondoljuk, a változó ipari és oktatási környezet igényeihez igazítsuk, miközben a képzés jelenlegi erősségeit és színvonalát megőrizzük.

Ennek érdekében a Kar vezetése átfogó tantervreformot kezdeményezett, az oktatói kapacitás előírások betartása, a képzés hatékonyságának javítása, és az oktatás versenyképességének megőrzése céljából, elsősorban a műszaki képzések területén. A tantervreform koncepcióját az FMK Kari Tanácsa elfogadta, és véleményezték a nemrég végzett diákok és a Kar nemrégiben megalakult Ipari Tanácsadó Testületének tagjai is. Az alábbiakban ennek az elképzelésnek a leglényegesebb elemeit szeretnénk bemutatni:

- Az új, lineáris képzési szerkezetben alapvető fontosságú a képzés egyes szintjeinek (FSZ, alap- és mesterképzés, PhD) pontos definiálása, pozicionálása, annak érdekében, hogy a leendő hallgatókat motiválni tudjuk az egyes szakokra való jelentkezésre.
- A természettudományos alapképzés komoly kihívásokat jelent a diákjaink számára. A tantervreform során megkísérlünk olyan tartalmi és oktatásmódszertani megoldásokat találni (pl. alapozó tárgyak bevezetése), amely elősegíti hallgatóink megfelelő

előrehaladását és motiválja őket ezen tárgyak elsajátítására, az alapképzés színvonalának csökkenése nélkül.

- Az első években az alapozó tárgyak mellett olyan tárgyakat kívánunk bevezetni, amelyek átfogó képet adnak a szakmáról, általános mérnöki szemléletet biztosítanak, és rámutatnak a természettudományos alapismeretek gyakorlati jelentőségére.
- A jelenlegi helyzetben a mereven kialakított szakirányok fenntartása nem látszik célszerűnek. Ehelyett inkább rugalmasan választható képzési modulokat kívánunk definiálni, melyek lehetővé teszik 1-1 szakterület mélységi megismerését, miközben elegendő óraszámot biztosítunk a faipar minden területének általános megismeréséhez is. A további specializációt, a még mélyebb ismeretek elsajátítását a mesterzakok teszik lehetővé, ahol olyan speciális területeken kapnak mélyreható ismereteket a hallgatók, mint pl. az energetika vagy a faépítészet témaköre.
- A jövőben nagy hangsúlyt kívánunk fektetni a Faipari Mérnöki Kar három nagy képzési területének (műszaki, informatikai és művészeti képzés) együttműködésére, sinergiájára. Az érdeklődő hallgatóknak lehetőséget szeretnénk biztosítani más szakterületek egyes ismereteinek elsajátítására is.
- Továbbra is komoly kihívás a hallgatók motiválása, érdeklődésének felkeltése a szakma iránt. Ennek érdekében a 2008-ban sikeresen beindult önálló labor tantárgy szerepe növekedni fog, ami reményeink szerint elősegíti az autodidakta tanulást, az alsóbb és felsőbb éves diákok együttműködését, és – közös projektek definiálásával – az egyes szakterületek erősségeinek ötvözését is.
- A tantervreform-koncepció tartalmaz bizonyos ajánlásokat egyes oktatásmódszertani kérdésekben is. Bár ezek nagy része nem tantervi kérdés, de reményeink szerint

✧ Dr. Bejő László PhD. oktatási dékánhelyettes, NYME Faipari Mérnöki Kar

elősegíti majd az egyes tantárgyak tananyagának, oktatásmódszertanának megújítását is.

- Komoly kihívást jelent a hallgatók számára a diplomához is szükséges, és a mérnöki állások betöltéséhez elengedhetetlen, korszerű idegennyelvismeret hiánya, amellyel a jelenlegi rendszerben csak az államvizsga előtt szembesülnek a hallgatók. Az új tantervi elképzelés szerint bizonyos nyelvismereti követelmények már jóval korábban megjelennének, gondoskodva a hallgatók megfelelő előrehaladásáról ezen a területen. A magas szintű nyelvismeret az idegen nyelvű képzésben és a diákcseré programokban való részvétel feltétele is lesz.
- Az új tantervekben meg kívánjuk szüntetni a kreditek esetenként előforduló aránytalanságait, és arra törekszünk, hogy az egyes tárgyak kreditszáma valóban a befektetett hallgatói munkát tükrözze, és az óraszámok is ennek megfelelően legyenek meghatározva.
- A tantervreform-koncepció a fentiek mellett foglalkozik a tanulmányutak és a szakmai gyakorlatok kérdésével is. Az előbbiek

tekintetében a költséghatékonyabb és oktatásszervezési szempontból is előnyösebb komplex tanulmányutak felé történő elmozdulás lesz a jellemző, míg az utóbbiak szervezettebb formában, oktatói közreműködéssel valósulnak majd meg elképzeléseink szerint.

Az új tantervek kidolgozása jelenleg folyamatban van – terveink szerint a 2009/2010-es tanévben már az új rendszerben kezdhetik meg a tanulmányaikat a hallgatók, ami az eddigieknél jóval hatékonyabban fogja segíteni őket a tanulmányaik elvégzésében, és a valóban korszerű és jól felkészült mérnökké válásban. A Faipari Mérnöki Kar vezetése és oktatói elkötelezettek a minőségi oktatás iránt, és folyamatosan törekszenek a tananyag és az oktatási módszerek fejlesztésére. Ezúton is szeretnénk megköszönni mindenkinek, aki szakképzési hozzájárulással, vagy (az innovációs járulék fejében elszámolható) kutatási megbízással támogatja Karunkat ebben a nehéz időszakban, és egyben szeretnénk ajánlani képzéseinket minden kedves érdeklődőnek (ld. a hátoldalon található hirdetést is.)

Faipari mérnökhallgatók sikerei a tudományos diákköri munkában

Divós Ferenc ✧

Az elmúlt évekhez hasonlóan 2008-ban is megrendezésre került a Faipari Mérnöki Kar TDK konferenciája. Bár ez az esemény minden évben sok diákot megmozdít, és rendszerint igen sok figyelemreméltó munka szokott születni ennek eredményeképpen, a zsűri értékelése szerint az idei év munkái különösen kimagaslók voltak. A témák a vizimalom-felújítástól az ad-hoc számítógépes hálózatokon keresztül a faanyag mechanikai tulajdonságaiig nagyon változatos témát öleltek fel, míg külön szekcióban hangzottak el a papíriparral kapcsolatos munkák, melyek olyan érdekes témákat tárgyaltak, mint a fárostok ultrahangos feltárása,

könyv vak emberek számára, vagy a nanotechnológia szerepe a papír újrahasznosításában – hogy csak néhány témát idézzünk.

A számos érdekes és sikeres TDK projekt közül külön említést érdemel három dolgozat, amely a Faipari Mérnöki Karon folyó oktatás és kutatási munka különleges elismerését jelenti:

Antalfi Eszter Dr. Fehér Sándor egyetemi docens témavezetésével a bükkábrányi fosszilis maradványok vizsgálatával foglalkozott. A kutatómunka eredményeképpen kiderült, hogy az itt talált 16 lelet a mocsárciprus mellett más fafajt is magába foglal. Külön öröm, hogy az országos jelentőségű felfedezést Karunk egyik

✧ **Dr. Divós Ferenc CSc.** egyetemi tanár, a NYME Faipari Mérnöki Kar TDK bizottságának elnöke

jó képességű hallgatója tette, aki ezért a TDK konferencián elért 2. helyezés mellett a FATE különdíját is megkapta.

Nagy Gábor, Reisz Lajos és Szíjártó Tamás a Bosch Rexroth cég Pneumobil versenyére nevezett, melynek keretében a versenykiírásnak megfelelően sűrített levegős meghajtású járművet készítettek, Tatai Sándor egyetemi adjunktus útmutatásai mellett. A versenyen – ahol a járműveknek a végsebesség és az egy palackkal megtehető maximális úthossz tekintetében is bizonyítaniuk kellett – a Kar hallgatói összetett 2. helyezést értek el, egyenletesen jó teljesítményükkel maguk mögé utasítva olyan nagy nevű intézmények csapatait, mint pl. a BME, a Miskolci Egyetem és a Széchenyi Egyetem. A hallgatók nem elégedtek meg az elért eredményekkel, ebben az évben új járművel indulnak, melynek vezérlését és mechanikai hajtásláncát is teljesen újratervezték.

Tari Attila, a Kar kétszakos, formatervező művész és ipari termék- és formatervező mérnök hallgatója tanulmányai mellett egy ergonomikus kialakítású számítógépes terminál tervezésén is dolgozik. Az egyelőre még fejlesztés alatt álló, HypoSpline fantázianevre hallgató bútordarab prototípusa a 2008-as InnoLignum Sopron Erdészeti és Faipari Szakvásáron Közönségdíjat nyert, és várhatóan nagy érdeklődésre tarthat majd számot a gyakorlati felhasználók körében is.

A Kar oktatói büszkék az elért sikerekre, és gratulálnak a fent felsorolt, és az összes többi TDK-s hallgatónak is. A nemrégiben beindult önálló labor tantárgy keretein belül ebben a tanévben még több hallgató vállal aktív szerepet a Kar kutatásaiban, és reméljük, hogy a következő évben még több sikerről számolhatunk majd be. A kutatási munkához örömmel vesszünk minden támogatást, amit a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítványon keresztül nyújthatnak a számunkra, pénzadományokkal, vagy az adó 1 %-ának címzett felajánlásával (ld. hirdetésünket az utolsó oldalon.)



A Papíripar folyóirat

Varga Violetta ❖



Az idei évtől megújult tartalommal és formában jelentkezik a hazai papíripari szakma egyetlen folyóirata, a Papíripar. Megőrizve a hagyományt, a lap műszaki-tudományos jellegét, az iparági folyamatokról olyan elemző cikkek, háttérinformációk közlésére vállalkozunk, amelyek – egyfajta iránytűként – mind a papíros, mind a nyomdász olvasótábor érdeklődésére számot tartanak.

Legyen szó a gazdasági környezet alakulásáról, a minőségi követelmények változásáról vagy különböző beruházások tapasztalatairól, a személyes interjúk, újdonságokat bemutató helyszíni riportok és tematikus összeállítások olvasóink útbaigazítását szolgálják, a magazint hagyományvédő (kézműves, papírrestaurátor) írásokkal színesítve. A papírgyártás, feldolgozás és kereskedelem klasszikus témakörei mellett kitüntetett figyelemmel kísérjük a beszállítói piac változásait, valamint a csomagolótechnika és a hulladékgazdálkodás híreit az évente hat alkalommal, egyenként 2500 példányban megjelenő számokban.

Az idei 1. szám fő témája a szakoktatási körkép, amelyben természetesen helyet kap a Nyugat-magyarországi Egyetemen folyó könnyűipari képzés is. Ezen kívül szakirányú tudományos munkával is jelentkezik az Alma Mater lapunkban.

In memoriam Dr. Dalocsa Gábor

Lele Dezső ❖❖

Életének 80. évében, 2008. december 12-én elhunyt Dr. Dalocsa Gábor aranydiplomás gépészmérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, nyugalmazott igazgató.

1928. szeptember 1-én Jásztelek községben született. Eredeti szakképzettsége asztalos. 1948-tól kezdve az Állami Ládagyárban, majd a Bútoripari Központban és a MÚFA ES-nél különböző műszaki beosztásokban dolgozott. 1951-55 között a könnyűipari miniszterhelyettes műszaki titkára volt. Ezen időszak alatt elsőként végzett a BME Gépészmérnöki Kar Faipari Szak Esti tagozatán, amelyet a FATE a KIM és az FM kezdeményezésére indítottak. 1955-59 között aspiráns a Leningrádi Erdőtechnikai Akadémián, amelynek eredményeként 1959-ben műszaki tudományok kandidátusa fokozatot szerzett. 1963-ban avatták műszaki doktorrá.

1960-tól a Faipari Kutató Intézet igazgató helyettese, 1964 és 1969 között Prágában a KGST Titkárságon a faipar szakértője. Budapestre visszatérve vezérigazgató a Szék- és Kárpitosipari Vállalatnál, műszaki-gazdasági tanácsadó a Bútoripari Tervező Irodánál, osztályvezető a Faipari Minőségellenőrző Intézetnél. 1979 és 1986 között a Könnyűipari, majd az



Ipari Minisztérium osztályvezetője. Ezután ismét a FAIMEI következett, ahonnan igazgatóként 1990-ben ment nyugdíjba. Gazdasági tevékenységéért számos miniszteri és állami kitüntetésben részesült.

Hivatali munkája mellett társadalmi munkában számos területen tartott előadásokat aktuális műszaki-gazdasági kérdésekről. Közismert volt szakírói tevékenysége; több mint 200 írása jelent meg a szakajtóban. Szakirodalmi tevékenységének tudományos elismeréseképpen Akadémiai Díjban részesítették. Számos faipari szakkönyvnek volt társszerzője. Szakírói tevékenységéért a Faipari Tudományos Egyesület Lugosi Armand

Díjjal tüntette ki.

A Faipari Tudományos Egyesületnek 1950. óta aktív tagja. Hosszú időn keresztül volt vezetője a Műszaki Tudományos Bizottságnak. Tíz éven keresztül az Egyesület főtitkára, több évtizeden át Elnökségének tagja. Társadalmi munkája elismeréseképpen megkapta a Faipar Fejlesztéséért Emlékérmét és a MTESZ Díjat.

Dr. Dalocsa Gábor munkásságával maradandót alkotott a faiparban. Emlékét barátai, a fafeldolgozó ipar dolgozói megőrzik. Hamvasztás utáni búcsúztatásán családtagjai, barátai és a szakma képviselői jelenlétében barátja, dr. Kovács Pál méltatta életútját.

* **Varga Violetta** okleveles papíripari mérnök, a Papíripar főszerkesztője

** **Lele Dezső** okleveles faipari gépészmérnök, a FATE volt főtitkára

Bódogh István emlékülés

Tóth Sándor László ✧

A Faipari Tudományos Egyesület és a Bútor és Faipari Szövetség és 2008. október 14-én emlékülést rendezett Bódogh István, a bútoros szakma nagy öregje születésének 100. és halálának 20. évfordulójára. A Bútor-szövetség székházában tartott összejövetelen huszonnégyen vettek részt és jelen volt leánya Lökösné Bódogh Klára is. A Bútorszövetség részéről Tóth Eszter nyitotta meg az ülést, az ünnepelt életútját dr. Tóth Sándor ismertette, majd a meg-jelentek hozzászólásukban idézték fel emlékeiket. Bódogh István, akit „Pista bácsi”-ként ismertek, tiszteltek és szerettek a bútoros szakmában, felejtethetlen, vidám egyéniség volt, hihetetlen teherbírás, gyakorlatias gondolkodás és tettek, közvetlen modor, emberszeretet jellemezte. A következőkben Bódogh István életútjának főbb állomásait az emlékülésen elhangzottak alapján ismertetjük röviden.

Bódogh István 1908. május 31-én született Budapesten. Apját, Bódog Lajost asztalos művezetőként jegyzi az anyakönyv, anyját Burian Juliannát ferencvárosi lakosként. 1922 és 1925 között Neogrády József asztalosmesternél volt asztalos tanonc.

Dolgozott a Lingel Bútorgyárban, ahol a tulajdonos Lingel Károly felfigyelt rá és 1938 körül külföldre küldte. Ez sokak szerint az akkoriban divatos „valcolás” a segédek vándorlása, tapasztalatszerzése volt. Kielbe került, ahol faszécskék készíttettek, és szakmai irányultságú főiskola működött. Itt töltött el 4 évet. Hazatérte után be is nősült Lingelékhez, bekapcsolódott a gyár munkájába. Többször járt rövidebb külföldi tanulmányúton Németországban, Angliában. Feleségével, majd leányával Budapesten, az Üllői úton lakott egészen 1960-ig. Az öreg Lingel 1944-ben átadta neki a gyár vezetését. A II. világháború idején a szovjet csapatok elhordták a bútorgyár készletét.

Bódogh Istvánt, szakmai elismertsége alapján megbízták a Lingel Bútorgyár átalakításával. Abban az időben különleges eset volt, hogy egy háború előtti kapitalista vezetőt (talán résztulajdonost is) ezzel a feladattal

bízzanak meg. 1948-tól a Könnyűipari Minisztérium Faipari Főosztályán 17 évig dolgozott, ő volt az iparági főmérnök. Nagy Józsefné könnyűipari minisztertől kapta 1963. márciusában a megbízást, hogy a Budapesti Bútorgyár (a volt Lingel Bútorgyár), a Minőségi Bútorgyár, az Egri Bútorgyár, az Otthon Bútorgyár, az Angyalföldi Bútorgyár és az Újpesti Asztalosárugyár összevonásával keletkező új vállalat főmérnöki teendőit lássa el, és haladéktalanul kezdje meg az összevonást. Ez a vállalat lett a Budapesti Bútoripari Vállalat, amelynek első főmérnöke, majd igazgató-főmérnöke volt 1963–1965 között.

1965 és 1987 között a Faipari Gyártástervező, megváltozott nevén a Bútoripari Tervező Iroda, a későbbi Bútoripari Fejlesztési Intézet (BIFI), majd Vállalkozás állományába került szervezési főmérnöki címmel. Eközben zajlott a bútoripari rekonstrukció, ahol a volt tanácsi bútorgyárak (Agria Bútorgyár, Balaton Bútorgyár, Kanizsa Bútorgyár, Szatmár Bútorgyár, Budapesti Bútoripari Vállalat, Szék és Kárpitosipari Vállalat, Tisza Bútoripari Vállalat) rekonstrukciójánál, üzemindításánál kamatoztatták gazdag szakmai tapasztalatát, szervező készségét, vitalitását. Eljárt a Kecskeméti Asztalos Szövetkezethez is, sőt a Vas megyei Faipari Vállalathoz is, Szentgotthárdra.

Élete végéig gyalupad mellett is dolgozott, odaállt a gép mellé is, gyalult, politúrozott, nemcsak magyarázta, meg is tudta mutatni a szakmai fogásokat. Ifjúkorában aktívan sportolt, a zuglói „Törökőr” ifi csapatában futballozott.

A budapesti Műegyetemen oktatta a faiparosokat, a leendő gépészmérnököket, népszerűek voltak előadásai az Iparművészeti Főiskolán is. Alapító tagja volt a Faipari Tudományos Egyesületnek, a FATE Bútoripari Szakosztályának: ez utóbbinak elnöke 1950–1962 és 1966–1973 között. Számos előadást tartott MTE SZ és FATE fórumokon. 1963-ban elsőként kapta meg az Egyesület által abban az évben alapított „Faipar fejlesztéséért” emlékérmét. Bódogh István 1988. november 15-én hunyt el.

Megújul a Faipar

Bejő László ❖❖

Több, mint félévszázados fennállása alatt folyóiratunk méltán vívta ki az elismert, tudományos szakfolyóirat rangot. Az utóbbi években, 2002. óta, Dr. Winkler András főszerkesztői tevékenységének köszönhetően a folyóirat elismertsége megmaradt, sőt tovább növekedett. A magas színvonalú, lektorált, angol nyelvű összefoglalóval is ellátott publikációk közlésének köszönhetően ma a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya is elismeri a folyóiratban megjelent cikkeket, mint tudományos publikációkat.

Az utóbbi időben a szerkesztőknek – akik mindannyian a Faipari Mérnöki Kar oktatói is egyben – egyre

kevesebb idejük maradt a folyóirat megfelelő szintű megjelenítésére. Felmerült az az igény is, hogy a Faipar megjelenését, esztétikai és tipográfiai színvonalát is a XXI. század elvárásaihoz kellene igazítani. Ezek miatt az okok miatt a Faipar szerkesztését a 2009-es évfolyamtól kezdve a NymE Regionális Egyetemi Tudásközpontjának műszaki koordinátora, Dr. Varga Dénes végzi. Megújul a folyóirat megjelenése, imázsa, de megőrizzük a legfontosabb értéket: a magas színvonalú, tudományos igényű folyóirat megjelenítése iránti elkötelezettséget.

❖ **Dr. Tóth Sándor László CSc.**, a FATE Budapesti Szervezetének elnöke

❖❖ **Dr. Bejő László PhD.**, a Faipar szerkesztője

Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány

A Henkel Magyarország Kft. által 1995-ben alapított közhasznú alapítvány azzal a céllal jött létre, hogy támogassa a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karán folytatott kutatási és oktatási célú tevékenységeket.

Alapítása óta az alapító által biztosított alaptőkéből, több vállalat folyamatos támogatásából, egyéni támogatásokból valamint az adófizetők által befizetett adó közhasznú célra évente felajánlható 1 %-ából összegyűlő pénzügyi alapból gazdálkodik.

A kiutalt támogatási összeg elsősorban a diplomatervezők és a doktoranduszok kutatási munkáját segítő technikai feltételek megteremtését szolgálja. A támogatások odaítélése pályázati formában történik az alapítvány kuratóriumának elbírálása alapján.

Az Alapítvány közhasznú alapítvány, mely a törvény értelmében jogosult a személyi jövedelemadó 1%-ának fogadására.

Kérjük, hogy mikor ennek eljön az ideje, a 2008. év utáni SZJA bevallásában adójának a társadalmi szervezeteknek adható 1%-át illetően a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítványt (FAEKA) nevezze meg, és egyben e szervezet adószámát adja meg:

Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány

adószám: 18230044 -1-13

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, kulcsszavakat, és rövid (max. 100 szavas) angol és magyar kivonatot kérünk mellékelni.
- A szerzőknél kérjük feltüntetni a tudományos fokoza-
tot (ha van), 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 beszámolni: [1]. A paraméterek esetében a dőlt betűformátum alkalmazását kérjük.

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

FIGYELEM! A Faiparba örömmel várjuk egyéb közlemények (híradások, beszámolók,

A végleges, javított szöveget, elektronikus formában kérjük. A kéziratokat a következő címre várjuk:

Bejő László

NymE Fa- és Papíripari Technológiák Intézete
Sopron

Bajesy-Zsilinszky u. 4.
9400

E-mail: LBEJO@FMK.NYME.HU

Tel./fax: 99/518-386