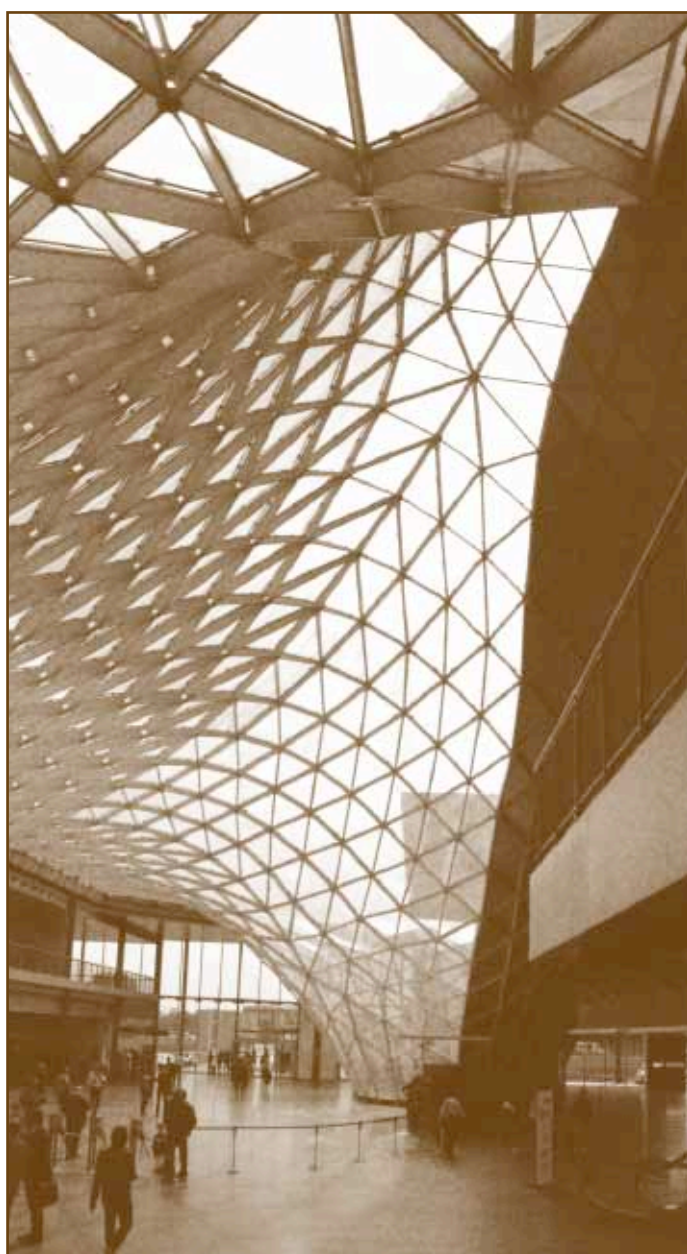




Tudományos tartalom:

- A gőzölt nyár fajok parkettagyártási felhasználásának faanyagtudományi összefüggései II. ...5.
- Anizotrop anyagok nyíró-rugalmassági modulusának meghatározása – kőris (*Fraxinus excelsior*) és lucfenyő (*Picea abies*) faanyagokon végzett kísérletek bemutatása ...11.
- A napsugárzás mesterséges fényforrásokkal történő imitálásának problémája ...19.
- Nyílászárók szerkezeti elemeinek hatása a teljesítményjellemzőkre I. rész. A rugalmas ütközések hatása az ablak légzárására ...27.
- Magyarországi fafajok fotodegradációjának összehasonlítása: Színváltozás ...35.
- Hidakról, földrajzi-történeti áttekintés III. rész: A reneszánsztól az első világ-háborúig ...46.

Scientific content:

- Wood science considerations concerning the use of steamed poplar in parquet production II. ...5.
- Determination of the shear modulus of anisotropic materials - experiments on common ash (*Fraxinus excelsior*) and spruce (*Picea abies*) ...11.
- Problem of sunlight imitation by artificial light sources ...19.
- The effect of structural elements on windows performance characteristics Part 1. The influence of sealing's on air tightness ...27.
- Photodegradation of wood species grown in Hungary: Colour change ...35.
- About bridges, geographical-historical overview Part III: From the Renaissance of the 1ST World War ...46.

Talentum...

Farkas Péter

Talentum... Egykor, az ókori sumer–babiloni birodalomban tömeg- és pénzegységet kifejező szó volt, mely az idők során egyre többször a gazdagság mértékét is kifejezte. Julius Caesar idejében egy legionárius 26 évig szolgált, mire 1 talentumnyi denariust keresett. A bibliában is számtalan alkalommal találkozhatunk a kifejezéssel. A talentumokról szóló példabeszéd (*Mt 25,14–30*) arról szól, hogy jó gazda talentumokat oszt szolgái között azok képességeinek megfelelő arányban, majd hosszú idő múltán visszakéri a kiosztott javakat. Aki a talentumait gyarapítani tudta, azt megjutalmazta, aki csak megőrizte, de nem gyarapította, azt megbüntette.

Ma a talentum szó hallatán legtöbbször kimagasló emberi teljesítményt mutató egyéniségek jutnak eszünkbe, akiknek szellemi, fizikai alkotásaik meghatározzák fejlődő világunk folyamatosan megújuló arcát. Civilizált világunk környezettudatos átformálása egy új nemzedék tehetségeinek munkája nélkül megvalósíthatatlan feladat. Kimagasló tudományos teljesítményű fiatalok fejlődését segíti a *TALENTUM – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen (TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0018)* című projekt.

„A program általános célja olyan komplex feltételek megteremtése az egyetemen, amelyek lehetőséget biztosítanak a tehetségek számára az egyedi, és közösségi tudományos fejlődésre. Cél továbbá az egyetem belső megújulásának támogatása a minőségi tudományos utánpótlás-nevelés érdekében.

Általános cél, hogy az egyetem tehetséggondozó műhelyeinek (doktori iskolák, szakmai műhelyek, TDK körök, szakkollégiumok) összehangolt fejlesztése valósuljon meg: a tehetségek egyéni fejlődési lehetőséget kapjanak, és az oktatásban kialakuljanak azok az útvonalak, amelyek a tehetségeket a tudományos pálya felé irányítják. Emellett cél, hogy a hallgatókat ösztönözzük arra, hogy mielőbb bekapcsolódjanak a tudományos kutatásokba, eredményeiket tudományos diákköri konferenciákon mutassák be, csatlakozzanak a szakkollégiumokhoz, a legkiválóbbak jelentkezzenek a doktori képzésre. Az egyetem komplex képzési struktúrájából adódóan több karon is folyik művészeti képzés (zenei, képzőművészeti, iparművészeti, irodalmi). A tehetséggondozást az egyetem interdiszciplinárisan is felvállalja, azaz művészeti tevékenységet végző szakkollégiumaiban a tudományos munkában tehetséges hallgatók számára művészi kibontakozásukat is segíteni kívánja.

A projekt hatására nő a hallgatók részvétele a kutatási tevékenységben, tudományos és szakmai érdeklődésüket felkeltve/megerősítve további ismeretszerzésre, kutatásban való részvételre ösztönözhetjük az érintetteket. Növekszik motivációjuk a doktori képzésben való részvételre, hazai és nemzetközi konferenciákon, kutatási együttműködésekben való részvételre. Mindezek hatására a projektgazda hazai és nemzetközi pozitív megítélése a tudományos körökben tovább erősödik, a régióban a magasan képzett, a gazdasági-társadalmi folyamatokban aktív szerepet vállaló munkavállalói kör bővül.” (forrás: <http://palyazat.nyme.hu>)

A FAIPAR – a faipar tudományos folyóirata a Talentum-program támogatásával jelenik meg az elkövetkezendő két év során, melyért köszönetünket fejezzük ki, és igyekszünk méltó módon szolgálni a tudományos cikkek megjelentetésével a projekt nemes céljait.

**Prológus Prologue**

Talentum... » <i>Farkas P.</i> «	... 3.
----------------------------------	--------

Tudomány Science

A gőzölt nyár fajok parkettagyártási felhasználásának faanyagtudományi összefüggései II. » <i>Katona G.</i> « Wood science considerations concerning the use of steamed poplar in parquet production II. » <i>G. Katona</i> «	... 5.
Anizotrop anyagok nyíró-rugalmassági moduluszának meghatározása – kőris (<i>Fraxinus excelsior</i>) és lucfenyő (<i>Picea abies</i>) faanyagokon végzett kísérletek bemutatása » <i>Karácsonyi Zs.</i> « Determination of the shear modulus of anisotropic materials - experiments on common ash (<i>Fraxinus excelsior</i>) and spruce (<i>Picea abies</i>) » <i>Zs. Karácsonyi</i> «	... 11.
A napsugárzás mesterséges fényforrásokkal történő imitálásának problémája » <i>Tolvaj L. - Persze L.</i> « Problem of sunlight imitation by artificial light sources » <i>L. Tolvaj - L. Persze</i> «	... 19.
Nyílászárók szerkezeti elemeinek hatása a teljesítményjellemzőkre I. rész. A rugalmas ütközések hatása az ablak légzárására » <i>Bencsik B. - Kovács Zs. - Dénes L.</i> « The effect of structural elements on windows performance characteristics Part 1. The influence of sealing's on air tightness » <i>B. Bencsik - Zs. Kovács - L. Dénes</i> «	... 27.
Magyarországi fafajok fotodegradációjának összehasonlítása: Színváltozás » <i>Persze L.</i> « Photodegradation of wood species grown in Hungary: Colour change » <i>L. Persze</i> «	... 35.
Hidakról, földrajzi-történeti áttekintés III. rész: A reneszánsztól az első világháborúig » <i>Láng E.</i> « About bridges, geographical-historical overview Part III: From the Renaissance of the 1 ST World War » <i>E. Láng</i> «	... 46.

Gazdaság Economy

Bútorpiaci vásárlói magatartásmodell » <i>Bednárík É. - Pakainé Kovács J.</i> « Consumer Behaviour Model on the Furniture Market » <i>É. Bednárík - J. Pakainé Kovács</i> «	... 54.
Közhasznúsági beszámoló a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány 2010. évi működéséről	... 64.
Folyamatos együttműködés a Henkel Magyarország Kft. és a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány között » <i>Komán Sz.</i> «	... 66.

Élet Life

Egy forradalmian új, exkluzív megjelenésű ajtótokszerkezet született a Faipari Mérnöki Karon » <i>Bencsik B.</i> «	... 70.
Talján túra » <i>Horváth P. Gy. - Papp T. - Elek L.</i> «	... 71.
Talentum - támogatói oldal	... 73.

Szerkesztői oldal Editorial

... 74.

A gőzölt nyár fajok parkettagyártási felhasználásának faanyagtudományi összefüggései II.*

KATONA Gábor

¹ NymE FMK Faanyagtudományi Intézet

Kivonat

Napjaink háromrétegű parkettagyártása igényel egy a fenyőkhöz hasonló tulajdonságú, de nagyobb biztonsággal beszerezhető fafajt a középréteg kialakításához, mely esetleg járóréteggént is alkalmazható lenne. Számos vizsgálat folyamán elsőként a gőzölt 'Pannónia' nyár (*Populus x euramericana* cv. Pannonia) mesterséges hibridre esett a választás – mint lehetséges alternatívára – ismert, fenyőkhöz hasonló mechanikai és fizikai tulajdonságainak köszönhetően. Utóbbiak áttekintő vizsgálatai igazolják e faj középréteggént való alkalmazását, amely nagyobb szakítószilárdságú klikk kötést eredményez a szalagparkettáknak. A sűrűségi és a térfogati zsugorodás értékei szintén kedvezőek, továbbá az anizotrópiája is kielégítő. Mindemellett a mérési eredmények azt is igazolták, hogy további modifikálás hiányában a 'Pannónia' nyár (alacsony ütés-, karc- és kopásállósága miatt) nem alkalmas a felső járóréteg gyártásához, ahogy az alsó réteg kialakítása sem ajánlatos belőle.

Kulcsszavak: parkettagyártás, szalagparketta, Pannónia nyár, modifikálás, klikk kötés

Wood science considerations concerning the use of steamed poplar in parquet production II.

Abstract

Today's three layer parquet production demands a spruce-like wood species for the fabrication of the middle layer that is widely available and can be used even as a top layer. Based on several tests, as a possible alternative, the steamed 'Pannónia' poplar (*Populus x euramericana* cv. Pannonia) artificial hybrid was chosen first, thanks to its known spruce-like mechanical and physical characteristics. Comprehensive tests of these characteristics prove the use of this species as a mid layer ensuring a click lock with a higher tensile strength for the three layer parquet. Density and volumetric shrinkage values are favourable, furthermore, the anisotropic value is sufficient. However, tests also revealed that without any additional modification, the 'Pannónia' poplar is not suitable for top layer production because of its low hit, scratch and abrasion resistance; also, it is not recommended for bottom layer production.

Key words: parquet production, three layer parquet, Pannonia poplar, modification, click lock

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

Bevezetés

A többrétegű készparketták piaci részesedése döntően megnőtt, a hagyományos tömörfa szerkezetű társaikkal szemben. Jelenleg egész Európában a legismertebb és legkedveltebb a háromrétegű (szalag-) parketta (Molnár és Várkonyi 2007).

A háromrétegű parketta gyártásakor az alsó és középső réteg többnyire fenyő alapanyagból készül. A 2000-es évek első felében kialakult piaci változások azonban egyre nehezebben és drágábban tették lehetővé a megfelelő minőségű fenyő alapanyag beszerzését, így igény jelentkezett más hasonló, de könnyebben és olcsóbban beszerezhető faanyagra, amellyel kiváltható lenne a lucfenyő (*Picea abies*), vagyis a szalagparketták alsó, vagy középső rétege. A korábbi kutatások (Kollmann 1951, Molnár et al. 2006) és az újabb vizsgálatok azt igazolták, hogy a nyárak szilárdságát a göcsösség kevésbé befolyásolja, mint a fenyőkét (Komán és Fehér 2010), és préseléssel, tömörítéssel előnyösen javíthatók a mechanikai jellemzők (Ábrahám et al. 2010). A számos nyárklón közül a Pannónia nyár került kiválasztásra. Fatermése általában megközelíti az 'I-214'-ét, a közepes és a hártya-nyárfa-termőhelyeken felül is műlhatja. Jóval nagyobb fasűrűsége (1. táblázat) folytán szárazanyaghozama nagyobb lehet pl. az 'I-214'-énél. Növekedési tulajdonságai egyaránt alkalmassá teszik rövid, közepes vagy hosszú (10–25 éves) termesztési időtartamú művelésre (Tóth és Erdős 1988) és hazánk nyár szaporítóanyag termesztésének, illetve felhasználásának is kedvelt fajtája. A Jedlik Ányos Nemzeti Kutatás-Fejlesztési Program 2006-tól széleskörűen kutatta a 'Pannónia' nyár modifikált változatait, mint lehetséges parketta alapanyagot. A gőzöléssel és préseléssel modifikált faanyagának, továbbá a belőle készített különböző szerkezetű szalagparkettáknak a fizikai és mechanikai tulajdonságai részben már megtalálhatók a Faipar LVIII. évf. 2010/3–4. számában.

1. táblázat Az 'I-214' és a 'Pannónia' nyár sűrűsége, $u=12\%$ (kg/m^3)

Table 1 Density of 'I-214' and Pannonia poplar, $u=12\%$ (kg/m^3)

	'I-214'	'Pannónia'
Molnár 1999	320	406
Tóth 2006	330	410

Anyagok és módszerek

A Graboplast Zrt. konzorciumi partnerrel együttműködve a kecskeméti szalagparketta üzemben, kísérleti céllal a következő háromrétegű készparketta minták készültek:

1. Tölgy felső-, fenyő közép- és fenyő alsóréteg (TFF)
2. Tölgy felső-, fenyő közép- és nyár alsóréteg (TFNy)
3. Tölgy felső-, nyár közép- és fenyő alsóréteg (TNyF)
4. Tölgy felső-, nyár közép- és nyár alsóréteg (TNyNy)
5. Nyár felső-, nyár közép- és fenyő alsóréteg (NyNyF)
6. Nyár felső-, fenyő közép- és fenyő alsóréteg (NyFF)
7. Nyár felső-, fenyő közép- és nyár alsóréteg (NyFNy)

A Kisalföldi Erdőgazdaság Rt. Délhansági Erdészet kapuvári területéről származó 'Pannónia' nyár faanyagának gőzölése 6 napon keresztül történt, a gőzölés beállított hőmérséklete 95°C volt. A faanyag alábbi fizikai és mechanikai vizsgálatai 25–25 db $20\times 20\times 300$ mm méretű próbatesten történtek, a Magyarországon érvényben lévő faanyag vizsgálati szabványok szerint. A készterméken végzett mérésekhez a fenti szalagparketták mind a hét típusából 24–24 db próbatest készült, $14\times 42\times 330$ mm-es méretben.

A faanyagok tulajdonságai közül a sűrűségnek kiemelkedő jelentősége van, univerzális anyagjellemzőnek tekinthető. A faanyag egyéb tulajdonságaira is következtethetünk belőle, az aktuális szabványok szerint is elengedhetetlenül szükséges a vizsgálata (Sitkei 1994, Molnár 2000).

A faanyag természetszerű zsugorodás-dagadása és anizotrópiája a parketták szempontjából mindenféleképpen az egyik legfontosabb tulajdonság. A hajlító rugalmassági jellemzőknek gyakorlati jelentősége nem olyan mértékű, szerepe főként speciális technológiáknál van, pl. a sportpadlóknál.

A fa padlóburkolatok felületével kapcsolatos mechanikai tulajdonságokat, az ütésállóságot, karcállóságot és kopásállóságot a napjainkban használatos felületkezelő anyagokkal (olajok, viaszok és lakkok) jelentős mértékben tudjuk fokozni, elősegítve azt, hogy a felület a minden napos „strapának” minél hatásosabban képes legyen ellenállni (Molnárné 2002).

Eredmények és értékelés

Sűrűség

A 2. táblázat adatait elemezve kitűnik, hogy a préselt alapanyagának a sűrűsége magasabb ($0,430\text{g}/\text{cm}^3$), mint a kontrollanyagé ($0,419\text{g}/\text{cm}^3$). Mint látható az eltérés nagyon kicsi, szinte elha-

nyagolható, de mindenképpen megállapítható, hogy a préselés megemeli a faanyag sűrűségét. Amennyiben az alapanyagot gőzöljük, akkor egyértelmű, és ezt a szakirodalmi anyagok is megerősítik (Németh et al. 2009a) ill. (Németh et al. 2009b), sűrűségcsökkenés lép föl. A mérések szerint ennek a csökkenésnek a mértéke átlagosan 3,6%, azaz $0,419 \text{ g/cm}^3$ -ról $0,404 \text{ g/cm}^3$ -re. Ez a csökkenés többek között az extrakt anyagok kioldódásának köszönhető (Inco-Copernicus, 2000). Ugyanakkor az így kapott kisebb sűrűségű faanyag sűrűsége a préselés hatására lényegesen nagyobb mértékben növekszik, mint a gőzöletlen esetben és ennek köszönhetően a gőzölt és préselt faanyag végső soron még mindig kedvezőbb sűrűséggel rendelkezik, mint a gőzöletlen és tömörítetlen kontrollanyag. Feltehetően ez a csekély, 1%-os sűrűségjavulás egy erősebb tömörítéssel jelentősebben is növelhető.

A szórás százalékos értékeit figyelve megállapítható, hogy mind a gőzöletlen és mind a gőzölt faanyag megbízható a sűrűség tekintetében. A gőzölt faanyag szórása ugyan megnőtt és így kissé bizonytalanabbá vált a sűrűsége, ez a gőzölés során lejátszódó folyamatokra vezethető vissza.

Zsugorodás-dagadás és anizotrópia

A térfogati zsugorodás mérési eredményeit értékelve egyértelműen határozott javulás tapasztalható a préselés és a gőzölés hatására is. A préselt faanyag átlag-

2. táblázat A natúr és gőzölt alapanyag sűrűsége, $u=12\%$ (g/cm^3)

Table 2 Density of untreated and steamed raw material, $u=12\%$ (g/cm^3)

	Kontroll (k)	Préselt (p)	Gőzölt (gk)	Gőzölt-préselt (gp)
Min.	0,387	0,371	0,349	0,351
Max.	0,477	0,483	0,484	0,499
Átlag	0,419	0,430	0,404	0,423
Szórás	0,022	0,023	0,035	0,044
Var.%	5,320	5,257	8,588	10,340

3. táblázat A natúr és gőzölt alapanyag térfogati zsugorodási értékei (%)

Table 3 Volumetric shrinkage values of untreated and steamed raw material (%)

	Kontroll (k)	Préselt (p)	Gőzölt (gk)	Gőzölt-préselt (gp)
Min.	10,60	9,69	8,87	9,55
Max.	13,66	13,22	13,32	13,61
Átlag	12,14	11,78	11,54	11,73
Szórás	0,78	0,91	1,08	1,11
Var.%	6,45	7,71	9,39	9,44

gos térfogati zsugorodási értéke (11,78%) jobb, mint a kontrollé (12,14%), viszont alig marad a gőzölt kontrollanyag értéke (11,54%) mögött (3. táblázat). Ami jól mutatja, hogy a gőzölés jelentősebben javítja a faanyag zsugorodási jellemzőit, mint az ilyen mértékű tömörítés. A mérési eredmények átlagai alapján a préselés 3%-kal, míg a gőzölés 5%-kal teszi kedvezőbbé a zsugorodási értékeket. A gőzölt és préselt faanyag átlagos zsugorodási értéke 11,73%, ami a faanyag sejtfalaiban található kötött víz mennyiségi csökkenésével hozható összefüggésbe.

A szórás százalékos értékeiből megállapítható, hogy mind a gőzöletlen és mind a gőzölt faanyagok térfogati zsugorodási értékei megbízhatók.

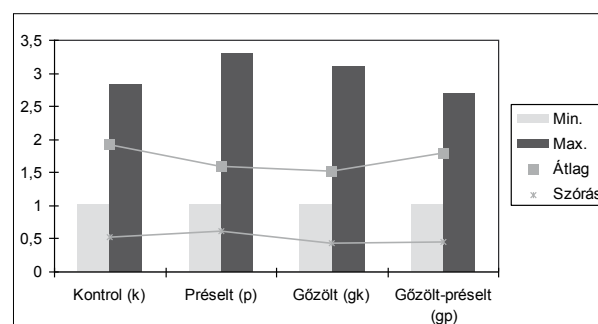
A zsugorodási anizotrópia (húr és sugár irányú értékek hányadosa) vizsgálat eredményei (4. táblázat és 1. ábra) arra utalnak, hogy egyetlen mintacsoport értékei sem érik el a 2-es értéket, azaz a vetemdesre való hajlam parkettagyártás szempontjából elfogadható. Ha alaposan megvizsgáljuk az átlagértékek egymáshoz való viszonyait megállapítható, hogy a gőzölés jelentős mértékben csökkenti az anizotrópiát. Hasonló mondható el a tömörítés hatásáról is.

A préselt alapanyag mérési eredményeinek a szórása 37,93%, amiből az következik, hogy a tömörítéssel el-

4. táblázat Natúr és gőzölt alapanyag zsugorodási anizotrópia értékei

Table 4 Anisotropic shrinkage values of untreated and steamed raw material

	Kontroll (k)	Préselt (p)	Gőzölt (gk)	Gőzölt-préselt (gp)
Min.	1,02	1,02	1,02	1,01
Max.	2,83	3,3	3,11	2,7
Átlag	1,92	1,6	1,53	1,8
Szórás	0,52	0,61	0,44	0,46
Var.%	27,11	37,93	28,35	25,45



1. ábra Különböző nyár anyagok zsugorodási anizotrópiája
Figure 1 Anisotropic shrinkage of different poplar species

ért javulás nem megbízható, vagyis a vetemedésre való erősebb hajlammal számolni kell.

Statikus hajlító rugalmassági modulus

A statikus hajlító rugalmassági vizsgálati eredmények közül, melyeket az 5. táblázat foglal magába (illetve a 2. ábra szemlélteti azokat), nem emelhető ki annyira egyértelműen az egyes rétegek fafajaival szorosan összefüggő megállapítás, mint a statikus hajlítószilárdsági mérések esetében (lásd Faipar LVIII. évf. 2010/3-4. szám 20-21. old). Azonban a statikus hajlékonysági modulus vizsgálatainak eredményeit elemezve is látszik, hogy a különböző réteg-összeállítású parketták más és más rugalmasságú értékeket képviselnek.

Az első csoportot alkotják azok a típusok, ahol az alsó réteg fenyő és ez teljesen független a közép- illetve felsőréteg fafaj összetételétől. E csoport rugalmassági modulusa igen kedvező, 7200MPa körüli. Ettől a csoporttól valamivel gyengébb eredményt adott a Ny-F-Ny összetételű mintatest, ahol a rugalmassági modulus 6646MPa, továbbá ennél még gyengébb eredménnyel rendelkezik a Ny-F-F fafaj

összetételű parketta a maga 6090MPa értékével. Logikusan végiggondolva, ez utóbbinak kedvezőbb eredményt kellett volna adnia, mint a Ny-F-Ny-nak, de valószínűleg itt a fenyő szöveti szerkezetében található hibák, növekedési sajátosságok okozhatták ezt az eredményt, pl. évgűrűszélesség, szöveti inhomogenitás. Mint ahogy a hajlítószilárdság vizsgálatnál látható volt, itt is a leggyengébb tulajdonságú csoportba sorolhatók azok a parketták, ahol az alsó rétegben nyár fafaj található és a rugalmassági modulus értéke 5282 illetve 5467MPa.

Ütésállóság

A nyár-, illetve tölgy járórétegű szalagparketták ütésállósága igen nagy különbséget mutat (6. táblázat). A tölgy szalagparketták lakkrétege az 1500 mm-ről szabadon eső fémgolyó alatt repedt meg, illetve keletkezett 10 mm-nél nagyobb átmérőjű benyomódás, míg a nyár felületűeknél ez már 150 mm-es esés hatására bekövetkezett.

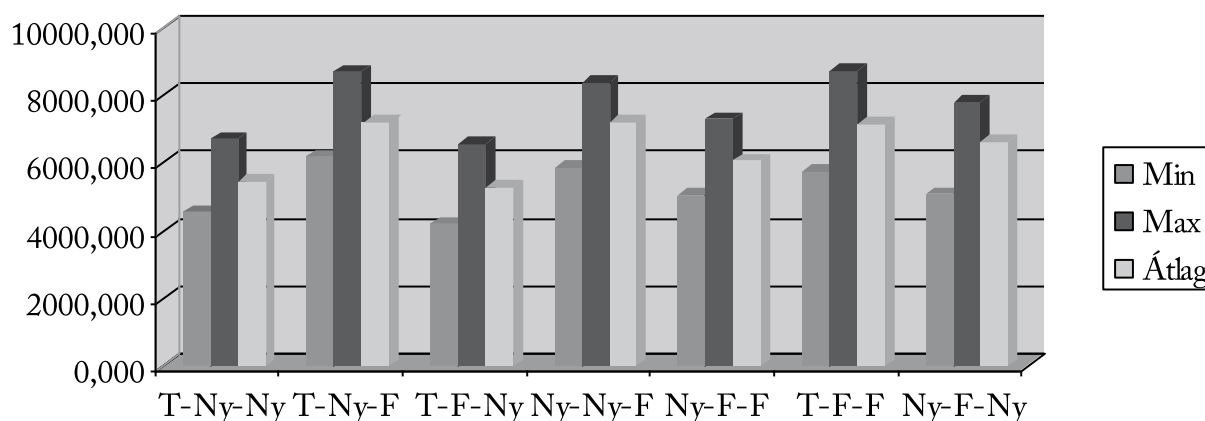
A táblázatban jól látható, hogy ez a különbség nem csak az átlag értékeknél, hanem a szélső értékeknél

5. táblázat Különböző szerkezetű szalagparketták rugalmassági modulusai

Table 5 MOE values of floating parquets with different structure

Szalagparketta mérési eredmények: rugalmassági modulus (MPa)							
	T-Ny-Ny	T-Ny-F	T-F-Ny	Ny-Ny-F	Ny-F-F	T-F-F	Ny-F-Ny
Min.	4550	6205	4202	5868	5047	5751	5098
Max.	6727	8705	6562	8398	7304	8725	7802
Átlag	5467	7233	5282	7235	6090	7171	6646
Szórás	568	619	554	653	573	786	625
Var.%	10,40	8,56	10,48	9,02	9,40	10,96	9,40

Statikus hajlító rugalmassági modulus (MPa)



2. ábra A különböző szerkezetű szalagparketták statikus hajlító rugalmassági modulusai

Figure 2 MOE values of floating parquets with different structure

is egyértelműen jelen van (minden esetben közel tízszerese a tölgyhöz tartozó érték a nyáréhoz képest). Ez a vizsgálatnak azon jellegzetességéből is következik, hogy lépcsőzetesen változnak az ejtési magasságok.

A nyár járófelületű parketták (Ny-F-F) ütésállósági értékeinek a szórása 22%, ami annak tudható be, hogy a lényegesen puhább anyagú nyár esetében az ejtési magasságok 50 mm-enkénti növelése miatt gyakorlatilag csak a 100 mm-es, a 150 mm-es, illetve a 200 mm-es szabad esésnek volt szerepe, ahol az 50 mm aránylag lényeges eltérésnek számít. Ugyanakkor a tölgy felületűeknél (T-F-F) a tízszer magasabb értékű ütésállóságuk miatt ugyanez az 50 mm-es differencia a mérési eredményeknek természetesen lényegesebb kisebb százaléka. Így a szórás értéke csak 5% (6. táblázat).

6. táblázat A nyár és tölgy szalagparketták ütésállósága

Table 6 Hit resistance of poplar and oak engineer parquet

	Ütésállóság (mm)			Variansia %
	Átlag	Min.	Max.	
'Pannónia' (Ny-F-F)	150	100	200	22,0
Tölgy (T-F-F)	1500	1400	1650	5,0

Karcállóság

A karcállóság elsősorban a felületkezelés, esetünkben a lakkfilm, ellenálló képességére utal. Azonban a 3. ábra egyértelműen mutatja, hogy azonos minőségű lakkfelületek karcállóságai lényegesen eltérhetnek a kezelendő felület tulajdonságainak a függvényében. A nyár felületű parketta lakkrétege a teszt során át-

lagosan már 0,7 N terhelés mellett is teljes körben megsérült, míg a tölgy felső réteggel rendelkező próbatesteknél összességében ezt a hatást csak 57%-kal nagyobb, azaz 1,1 N nagyságú erővel lehetett elérni.

Kopásállóság

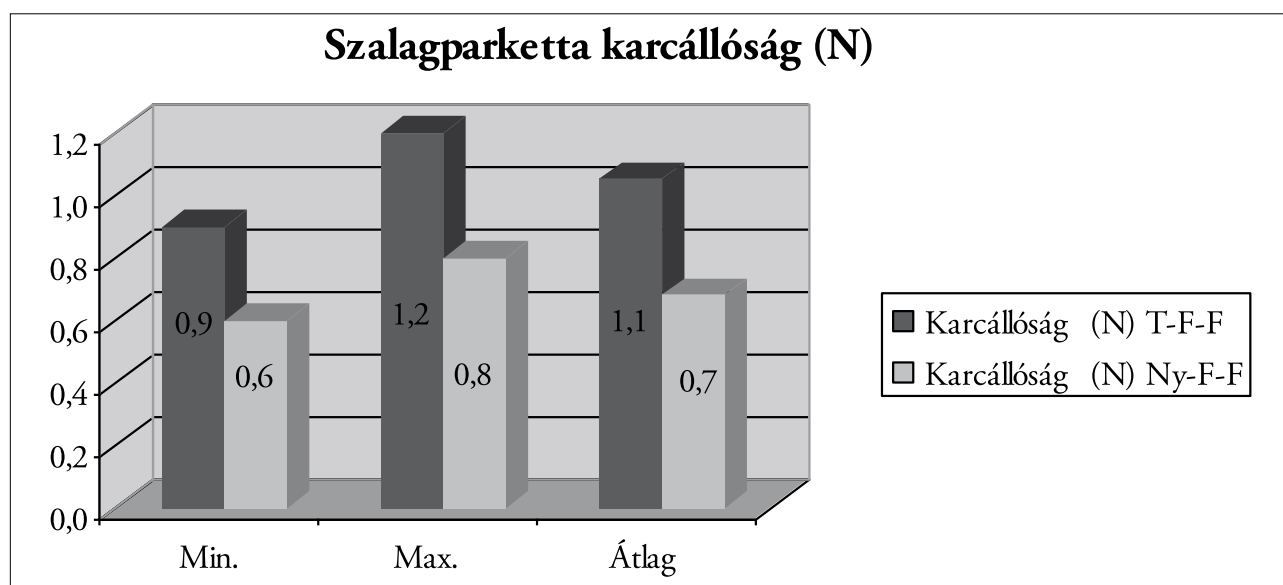
A kopásállóság még inkább a felületkezelés erősségére utaló jellemző, mint a karcállóság. Az Rw100 érték 'Pannónia' nyárnál 54,7 μ /100 fordulat, míg a tölgnél Rw100 = 25,8 μ /100 fordulat, vagyis a nyár felületű szalagparketta próbatestek több mint kétszer (212%) olyan mértékben „koptak”, mint a tölgy. A szórási adatok százalékos értékeiből megállapítható, hogy mind a 'Pannónia' nyárból (7,0%), mind pedig a tölgyből (8,3%) gyártott szalagparketta próbatesteken végzett mérési értékek megbízhatók.

Következtetések

Ha az alapanyagot gőzöljük, akkor a sűrűség csökken, ami feltehetően az extrakt anyagok kioldódásának köszönhető. Az így kapott kisebb sűrűségű faanyag sűrűsége a préselés hatására lényegesen nagyobb mértékben növekszik, mint a gőzöletlen esetben, így végül kedvezőbb sűrűséggel rendelkezik, mint a gőzöletlen és tömörítetlen kontrollanyag.

A térfogati zsugorodás a mérési eredmények átlagai alapján a préselés hatására 3%-kal, míg a gőzölés eredményeként 5%-kal csökken.

Az átlagos zsugorodási anizotrópia értékek minden próbatest csoport esetében 2 alattiak, azaz a 'Pannónia' nyár faanyaga a vetemedés iránti hajlama szempontjából alkalmas parkettagyártás számára.



3. ábra A nyár és tölgy járófelületű szalagparketták karcállósága

Figure 3 Scratch resistance of engineer parquet with poplar and oak top layer

A parketta mintatestek statikus hajlító rugalmassága nem mutat lényeges, vagy tendenciózus eltérést, azonban az így is megállapítható, hogy a szalagparketta gyártása folyamán a nyár faanyag alsó rétegben történő alkalmazása nem javasolt, mivel a parketta hajlítószilárdsági és -rugalmassági tulajdonságait jelentős mértékben lerontja. Ezzel szemben a középrétegben történő alkalmazása nem rontja a parketta műszaki tulajdonságait a fenyő alapanyag használatához képest, sőt pl. bebizonyosodott a korábbi vizsgálatok folyamán (lásd: Faipar, LVIII. évf. 2010/3-4. szám, 18-23. old.), hogy lényegesen nagyobb szakító erőt bírnak ki károsodás nélkül a nyárból készült klikk kötések, és a parketta síkjából való kihajlásra sem hajlamosak annyira, mint a fenyő fafajú társaik. Az ütés-, karc- és kopásállóság-vizsgálatok eredményei egybehangzóan azt mutatják, hogy a nyár hatékonyabb modifikálás nélkül nem alkalmas a parketták kopórétegének.

A tömörítés egyes tulajdonságokban kedvező eredményeket mutatott, pl. a sűrűség, illetve a nedvességváltozással szembeni mérettartósság tekintetében. Azonban egyértelműen látható az is, hogy ezek az eredmények nem elégségesek ahhoz, hogy egy ilyen mértékű tömörítés hatásaként lényeges minőségjavulással számoljunk.

Mivel a vizsgálatok eredményei jó irányba mutatnak, feltétlen célszerű megvizsgálni a nyár tulajdonságát erősebb, illetve hatékonyabb tömörítési technológia alkalmazásával.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket szeretnénk kifejezni a Nyugat-magyarországi Egyetem Faanyagtudományi Intézete és a FAIMEI Anyag- és Termékvizsgáló Laboratóriuma munkatársainak, amiért segítettek a kutatásban és lehetőséget biztosítottak az eszközök, berendezések használatára.

A kutatás az NKTH-4/011/2005. számú Jedlik Ányos Faforrás Nemzeti Kutatás-Fejlesztési Program támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

Ábrahám J, Németh R, Molnár S (2010) Thermo-mechanical densification of Pannónia Poplar. Proceedings of the final conference of COST Action E53: 'Quality control for wood & wood products' 4 – 7th May 2010, Edinburgh, UK, Incorporating the European Wood Drying Group workshop, <http://cte.napier.ac.uk/e53/E53>, Edinburgh.pdf

Inco-Copernicus Programme (2000) Technology for High Quality Products from Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) „TEQUBLOC” in Babiak M, Cunderlik I, Kurjatko S: Physical parameters related to moisture movement and dimensional stability: 3., Project No. PL 96-4114, Hamburg

Kollmann F (1951) Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. 1. Band, Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg

Komán Sz, Fehér S (2010) The effect of knots on the strenght and modulus of elasticity of hibrid poplars. The 4. conference on hardwood research and utilisation in Europe, Sopron

Molnár S, Fehér S, Komán Sz, Ábrahám J (2006) Nyárfajták összehasonlító faanyagjellemzői az ipari felhasználás tükrében, prezentáció az Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Napon, Szeged, 2006. november 14.

Molnár S, Várkonyi G (2007) Nagy parkettakönyv, Szaktudás Kiadó Ház, Bp.

Molnár S (1999) Faanyagismeret, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

Molnár S (2000) Faipari kézikönyv I., Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron

Molnárné Posch P (2002) Faipari kézikönyv II., Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron

Németh R, Bak L, Tolvaj L, Molnár S (2009a) The effect of thermal treatment using vegetable oils on physical and mechanical properties of Poplar and Robinia wood. *ProLigno* Vol. 5 Nr. 2, 2009.

Németh R, Ott Á, Takáts P, Molnár S (2009b) Equilibrium moisture content and temperature relations by Robinia and Poplar. In proceedings of COST E53 »Quality Control for Wood and Wood Products« „Conference in Lisbon, Portugal, 22-23 October 2009 „Economic and Technical aspects on quality control for wood and wood products”. ISBN: 978-989-96428-1-2. SPM Sociedade Portuguesa de Materilas. Lisboa – Portugal

Sitkei Gy (1994) A faipari műveletek elmélete, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

Tóth B, Erdős L (1988) Nyár fajtaismertető, Állami Gazdaságok Országos Egyesülése, Bp.

Tóth B (2006) Nemesnyár-fajták ismertetője, Erdészeti Tudományos Intézet, Bp.

Anizotrop anyagok nyíró-rugalmassági moduluszának meghatározása – kőris (*Fraxinus excelsior*) és lucfenyő (*Picea abies*) faanyagokon végzett kísérletek bemutatása*

KARÁCSONYI ZSOLT¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet

Kivonat

A nyíró-rugalmassági modulusz az egyik fontos rugalmas anyagállandó. A Young-modulusz és a Poisson-tényező mellett a G-modulusz a harmadik rugalmas technikai állandó, amely meghatározza a merevségi és alakíthatósági tenzort.

A rugalmas állandók ismeretében meghatározott, fenti tenzorok segítségével számíthatjuk a feszültségi állapot alapján az alakváltozási állapotot vagy fordítva. A nyíró-rugalmassági modulusz pontos értékét azonban nem könnyű meghatározni, mérni. Ennek oka, hogy egy előre kiválasztott keresztmetszetben tiszta nyírást kísérleti körülmények között nehéz létrehozni. Ezen kívül a szögváltozás nagyságának meghatározása is a bonyolultabb alakváltozás-mérési feladatok közé tartozik. Ezek a nehézségek azzal a következménnyel jártak, hogy napjainkra több technológiát is kidolgoztak a nyíró-rugalmassági modulusz mérésére. Ezek többsége továbbra is tartalmaz valamilyen elméleti és/vagy mérés technikai problémát.

Anizotrop anyagoknál – mint amilyen a faanyag is – lehetőség nyílik a nyíró-rugalmassági modulusz közvetett mérésére. E módszerrel a megfelelően orientált rúd alakú próbatestet tiszta húzásnak vagy nyomásnak vetjük alá és mérjük a hossz- és keresztirányú fajlagos méretváltozásokat. Ez a közvetett technológia egyszerű és pontos.

Kulcsszavak: nyíró-rugalmassági modulusz, anizotrop anyagok, alakváltozás meghatározás optikai eszközzel, orientációs elmélet

Determination of the shear modulus of anisotropic materials - experiments on common ash (*Fraxinus excelsior*) and spruce (*Picea abies*)

Abstract

Shear modulus is one of the important material properties. It is the third elasticity constant next to the Young modulus and the Poisson constant defining the rigidity and elasticity tensor.

Based on the above tensors defined using the elasticity constants, the deformation state can be calculated from the stress state and vice versa. Determination and measurement of the shear modulus is rather difficult, however. The reason is that a clear shear state in a chosen section can

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

hardly be generated in laboratory conditions. Besides, determination of the angle alteration is also difficult. As a consequence, several methods are available for the measurement of the shear modulus, nowadays, however most of these techniques hold some theoretical and/or measurement controversy.

In case of anisotropic materials like wood, shear modulus can be measured indirectly. During this method, adequately oriented cylindrical samples are subjected to clear tension or compression while longitudinal and transversal specific dimension changes are measured. This indirect method is simple and accurate.

Key words: shear modulus, anisotropic materials, deformation measured with optical equipment, orientation theory

Bevezetés

A gyakorlati életben a faanyag nyíró-rugalmassági modulusának az ismerete azért fontos, mert a hajlított fa tartók alakváltozásának mintegy 15%-a a nyírásból származik, szemben az acél tartókkal, ahol csupán 2% a nyírásból származó lehajlás. A pontos elmozdulás meghatározásához ismerni kell a faanyag G-modulusát. Az izotrop anyagokat egy rugalmassági modulus jellemzi. Az anizotrop anyagoknál azonban más a helyzet. Elvileg minden síkhoz más nyíró-rugalmassági modulus tartozik. Az ortogonálisan anizotrop faanyag esetén bizonyítható, hogy amennyiben ismerjük a három anatómiai fősíkhoz tartozó G-modulust, akkor bármely, tetszőleges síkhoz elméletileg kiszámíthatjuk az anyagállandót.

Az orientációs elmélet bemutatása anizotrop anyagok nyíró-rugalmassági modulusának a meghatározására

Egy anizotrop anyagból kialakított próbatestről azt a feltételezést tesszük, hogy legalább egy 2-fogású forgatótengellyel rendelkezik. Ha egy ilyen mintadarabot húzó- vagy nyomóerővel terhelünk, akkor a terheléstől kellő távolságra, a próbatest középső kétharmadában csak normál igénybevétel lép fel. Ebben az esetben az általános Hooke-törvény a következő alakban írható fel:

$$\begin{matrix} \varepsilon_{1'1'} \\ \varepsilon_{2'2'} \\ \varepsilon_{3'3'} \\ 2 \cdot \varepsilon_{2'3'} \\ 2 \cdot \varepsilon_{1'3'} \\ 2 \cdot \varepsilon_{1'2'} \end{matrix} = \begin{bmatrix} s_{1'1'1'1'} & s_{1'1'2'2'} & s_{1'1'3'3'} & 0 & 0 & 2 \cdot s_{1'1'1'2'} \\ s_{2'2'1'1'} & s_{2'2'2'2'} & s_{2'2'3'3'} & 0 & 0 & 2 \cdot s_{2'2'1'2'} \\ s_{3'3'1'1'} & s_{3'3'2'2'} & s_{3'3'3'3'} & 0 & 0 & 2 \cdot s_{3'3'1'2'} \\ 0 & 0 & 0 & 4 \cdot s_{2'3'2'3'} & 4 \cdot s_{2'3'3'1'} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \cdot s_{3'1'2'3'} & 4 \cdot s_{3'1'3'1'} & 0 \\ 2 \cdot s_{1'2'1'1'} & 2 \cdot s_{1'2'2'2'} & 2 \cdot s_{1'2'3'3'} & 0 & 0 & 4 \cdot s_{1'2'1'2'} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sigma^{1'1'} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad [1]$$

Az [1] mátrixegyenletet kifejezve a következő egyenletrendszert kapjuk:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{1'1'} &= s_{1'1'1'1'} \cdot \sigma^{1'1'} \\ \varepsilon_{2'2'} &= s_{2'2'1'1'} \cdot \sigma^{1'1'} \\ \varepsilon_{3'3'} &= s_{3'3'1'1'} \cdot \sigma^{1'1'} \\ \varepsilon_{2'3'} &= 0 \cdot \sigma^{1'1'} \\ \varepsilon_{1'3'} &= 0 \cdot \sigma^{1'1'} \\ \varepsilon_{1'2'} &= s_{1'2'1'1'} \cdot \sigma^{1'1'} \end{aligned} \quad [2]$$

ahol,

$\varepsilon_{ij'}$ - az alakváltozási állapot tenzora a vesszős koordináta-rendszerben ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$),

$\sigma_{ij'}$ - a feszültségi állapot tenzora a vesszős koordináta-rendszerben ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$),

$s_{ij'kl'}$ - alakíthatósági anyagtenzor a vesszős koordináta-rendszerben ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$).

Az 1. ábrának megfelelően az anizotrop anyag Hooke-törvényét a vesszős koordináta-rendszer szerint írjuk fel. Ugyanezen az ábrán feltüntettünk egy vesszőtlen koordináta-rendszert is. Látható, hogy a próbatestet ebben az esetben a 3-as jelű tengely körül forgattuk el α szöggel. Ez a 2-fogású forgatótengely. Amennyiben az 1. ábrán bemutatott mérést a vesszőtlen koordináta-rendszerben kialakított próbatesten végezzük el, akkor a (2) mátrixegyenletek a következők szerint alakulnak:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{11} &= s_{1111} \cdot \sigma^{11} \\
\varepsilon_{22} &= s_{2211} \cdot \sigma^{11} \\
\varepsilon_{33} &= s_{3311} \cdot \sigma^{11} \\
\varepsilon_{23} &= 0 \cdot \sigma^{11} \\
\varepsilon_{31} &= 0 \cdot \sigma^{11} \\
\varepsilon_{12} &= s_{1211} \cdot \sigma^{11}
\end{aligned}
\tag{3}$$

ahol,

ε_{ij} - az alakváltozási állapot tenzora a vesszős koordináta-rendszerben ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$),

σ_{ij} - a feszültségi állapot tenzora a vesszős koordináta-rendszerben ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$),

s_{ijkl} - alakíthatósági anyagtenzor a vesszős koordináta-rendszerben ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$).

A [3] és [2] egyenletekben szereplő s_{ijkl} és $s_{i'j'k'l'}$ alakíthatósági tenzor-elemek ugyanazon anyag anyagjellemzői. Értékük nem megegyező a kettő, egymáshoz viszonyítva α szöggel elforgatott derékszögű koordináta-rendszerben, hiszen az alakváltozások jelentősen eltérhetnek a különböző irányokban. Azonban az már nem igaz, hogy az anyagtulajdonságok is megváltoznak a koordináta-rendszer elforgatása után. Ezért az s_{ijkl} és $s_{i'j'k'l'}$ tenzor-elemek között szoros kapcsolatnak kell fennállnia. A két különböző koordináta-rendszer között valamilyen kapcsolatnak kell fennállnia annak érdekében, hogy az egyes tulajdonságvektor komponenseit az egyik rendszertől a másikba átszámolhassuk. Négy ndimenziós tenzor esetében a következő szabály érvényes:

$$t_{i'j'k'l'} = t_{ijkl} \cdot \beta_{i'}^i \cdot \beta_{j'}^j \cdot \beta_{k'}^k \cdot \beta_{l'}^l \tag{4}$$

ahol,

$t_{i'j'k'l'}$ ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$) a tulajdonságkomponens skalár értéke a vesszős koordináta-rendszerben,

t_{ijkl} ($i, j, k, l = 1, 2, 3$) a tulajdonságkomponens skalár értéke a vesszőtlen koordináta-rendszerben,

$\beta_{i'}^i, \beta_{j'}^j, \beta_{k'}^k, \beta_{l'}^l$ - iránykoszinuszok a vesszős és a vesszőtlen koordináta-rendszerek között.

A koordinátarendszer-forgatásnak megfelelően a transzformációs mátrix elemei a következő táblázatban kerültek összefoglalásra:

1. táblázat $\beta_{i'}^i$ ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$; $i, j, k, l = 1, 2, 3$) iránykoszinuszok megadása az 1. ábra koordináta-rendszere esetében

Table 1 $\beta_{i'}^i$ ($i', j', k', l' = 1', 2', 3'$; $i, j, k, l = 1, 2, 3$) direction cosine in the coordinate system of Figure 1

	1	2	3
1'	$\beta_{1'}^1 = \cos \alpha$	$\beta_{1'}^2 = -\sin \alpha$	$\beta_{1'}^3 = 0$
2'	$\beta_{2'}^1 = \sin \alpha$	$\beta_{2'}^2 = \cos \alpha$	$\beta_{2'}^3 = 0$
3'	$\beta_{3'}^1 = 0$	$\beta_{3'}^2 = 0$	$\beta_{3'}^3 = 1$

A [4] transzformációs összefüggést a [2] egyenletekben szereplő alakíthatósági tenzorelemekre alkalmazzuk, majd a vesszőtlen koordináta-rendszer alakíthatósági tenzorelemeit kifejezzük a technikai rugalmas állandókkal. A következő hat egyenlőséget kapjuk:

$$\frac{\varepsilon_{1'1'}}{\sigma^{1'1'}} = s_{1'1'1'1'} = \frac{1}{E_1} \cdot \cos^4 \alpha + \frac{1}{E_2} \cdot \sin^4 \alpha - 2 \cdot \frac{\nu_{21}}{E_2} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha + \frac{1}{G_{12}} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha \tag{5}$$

$$\frac{\varepsilon_{2'2'}}{\sigma^{1'1'}} = s_{2'2'1'1'} = \frac{1}{E_1} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha + \frac{1}{E_2} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha - \frac{\nu_{21}}{E_2} \cdot (\cos^4 \alpha + \sin^4 \alpha) - \frac{1}{G_{12}} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin^2 \alpha \tag{6}$$

$$\frac{\varepsilon_{3'3'}}{\sigma^{1'1'}} = s_{3'3'1'1'} = -\frac{\nu_{32}}{E_3} \cdot \sin^2 \alpha - \frac{\nu_{13}}{E_1} \cdot \cos^2 \alpha \tag{7}$$

$$\frac{\varepsilon_{2'3'}}{\sigma^{1'1'}} = s_{2'3'1'1'} = 0 \tag{8}$$

$$\frac{\varepsilon_{3'1'}}{\sigma^{1'1'}} = s_{3'1'1'1'} = 0 \tag{9}$$

$$\frac{\varepsilon_{1'2'}}{\sigma^{1'1'}} = s_{1'2'1'1'} = \frac{1}{E_2} \cdot \cos \alpha \cdot \sin^3 \alpha - \frac{1}{E_1} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \sin \alpha - \frac{\nu_{21}}{E_2} \cdot (\cos^3 \alpha \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \sin^3 \alpha) + \frac{1}{2 \cdot G_{12}} \cdot (\cos^3 \alpha \cdot \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \sin^3 \alpha) \quad [10]$$

Az [5], [6] és [10] egyenletek egy három egyenletből álló három-ismeretlenes egyenletrendszert alkotnak. Az egyik ismeretlen az 1,2 síkhoz tartozó nyíró-rugalmassági modulusz. Azaz az egyenletrendszert G_{12} -re kell megoldanunk. Először képezzük az [5] és [6] egyenletek különbségét:

$$\frac{\varepsilon_{1'1'} - \varepsilon_{2'2'}}{\sigma^{1'1'}} = \frac{4 \cdot \cos^4 \alpha - \sin^2 2\alpha}{4 \cdot E_1} + \frac{4 \cdot \sin^4 \alpha - \sin^2 2\alpha}{4 \cdot E_2} + \frac{\sin^2 2\alpha}{2 \cdot G_{12}} + \nu_{21} \cdot \frac{(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)^2}{E_2} \quad [11]$$

majd a [10] egyenletből kifejezem ν_{21} -t:

$$\nu_{21} = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha} - \frac{E_2 \cdot \cos^2 \alpha}{E_1 \cdot (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)} + \frac{E_2}{2 \cdot G_{12}} - \frac{E_2 \cdot \varepsilon_{1'2'}}{\sigma^{1'1'} \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)} \quad [12]$$

$$G_{12} = \frac{\sigma^{1'1'} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot (\varepsilon_{1'1'} - \varepsilon_{2'2'}) + 2 \cdot \varepsilon_{1'2'} \cdot \cos 2\alpha} \quad [13]$$

$$\varepsilon_{1'2'} = \varepsilon_{45} - \frac{1}{2} \cdot (\varepsilon_{1'1'} + \varepsilon_{2'2'}) \quad [14]$$

és

$$G_{12} = \frac{\sigma^{1'1'} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot (\varepsilon_{1'1'} - \varepsilon_{2'2'}) + 2 \cdot \left[\varepsilon_{45} - \frac{1}{2} \cdot (\varepsilon_{1'1'} + \varepsilon_{2'2'}) \right] \cdot \cos 2\alpha} \quad [15]$$

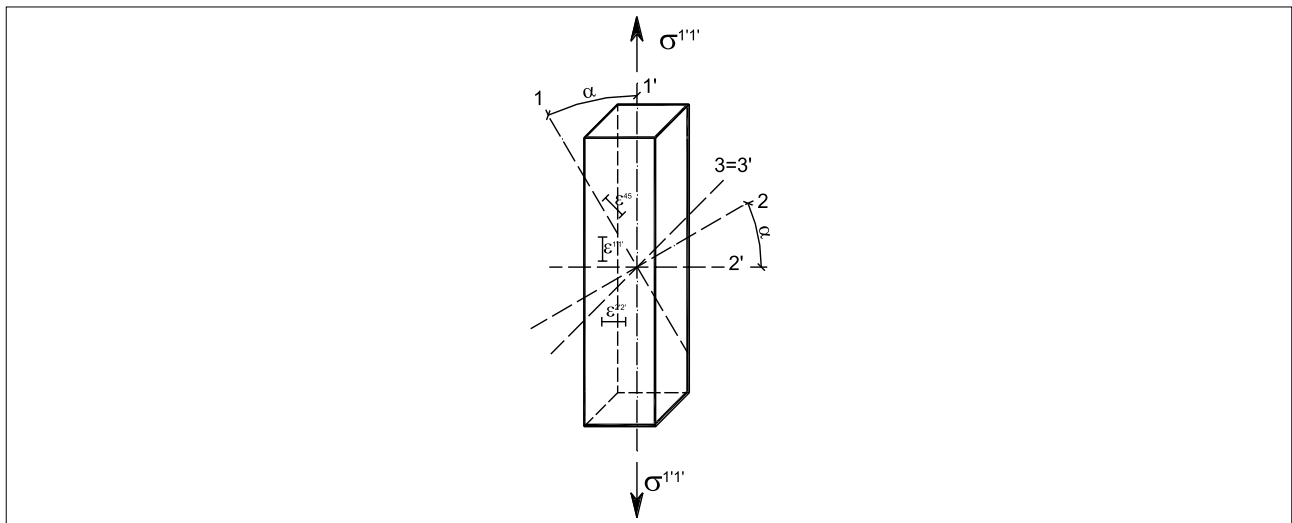
Amennyiben a vesszőtlen derékszögű koordináta-rendszer három irányáról azt feltételezzük, hogy azok egybeesnek a faanyag anatómia főirányaival (L-rost, R-sugar, T-húr), akkor elvégezhetjük az $i, j, k = L, R, T$ behelyettesítést. Így a [15] egyenlet értelmében a faanyag anatómiai fősíkjaihoz tartozó nyíró-rugalmassági modulusz értékeit határozhatjuk meg nyomó vagy húzó terheléssel és háromirányú alakváltozás-méréssel.

Ha a faanyagból kialakított próbatest orientációját oly módon választjuk meg, hogy valamelyik második anatómiai főirány (az egyik anatómiai főirány a forgatótengely) egybeesik a 45° -os alakváltozás-mérés irányával, az tovább egyszerűsíti a [15] összefüggést. Ebben az esetben ugyanis az $\alpha=45^\circ$ behelyettesítést kell elvégezzük:

$$G_{ij} = \frac{\sigma^{ii}}{2 \cdot (\varepsilon_{ii} - \varepsilon_{jj})} \quad [16]$$

ahol,

$i', j' = 1', 2', 3', i, j = 1, 2, 3$ és $1 = L; 2 = R; T = 3$



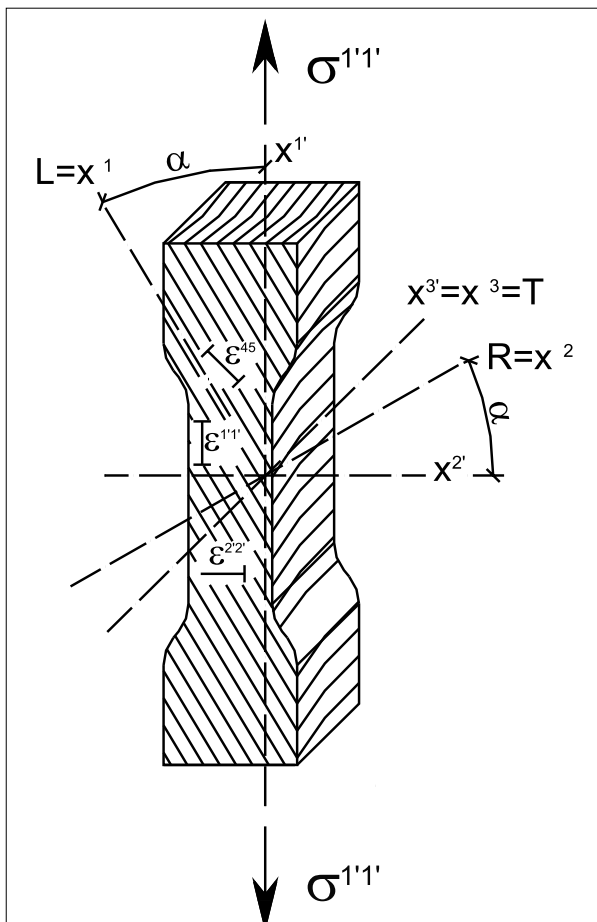
1. ábra Próbatest kialakítás anizotrop anyag nyíró-rugalmassági moduluszának a meghatározásához

Figure 1 Anisotropic specimen for determining the shear modulus

Anyagok, módszerek és eredmények

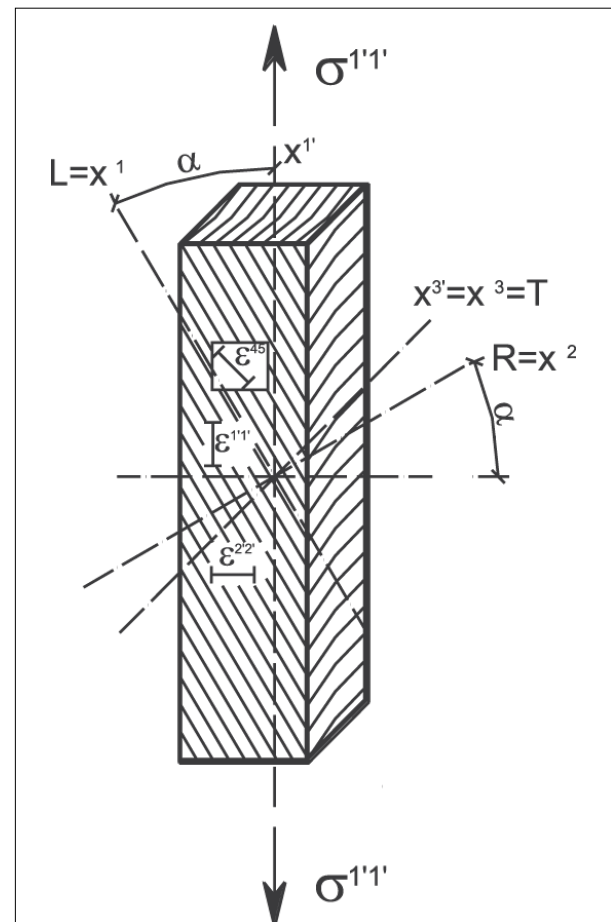
Fenyő (*Picea Abies*) faanyagból összesen 97 darab, húzó próbatestet (2. ábra) alakítottunk ki az L-R anatómiai fősíkhöz tartozó nyíró-rugalmassági modulus meghatározásához. Először Svájcban, az ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) Zürich laboratóriumában. Ezúttal is köszönetemet fejezem ki Prof. Peter Niemznek és a Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet doktoranduszának, Garab Józsefnek. Prof. Niemz engedélyt adott arra, hogy az itthon elkészített és kiküldött próbatestünket a zürichi intézetben rendelkezésre álló technikával is megvizsgálhassuk. A próbatestek keresztmetszete 20x20 mm, közepén 14x20 mm-re kigyengítve, hosszuk 200 mm. A terhelő erőt egy ZWICK univerzális terhelő-berendezés biztosította, míg a kétirányú alakváltozás méréséhez a DIC-2D optikai rendszert alkalmaztuk (4. ábra). A méréseket roncsolásmentes módon, a tönkremeneteli határ alatt végeztük el, lehetőséget biztosítva ezzel a soproni mérésekre. Ugyanezen próbatesteket idehaza is alávetettük a húzó vizsgálatoknak. A terhelő erőt az FPZ-100 anyagvizsgáló berendezés biztosította, az alakváltozás méréséhez az ME-46 videoextenzométert használtuk (4. ábra).

Kőris (*Fraxinus Excelsior*) faanyagból alakítottunk ki összesen 175 db húzó (2. ábra) és nyomó (3. ábra) próbatestet. A próbatestek keresztmetszete 20x20 mm, közepén 6x20 mm-re kigyengítve, hosszuk 150 mm. Az elméleti háttér helyességének igazolására a normálfeszültséget nem csak húzó, hanem nyomó igénybevétellel is létrehoztuk, hiszen a mérés – az elmélet szerint – mindkét igénybevételre működik. Ugyanazon mintadarrából, egymás mellől került kivágásra húzó és nyomó próbatest. Mivel az infrastrukturális háttér csak kétirányú alakváltozás-mérést tett lehetővé, ezért a próbatesteket 45°-os orientációval alakítottuk ki. A mérésekhez a terhelő erőt az FPZ-100 anyagvizsgáló berendezés biztosította. Az alakváltozás mérésre egy optikai berendezést, az ME-46 videoextenzométert használtuk (5. ábra).



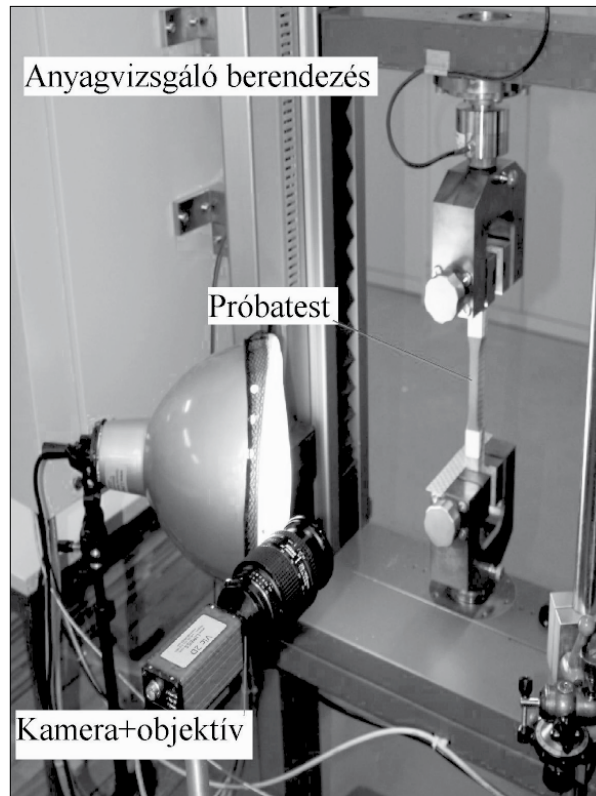
2. ábra Húzó-próbatest kialakítás faanyag nyíró-rugalmassági modulusának a meghatározásához

Figure 2 Tensile specimen for determining the shear modulus of wood



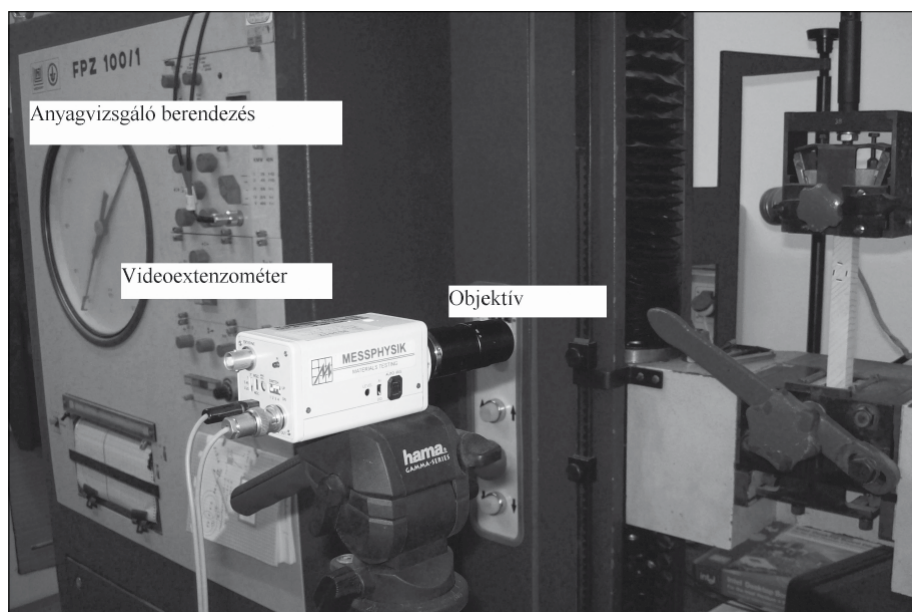
3. ábra Nyomó-próbatest kialakítás faanyag nyíró-rugalmassági modulusának a meghatározásához

Figure 3 Compression specimen for determining the shear modulus of wood



4. ábra A DIC-2D kamera az objektívvel, a próbatest és az anyagvizsgáló berendezés

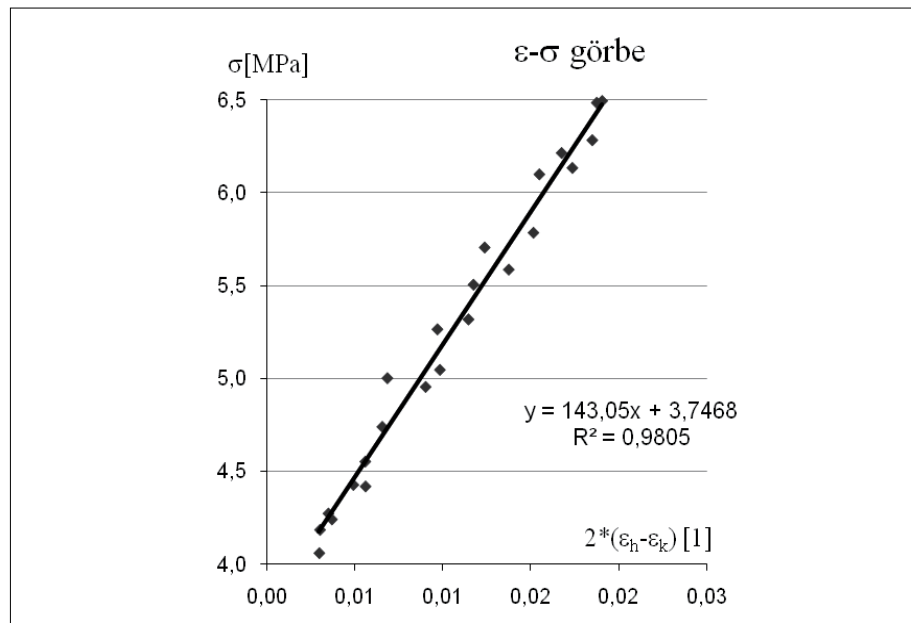
Figure 4 DIC-2D camera with objective, the specimen and the universal testing machine



5. ábra A videoextenzométer az objektívvel, a próbatest és az anyagvizsgáló berendezés

Figure 5 Videoextensometer with objective, the specimen and the universal testing machine

Az adatok kiértékelését mindkét esetben táblázatkezelő segítségével végeztük el. A terhelő erő és az alakváltozások adatait is a videoextenzométerhez tartozó szoftver rögzítette, a próbatest keresztmetszetét a mérést megelőzően mértük meg tolómérővel. A fellépő feszültséget az egyes mérési pontokhoz tartozó terhelő erő és a keresztmetszet ismeretében számítottuk ki. A terhelés irányával párhuzamos és arra merőleges fajlagos alakváltozás értékét a videoextenzométer adatai alapján határoztam meg. Ezen adatok alapján alakváltozás-feszültség görbéket szerkesztettem a táblázatkezelőben (6. ábra). A kapott pontthalmazra nem minden esetben



6. ábra Alakváltozás feszültség görbe a leszűkített adathalmazon

Figure 6 Deformation-stress diagram on limited mass of data

2. táblázat A lucfenyő L-R síkhoz tartozó nyíró-rugalmassági moduluszának összefoglaló táblázata

Table 2 Shear modulus of spruce in the L-R anatomical plane

	DIC-2D	Videoeextenzométer
	(u=12%, $\rho_{\text{átlagos}} = 0,37 \text{ g/cm}^3$)	
Próbateszt-szám [db]	97	
Értékelések száma [db]	94	76
Átlagos sűrűség [g/cm ³]	0,37	
Átlag [Mpa]	519,7	410,7
Szórás [Mpa]	55,05	216,60
Max. [Mpa]	764,40	944,30
Min. [Mpa]	443,70	101,40
CV [%]	10,59	52,73
Átlagos R ² [1]	0,995	0,835

3. táblázat Mérési eredmények összefoglalása kőris nyíró-rugalmassági moduluszára

Table 3 Summary of the measured shear-modulus values of common ash

	G _{RT} [MPa]		G _{LR} [MPa]		G _{LT} [MPa]	
	húzás	nyomás	húzás	nyomás	húzás	nyomás
	(u=12%, $\rho_{\text{átlagos}} = 0,67 \text{ g/cm}^3$)					
Próbateszt-szám [db]:	35	28	28	28	26	30
Értékelések száma [db]:	33	28	27	28	24	30
Átlagos sűrűség [g/cm ³]:	0,67		0,67		0,67	
Átlag [MPa]:	284,0	310,7	1116,6	921,1	806,6	1042,7
Átlag (húzás-nyomás)[MPa]:	297,35		1018,85		924,65	
Szórás [MPa]:	63,6	66,7	333,6	166,8	241,4	189,0
Max [MPa]:	418,5	551,2	2007	1181	1531	1456
Min [MPa]:	165,8	217,7	461,6	413,3	511,7	723,5
CV [%]:	22,4	21,5	29,9	18,1	29,9	18,1
Átlagos R ² [1]:	0,911	0,980	0,876	0,978	0,865	0,986



lehetett megfelelő módon egyenest illeszteni, ezért az ilyen esetekben az adathalmazt leszűkítettük. Az így felvett egyenes meredeksége adta meg az adott anatómia fősíki nyíró-rugalmassági modulusát.

A fenyő próbatestek esetében a svájci mérések kiértékelése során csupán 3 adatsort kellett figyelmen kívül hagyni mérési hiba miatt, míg a hazai, videoextenzométeres mérések során már 21 mérés adott értékelhetetlen eredményt. A mérési tapasztalatok hiánya a hazai infrastruktúrával (FPZ-100 és ME-46) és annak esetleges hibái jól tükröződnek a statisztikai eredményekben (2. táblázat). A szórás és a variációs együttható (CV) nagyon magas, illetve a kiértékelés során a pontthalmazra illesztett egyenesek R^2 száma alacsony.

Kőris faanyag esetében (3. táblázat) az RT anatómiai fősíkhöz tartozó nyíró-rugalmassági modulus meghatározása során 35 húzó próbatestet mértünk, amiből 33 adott értékelhető eredményt – mérési hibára hivatkozva két eredmény nem volt megfelelő. A 28 nyomó próbatest mindegyik kiértékelhető volt. Az LR sík esetén 28 húzó próbatestből 27 volt megfelelő, míg mind a 28 nyomó próbatestet fel lehetett használni a statisztika készítéséhez. LT sík esetén két darab húzó próbatestet kellett kiejteni, míg a nyomó próbatestek itt is mind megfelelő eredményt adtak. A 2. táblázatban mutatjuk be a mérés adatait és az elkészített statisztikát. Az első két sorban a lemért próbatestek száma, illetve az értékelések száma szerepel. A statisztikai adatok az értékelt próbatestek számából származnak. A próbatestek átlagos sűrűsége tömeg- és térfogatmérés alapján történt. A következő sorban az átlagos nyíró rugalmassági modulus értékeit tüntettük fel. A következőkben a szórás szerepel, illetve a mintának a minimum és maximum értékei. A szórás százalékos aránya az átlaghoz viszonyítva, azaz a relatív hiba a következő feltüntetett adat. Végül pedig a mérési pontokra illesztett egyenesek R -négyzetének az átlaga szerepel.

Az eredmények alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy az orientációs elmélet alkalmas a nyíró-rugalmassági modulus megbízható, egyéb külső tényezőktől független meghatározására. Ugyanakkor a módszer további alkalmazása előtt célszerű lenne még vizsgálatokat végezni – akár a háromparaméteres modell és más anizotrop anyagok, kompozit termékek alkalmazásával. Ehhez a megfelelő alakváltozás-mérő rendszer rendelkezésre állása is szükséges.

Hivatkozások

- Ebrahimi G, Sliker A (1981) Measurement of shear modulus in wood by a tension test. *Wood Science* 13(3)171-176
- Liu JY (2002) Analysis of off-axis tension test of wood specimens. *Wood and Fiber Science*, 34(2), 2002, pp. 205-211
- Liu JY, Ross RJ (2005) Relationship between radial compressive modulus of elasticity and shear modulus of wood. *Wood and Fiber Science*, 37(2), 2005, pp. 201-206
- Pierron F, Vautrin A (1994) Accurate comparative determination of the in-plane shear modulus of T300/914 by the Iosipescu and 45° off axis tests. *Composites Science and technology*, 52, 61-72
- Pindera MJ, Herakovich CT (1986) Shear characterization of unidirectional composites with the off-axis tension test
- Sliker A, Yu Y (1993) Elastic constants for hardwoods measured from plate and tension tests. *Wood and Fiber Science*, 25(1), 1993, pp. 8-22
- Szalai J (1994) A faanyag és faalapú anyagok anizotrop rugalmasság- és szilárdságtana – Hillebrand Nyomda
- Yoshihara H, Ohta M (2000) Estimation of the shear strength of wood by uniaxial-tension test of off-axis specimens. *J Wood Sci* (2000) 46:159-163
- Zhang W, Sliker A (1991) Measuring shear moduli in wood with small tension and compression samples. *Wood and Fiber Science*, 23(1), 1991, pp. 58-68

A napsugárzás mesterséges fényforrásokkal történő imitálásának problémája*

TOLVAJ László¹, PERSZE László²

¹ NymE FMK, Faanyagtudományi Intézet

² NymE FMK, FMK PhD-hallgató

Kivonat

A vizsgálataink célja volt megállapítani, hogy a mesterséges fényforrások képesek-e imitálni a faanyagok napsugárzás által okozott degradációját. A próbatesteket xenonlámpával, higanygőzlámpával és közvetlen napfénnel sugároztuk be. A napfénnel történt kezelésnél a próbatestek csak napos időben voltak kitéve a szabadba. Megállapítottuk, hogy a xenonlámpa csak hosszú-idejű kezelésnél képes szimulálni a napsugárzást.

Rövid idejű xenonlámpás besugárzásnál a faanyag sárgulása gyorsabb és erőteljesebb volt, mint napfénnel történő azonos idejű besugárzásnál. Az eredményeink azt mutatták, hogy a higanygőz lámpa nem alkalmas napsugárzás szimulálására

Kulcsszavak: napsugárzás, xenonlámpa, higanygőz lámpa, színváltozás, infravörös

Problem of sunlight imitation by artificial light sources

Abstract

The aim of this study was to determine whether the artificial light sources are able to imitate properly the photodegradation of wood caused by sunlight. The wood specimens were irradiated with xenon lamp, with mercury lamp and with direct sunlight. The samples were out for sunlight irradiation only on sunny days. The xenon light is able to simulate the sunlight only in the case of long term irradiation. The photo-yellowing of wood was faster and greater in the case of short term exposure to xenon light than compared to sunlight. The results showed mercury light did not simulate the sunlight properly.

Key words: sunlight, xenon lamp, mercury vapour lamp, colour change, infrared spectrum

Bevezetés

Az időjárás hatásának kitett faanyagok károsodása sok komponensből álló folyamat. A különféle behatások közül a napsugárzás a meghatározó szerep, különösen a degradáció kezdetén. A napfény spektrumából az ultraibolya fény fotonjainak energiája elegendő az egyes kémiai kötések felszakításához, ezért ennek a tartománynak a hatása a mérvadó. A napsugárzásnak kitett faanyagok felületén bekövet-

kező változások vizsgálata a szabadba kitett minták esetén sok nehézségbe ütközik. A napsugárzás intenzitása egy nap folyamán állandóan változik, de a nap állásának változásával egy év során is jelentős intenzitás-változások történnek. Ezek az eltérések egy alkalmasan számolt sugárzási átlaggal kompenzálhatók. A teljesen vagy részben felhős időszakok viszont hosszabb kitettségek esetén lehetetlenné teszik

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

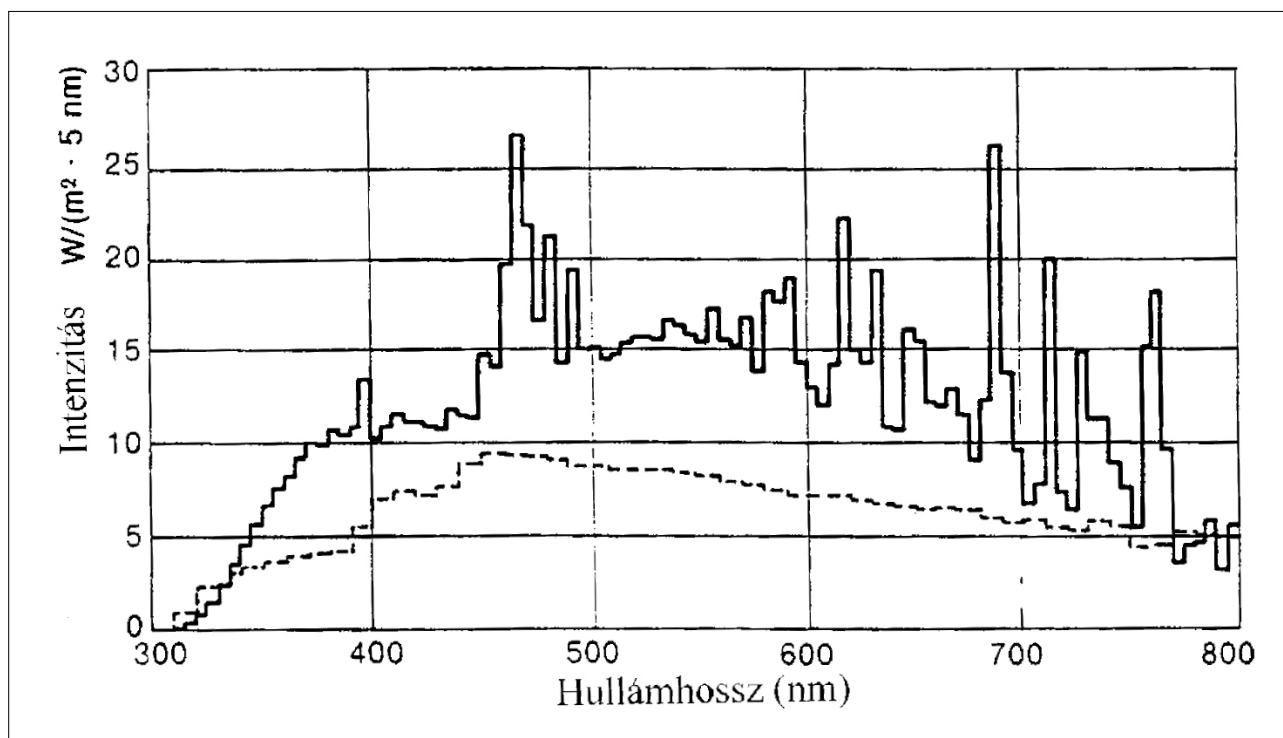
This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

a mintákat valóban ért napsugárzás kalkulálását. Természetes kitértség esetén a levegő páratartalmának illetve a csapadéknak a degradáló hatása, szintén nehezen követhető. A fenti nehézségek miatt a faanyagok fotodegradációját elsősorban mesterséges fényforrások alkalmazásával, megismételhető körülmények között szokták vizsgálni. A mesterséges fényforrások alkalmazása viszont azt a kérdést veti föl, hogy ezek a fényforrások mennyire alkalmasak a napsugárzás imitálására, illetve hogyan határozható meg az időekvivalencia a természetes és a mesterséges besugárzás között.

Annak eldöntésére, hogy egy fényforrás alkalmas-e a napsugárzás imitálására, a fényforrás emissziós színképét kell összehasonlítani a napsugárzás földfelszínre elérő részének spektrumával. Ezt látjuk az 1. ábrán, mely az 1965-ben rögzített napszínképet (D65 színkép) és az általunk használt xenonlámpa emissziós színképét mutatja be. A vizsgálatoknál alkalmazott fényforrások közül a xenonlámpa színképe áll legközelebb a napéhoz. A szakirodalomban található publikációk döntő többségénél (Ohkoshi 2002, Pandey 2005, Kataoka és munkatársai 2005, 2007, Tolvaj és Mitsui 2005) xenonlámpát használtak. Az egyetlen lényeges eltérés a napsugárzáshoz képest, hogy a föld felszínét elérő napsugárzás színképe jobban benyúlik az ultraibolya tartományba, mint a xenonlámpáé.

Tovább rontja az ekvivalenciát, hogy az ózonréteg vékonyodásával az UV-B tartományból is egyre több eléri a talajszintet. Ezért a xenonlámpa egyre kevésbé lesz alkalmas a napsugárzás hatásának imitálására, hiszen éppen a legnagyobb degradációt előidéző rövid hullámhosszak hiányoznak belőle.

Ezért vizsgálatainknál a xenonlámpa mellett higanygőz lámpával is végeztünk besugárzásokat. A higanygőz lámpáknak hátrányos tulajdonsága, hogy az UV-B mellett olyan hullámhosszakon is sugároznak (az UV-C-tartományban), melyek nem találhatók meg a földfelszínre elérő napsugárzásban. A higanygőz lámpával történő besugárzásnál a kezelési időket a többi vizsgálatéhoz képest tizedére kellett csökkenteni, de még így is a többinél nagyobb változásokat produkált. Sajnálatos módon a fényforrások emissziójának intenzitását nem állt módunkban változtatni. A különböző fényforrásokkal végzett vizsgálatok eredményeinek összehasonlítására a szakirodalomban kevés példa található. Ota és munkatársai (1997) a császárfű (*Paulownia tomentosa*) furnér színtabilitását tesztelték napsugárzás és higanygőz lámpás besugárzás hatására. Felületkezelt faanyagok degradációját vizsgálták Podgorski és munkatársai (1996) szabadtéri kitértségű és mesterséges, laboratóriumi időjárás-imitációval. Arnold és munkatársai (1991) fluoreszcenciás UV-lámpával és



1. ábra A xenonlámpa és a napsugárzás emissziós színképe (az alsó vonal a D65 napszínkép)

Figure 1 The emission spectra of xenon lamp and sunlight (the lower line represents the D65 sunlight)

xenonlámpával történt imitációt hasonlítottak össze. A fénybesugárzási ciklusok között vízpermetezést alkalmaztak. A vizsgálat időtartama 2400 óra volt. Az első méréseket 600 órás kezelés után végezték, és a minták felületerózióját mérték. Megállapították, hogy a két fényforrás hatása nagyon hasonló volt. Véleményünk szerint ilyen hosszú kezelési idővel és a vizes kioldás hozzáadásával csak a nagymértékű eltéréseket lehet kimutatni. A finomabb különbségek feltárásához a rövidebb kezelési idő, vízpermetezés nélkül alkalmasabb lett volna. Pandey és Vuorinen (2008) a xenonlámpa és UV-lézer degradáló hatását hasonlította össze.

A kezelések hatására bekövetkező változásokat a (távoli) infravörös színekép (IR) felvételével szokták detektálni. Mellette az elmúlt évtizedekben egyre inkább előtérbe kerül a színváltozás vizsgálata is (Chang és Chang 2001, Ayady és munkatársai 2003, Hansmann és munkatársai 2006, Oltean és munkatársai 2008, 2009, Wang és Ren 2008, Sharratt és munkatársai 2009). A színérés alkalmazásának területén Németh végzett úttörő munkát (Németh és Faix 1988, Németh 1982, 1984, 1998). Napjainkban a fotodegradáció és a termikus degradáció kölcsönhatásának vizsgálatánál is fontos szerep jut a színérésnek (Mitsui és munkatársai 2001, 2004/a, 2004/b, Mitsui és Tsuchikawa 2005). A napsugárzás és a mesterséges fényforrások hatásának összehasonlítása érdekében próbatesteket helyeztünk a szabad ég alá. Gondoskodtunk róla, hogy a próbatestek csak napsütésben legyenek kint. Ezekkel a feltételekkel igyekeztünk leválasztani a kitétségi vizsgálatoknál előforduló egyéb behatásokat, továbbá a felhős és a sötét időszakok kizárásával a tényleges besugárzási időket tudtuk használni az összehasonlításkor. Az összehasonlításhoz xenonlámpát és higanygőz lámpát használtunk.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A vizsgálatoknál akác (*Robinia pseudoacacia* L.), bükk (*Fagus sylvatica* L.), lucfenyő (*Picea abies* Karst) és álciprus (*Chamaecyparis obtusa* Seib. et Zucc.) faanyagból vágunk ki próbatesteket. A próbatestek méretét az infravörös spektrofotométer mintatartójának befogadó képessége szabta meg. A vizsgálatokhoz homogén, a felszínén csak egyféle pásztát tartalmazó, 50x10x2 mm méretű lapkákat készítettünk.

A napsugárzásnak kitett mintákkal végzett vizsgálatoknál a próbatesteket Takayamában (Japán, földrajzi szélesség: 39° 9,3 perc, tengerszint fe-

letti magasság: 560 méter) helyeztük a szabadba. A minták csak napsütéses időben voltak kitéve a tartóállványra, mely dél felé nézett és a vízszintessel 30°-os szöveget zárt be. A besugárzások között a mintákat a laboratóriumban, teljes sötétségben tároltuk. A minták 200 órás besugárzást kaptak.

A xenonlámpás besugárzást az SX-75: Suga Test Instrument kamrában végeztük el. A lámpa emissziója a 300-400 nm tartományban 180 W/m² volt. Nem volt lehetőség a látható fénytartomány kiszűrésére. A kamrában mért „fekete panel” hőmérséklet 63°C volt, és a relatív páratartalmat 50%-ra állítottuk be. A higanygőz által történt fénykibocsátást egy HAL 800NL típusú lámpa biztosította, mely egy a Nippon Denchi Co. Ltd. által gyártott, KBP 659 típusú kamrában helyezkedett el. A kamrát ipari méretű faszerkezetek besugárzására tervezték. A higanygőz lámpa fénytelsítménye 320 W volt, és a próbatestek 64 centiméterre helyezkedtek el tőle. A hűtött kamrában az áramló levegő hőmérséklete 26°C volt. A minták xenonlámpával 200 órás, higanygőz lámpával 20 órás besugárzást kaptak.

Fénybesugárzásra a faanyagban történt változásokat színéréssel és az IR színekép felvételével detektáltuk. Színéréshez a Nippon Denshoku Industries által gyártott SE-2000 típusú készüléket használtuk. Az eredményeket a CIE L*a*b* színekoordináta rendszerben adtuk meg. Az IR színeképek felvételére a kétsugaras JASCO, DR-81 FTIR spektrofotométert használtuk. 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 egységre normáltuk. Ezt a cellulóz C-H csoportjához tartozó sávot gyakran használják belső vonatkoztatási sávként, mert centrális helyzetű, kellően intenzív és a tapasztalatok szerint stabil a fénybesugárzással szemben. A változások demonstrálására különbségi színeképeket képeztünk úgy, hogy a kezelt minta színeképéből kivontuk a kezeletlen minta színeképét. 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 merőleges legyen a minta rostirányával.

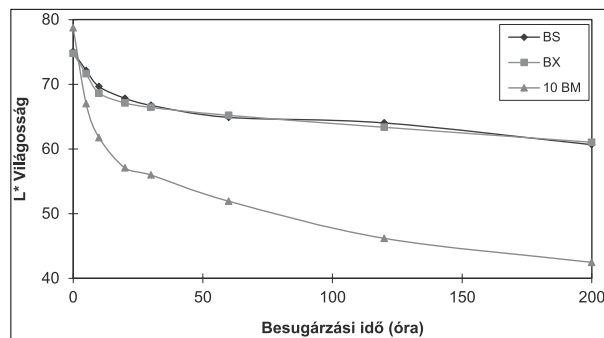
A vizsgálati eredmények értékelése

A kezelések hatását a színváltozás és az infravörös színeképek mérésével regisztráltuk. A kezelések kezdetén a színváltozás erőteljesebb volt, mint az infravörös színekép változása. Már néhány órás kezelés után

szabad szemmel is észlelni lehetett a változásokat. Ez különösen igaz volt az akác mintákra. A kezelés első 30 órájára koncentrált a színváltozások jelentős része, amint ez jól látható a 2-5. ábrákon. A világosság változása volt a teljes színváltozás fő tényezője (2. ábra). Az első 30 órás időtartam alatt a teljes besugárzási időszakra eső világosság-csökkenésnek közel a 60%-a történt meg a lombhullató fajoknál, és 40-50%-a a fenyőknél. Ebben az időszakban a mesterséges fényforrások erőteljesebb világosságcsökkenést okoztak, mint a napsugárzás. A legnagyobb eltérés a lucfenyőnél mutatkozott. Itt a xenonlámpa hatása 15%-kal volt nagyobb a napsugárzásnál. Átlépve az 50 órás kezelést a trend változott, és a grafikonok elérték egymást, vagy párhuzamosan futottak. A higanygőz lámpa a többinél jóval erőteljesebb változást okozott, még a tizedrészére lerövidített idő alatt is.

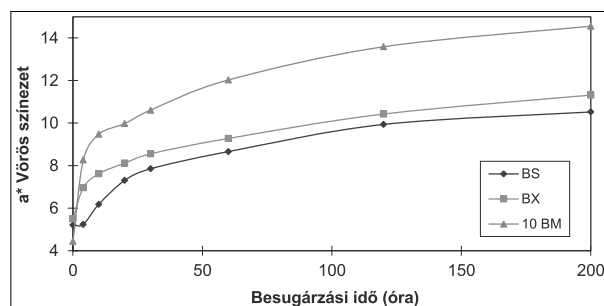
A másik két színkoordináta (a^* és b^*) változása a világosságnál nagyobb eltérést mutatott a xenonlámpa és a napsugárzás között (3-5. ábra). A vörös színezet (a^*) változását a bükk faanyag adataival mutatjuk be a 3. ábrán. Érdekes megfigyelni, hogy a napsugárzás hatására a kezelés első 5 órájában nem történt változás, majd hirtelen növekedés történt. Sőt, az álciprus esetében kismértékű csökkenést tapasztaltunk az első 5 órában. Csupán az akác vörös színezete növekedett erőteljesen a kezelés kezdetétől. Ezzel szemben a xenonlámpás kezelés hatására ilyen stagnálást nem tapasztaltunk. A vörös színezet mindegyik mintánál a besugárzás kezdetén erőteljesen emelkedni kezdett. Ez az emelkedés meredekebb volt, mint a napsugárzásnál. A 30 órás kezelés után a trend változott, és a grafikonok megközelítették egymást, vagy párhuzamosan futottak. Azt is gondolhatnánk, hogy a napsugárzás gyenge volt az első napon, és ez okozta a stagnálást. A mérési jegyzőkönyv ezt nem támasztja alá, és a megismételt vizsgálatoknál ugyanez történt.

A harmadik színkoordináta (b^* ; sárga színezet változása) esetében még nagyobb volt az eltérés a napsugárzás és a xenonlámpa hatása között, mint a másik két koordináta esetében (4-5. ábra). A minták elsárgulása a xenonlámpa esetében a kezelés első 5 órájára, ezzel szemben napsugárzásnál az első 30 órára koncentrált. A álciprus (5. ábra) és a lucfenyő korai pásztája esetében 5 óra alatt a teljes sárgulás 61%-a történt meg a xenonlámpás besugárzás hatására. Napsugárzásnál a sárgulás lefutása ennél sokkal kiegyenlítettebb volt.



2. ábra A bükk faanyag világosságának csökkenése a besugárzás során (Rövidítések: B; bükk, S; napsugárzás, X; xenonlámpás besugárzás, M; higanygőz lámpás besugárzás. Higanygőz lámpa esetében az időadatokat 10-zel osztani kell.)

Figure 2 The lightness decrease of beech samples during irradiation. (Abbreviations: B, beech; S, sunlight; X, xenon light; M, mercury light. The time data for mercury light irradiation are 10 times shorter.)

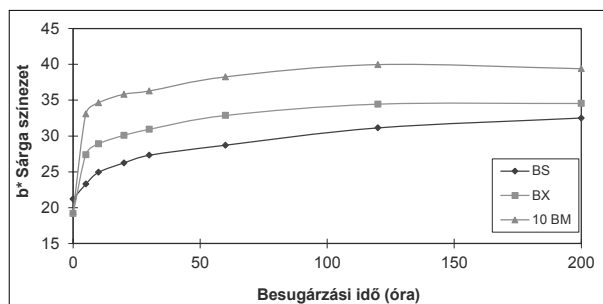


3. ábra A bükk faanyag vörös színezetének változása a besugárzás során (Rövidítések: B; bükk, S; napsugárzás, X; xenonlámpás besugárzás, M; higanygőz lámpás besugárzás. Higanygőz lámpa esetében az időadatokat 10-zel osztani kell.)

Figure 3 Colour change (red content) of beech wood during light irradiation. (Abbreviations: B, beech; S, sunlight; X, xenon light; M, mercury light. The time data for mercury light irradiation are 10 times shorter.)

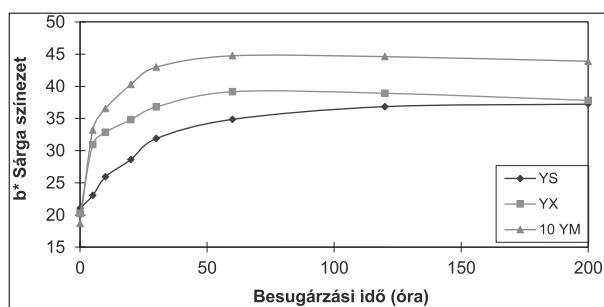
A sárga színezet grafikonjai a vizsgált fajoknál 50 órás kezelés után (napfény és xenonlámpa esetén) közel kerültek egymáshoz vagy párhuzamosan futottak egymással.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a xenonlámpás besugárzás csak a hosszú idejű (50 óránál hosszabb) kezeléseknél alkalmas a napsugárzás imitálására. Különösen a sárga színezet változásában találtunk nagy eltéréseket a rövid idejű besugárzásnál. A rövid idejű xenonlámpás kezelés a gyorsított hatások elérésére alkalmas, de az időszorozási tényező nem állapítható meg, mert az egyes koordináták eltérően viselkednek.



4. ábra A bükk faanyag sárga színezetének változása a besugárzás során. (Rövidítések: B; bükk, S; napsugárzás, X; xenonlámpás besugárzás, M; higanygőz lámpás besugárzás. Higanygőz lámpa esetében az időadatokat 10-zel osztani kell.)

Figure 4 Colour change (yellow content) of beech wood during light irradiation. (Abbreviations: B, beech; S, sunlight; X, xenon light; M, mercury light. The time data for mercury light irradiation are 10 times shorter.)



5. ábra Az álciprus sárga színezetének változása a besugárzás során. (Rövidítések: Y; álciprus, S; napsugárzás, X; xenonlámpás besugárzás, M; higanygőz lámpás besugárzás. Higanygőz lámpa esetében az időadatokat 10-zel osztani kell.)

Figure 5 Colour change (yellow content) of Japanese cypress wood during light irradiation. (Abbreviations: Y, Japanese cypress; S, sunlight; X, xenon light; M, mercury light. The time data for mercury light irradiation are 10 times shorter.)

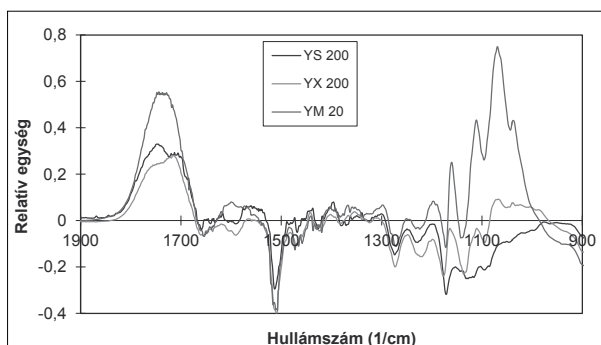
A higanygőz lámpás besugárzás hatására létrejövő színváltozás alapvetően különbözik mind a xenonlámpás, mind a napsugárzás hatására történő színváltozástól. Az eltéréseket jól szemléltetik a 2-5. ábrák. Itt a kezelés során a változások sokkal erőteljesebbek voltak, mint a másik két besugárzásnál. Ezért a besugárzást csak 20 óráig folytattuk. Az eltérések oka a higanygőz lámpa által kibocsátott fénycsík hullámhossz-eloszlásában keresendő. Míg a xenonlámpa csak az UV-A-tartományban sugároz, addig a higanygőzlámpa a teljes UV-tartományban bocsát ki fényt, emissziójának 80%-a az UV-tartományba esik. A kibocsátott UV-fény 31%-a az UV-A (380-315 nm) tartományba, 24%-a az UV-B (315-280 nm) tartományba, és 25%-a az UV-C (> 280 nm)

tartományba esik. Az UV-C-tartományban kibocsátott fotonok energiája olyan nagy, hogy képesek folszakítani a faanyagban lévő összes kémiai kötést (Hon 1991). Ezért a higanygőzlámpa nem alkalmas a napsugárzás imitálására, de a vele végzett kísérletek segítséget nyújtanak a fotodegradációs folyamatok jobb megértéséhez, és hozzájárulnak a mérés technika finomításához.

A színváltozás nem ad közvetlen felvilágosítást a bekövetkezett kémiai változásokról, ezért fontos, hogy az infravörös színek változását is megvizsgáljuk. A napsugárzás és a xenonlámpás besugárzás hatása közötti különbségeket akác és álciprus fajok mintáival készült különbségi színek segítségével mutatjuk be (6-8. ábra). Csak az új lenyomat-tartományt (900-1900 cm^{-1} között) ábrázoltuk, hiszen itt találunk számottevő eltéréseket. Az ábrák a karbonilcsoportok számának növekedését mutatják 1680-1910 cm^{-1} között. Tipikus fotodegradációs jelenség a lignin aromás gyűrűjének felhasadása 1510 cm^{-1} és 1600 cm^{-1} környékén. A guajacil gyűrű abszorpciójának csökkenését is megfigyelhetjük 1280 cm^{-1} környékén. Az egyes abszorpciós csúcsokhoz tartozó kémiai csoportok részletes listáját egy korábbi munkánk tartalmazza (Tolvaj és Faix 1995). Az 1000-1200 cm^{-1} közötti tartományban látható változások nem egyértelműek, sőt a 6. ábrán a higanygőz lámpa által okozott változásoknál a 900-1500 cm^{-1} közötti széles tartományban megkérdőjeleződik a különbségi színek értelmezhetősége. A jelenséggel részletesen foglalkozik egy korábbi cikkünk (Tolvaj és Mitsui 2010). Az alkalmazott besugárzások hatása közötti eltérések a karbonilcsoportok sávjában jelentkeznek. A 20 órás higanygőz lámpás besugárzás hatására jóval nagyobb abszorpció-növekedés történik, mint a másik két kezelésnél 200 óra alatt

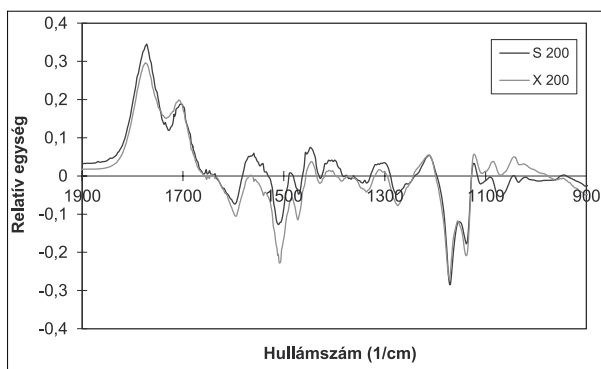
A karbonilcsoportok abszorpciójánál két sáv növekedését figyelhetjük meg. Napsugárzásnál a nagyobb hullámszámoknál lévő sáv intenzitása a nagyobb, míg a xenonlámpás besugárzásnál a kisebb hullámszámoknál lévő sáv intenzitása a nagyobb álciprus esetében (6. ábra). Akác esetében ez a két sáv jól elkülönül, mert az 1700 cm^{-1} körüli sáv lényegesen gyengébb, mint a másik (7-8. ábra). A 200 órás besugárzásnál ez az eltérés a kétféle besugárzás hatása között nem jelentős (7. ábra). A 60 órás besugárzásnál viszont a két sáv abszorpciójában mutatkozó eltérés jelentős (8. ábra). Fontos megemlíteni, hogy a kezelés során az

itt láthatónál lényegesen nagyobb eltérések is voltak a napsugárzás és a xenonlámpa hatása között. A xenonlámpás besugárzásnál az $1700\text{--}1710\text{ cm}^{-1}$ körüli sáv maximumának intenzitása a kezelés kezdetén gyorsabban nőtt, mint az $1760\text{--}1770\text{ cm}^{-1}$ körüli sáv. Az $1700\text{--}1710\text{ cm}^{-1}$ körüli sáv növekedése megállt 60 órás kezelés után, a másiké viszont folytatódott. A napsugárzás hatására ez éppen fordítva történt, amint ezt jól szemlélteti 60 órás kezelés után a 8. ábra akác esetében. Itt az $1700\text{--}1710\text{ cm}^{-1}$ körüli sáv folyamatosan növekedett a kezelés 200 órája alatt. Az eltérések 60 órás kezelés után a kiegyenlítődés felé haladtak, és 200 óránál már alig voltak eltérések. A fent leírt tendenciák valamennyi vizsgált fafajra érvényesek voltak. A színváltozáshoz hasonlóan itt is megállapíthatjuk, hogy a xenonlámpás besugárzás csak



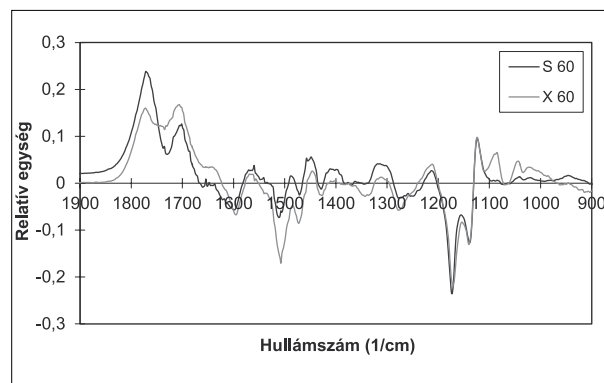
6. ábra Az álciprus korai pásztyájának különbségi IR színeképei 20, illetve 200 órás besugárzás után. (Rövidítések: Y; álciprus, S; napsugárzás, X; xenonlámpás besugárzás, M; higanygőz lámpás besugárzás.)

Figure 6 Difference IR spectra of earlywood part of Japanese cypress caused by 20, or 200 hours light irradiation. (Abbreviations: Y, Japanese cypress; S, sunlight; X, xenon light; M, mercury light.)



7. ábra Az akác faanyag különbségi IR színeképei 200 órás napsugárzás (S) és xenonlámpás besugárzás (X) után.

Figure 7 Difference IR spectra of black locust wood after 200 hours sunlight (S) and xenon light (X) irradiation

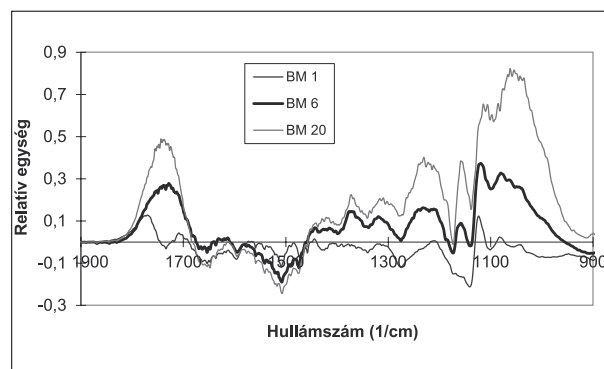


8. ábra Az akác faanyag különbségi IR színeképei 60 órás napsugárzás (S) és xenonlámpás besugárzás (X) után

Figure 8 Difference IR spectra of black locust wood after 60 hours sunlight (S) and xenon light (X) irradiation

hosszú idejű (60 óránál hosszabb) kezelésnél tudja imitálni a napsugárzást. A rövid idejű besugárzásoknál eltérés van a két besugárzás hatására lejátszódó kémiai folyamatok között.

A higanygőz lámpás besugárzásnál is látható volt a két karbonilsáv növekedése rövid kezelési időknél (9. ábra). Az egyórás kezelés hatására a két sáv elkülönülése ugyanolyan jól látható volt, mint a másik két kezelésnél. Ezután a sávok összeolvadtak egy sávba. Alapos megfigyelés után itt is látszik, hogy eleinte a kisebb hullámszámoknál lévő sáv növekedett erőteljesebben, majd a tendencia megfordult. Erre a következtetésre az egybeolvadt sáv maximumának a nagyobb hullámszámok irányába történt elmozdulásából juthatunk. A 9. ábrán az is jól látszik, hogy a különbségi színeképeknek az $1000\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ tartományban jelentkező anomáliája a kezelési idő növekedésével főlerősödik. A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a higanygőz lámpa nem alkalmas a napsugárzás imitálására.



9. ábra A bükk faanyag különbségi színeképei 1, 6 és 20 órás higanygőz lámpás besugárzás után

Figure 9 Difference IR spectra of beech wood after 1, 6 and 20 hours mercury light irradiation

Összefoglalás

A természetes és a mesterséges fényforrások hatásának összehasonlítására elsőként végeztünk olyan kísérleteket, ahol a szabadba kitett mintákat csak napsugárzás érte, egyéb behatás – például eső – nem. Továbbá a kezelési időbe valóban csak a napsütéses órákat számoltuk bele. Megállapítottuk, hogy a xenonlámpa csak hosszú idejű kezelésnél alkalmas a napsugárzás imitálására. Rövid idejű (50 óránál rövidebb) kezelésnél a xenonlámpa lényegesen nagyobb sárgulást okoz, mint a napsugárzás és a karbonilcsoportokat tartalmazó vegyületek keletkezésében is eltérések vannak. Kimutattuk, hogy a higanygőz lámpa nem alkalmas a napsugárzás imitálására.

A napsugárzás imitálásához tervezett besugárzásnál célszerűnek látszik a xenon- és a higanygőz lámpa kombinációjának alkalmazása. További kísérletek szükségesek annak meghatározásához, hogy a két fényforrást milyen intenzitási viszony mellett, és milyen időarányban kell alkalmazni a napsugárzás hatásának megvalósításához.

Irodalomjegyzék

- Arnold M., Sell J., Feist W. C. (1991) Wood weathering in fluorescent ultraviolet and xenon arc chambers. *Forest Products Journal* 41 (2):40-44
- Ayady N., Lejeune F., Charrier F., Merlin A. (2003) Color stability of heat treated wood during artificial weathering. *Holz Roh Werkstoff* 61:221-226
- Chang H. T. and Chang S. T. (2001) Correlation between softwood discoloration induced by accelerated lightfastness testing and indoor exposure. *Polym. Degrad. Stab.* 72:361-365
- Hansmann C., Deka M., Wimmer R., Gindl W. (2006) Artificial weathering of wood surfaces modified by melamine formaldehyde resins. *Holz Roh Werkstoff* 64(3):198-203
- Hon D. N. S (1991) Photochemistry of wood. In: Hon D. N. S., Shiraishi, N. (eds) *Wood and cellulosic chemistry*. Marcel Dekker, New York, pp 525-555
- Kataoka Y., Kiguchi M., Fujiwara T., Evans P. D. (2005) The effects of within-species and between-species variation in wood density on the photodegradation depth profiles of sugi (*Cryptomeria japonica*) and hinoki (*Chamaecyparis obtusa*). *J. Wood Sci.* 51(5):531-536
- Kataoka Y., Kiguchi M., Williams R. S., Evans P. D. (2007) Violet light causes photodegradation of wood beyond the zone affected by ultraviolet radiation. *Holzforschung* 61(1):23-27
- Mitsui K., Takada H., Sugiyama M., Hasegawa R. (2001) Changes in the Properties of Light-Irradiated Wood with Heat Treatment. Part 1. Effect of Treatment Conditions on the Change in Color. *Holzforschung* 55 (6):601-605
- Mitsui K. (2004/a) Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment. Part 2. Effect of light-irradiation time and wavelength. *Holz Roh Werkstoff* 62:23-30
- Mitsui K., Murata A., Tsuchikawa S., Kohara M. (2004/b) Wood Photography Using Light Irradiation and Heat Treatment. *Color Research and Application* 29 (4):312-316
- Mitsui K. and Tsuchikawa S. (2005) Low Atmospheric Temperature Dependence on Photo-degradation of Wood. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 81:84-88
- Németh K. (1982) A fa színének értékelése a CIELAB-rendszerben. *Az Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei* (2):125-135
- Németh K. (1984) Színmérés a faiparban IV. A CIELAB színingermérő rendszer alkalmazása. *Faipar* 33 (5):156-159
- Németh K. und Faix O. (1988) Farbmessung zur Beobachtung der Photodegradation des Holzes. *Holz Roh Werkstoff* 46 (12):472
- Németh K. (1998) A faanyag degradációja. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest*
- Ohkoshi M. (2002) FTIR-PAS study of light-induced changes in the surface of acetylated or polyethylene glycol-impregnated wood. *J. Wood Sci.* 48(5):394-401
- Oltean L., Teischinger A., Hansmann C. (2008) Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure. *Holz Roh Werkstoff* 66:51-56
- Oltean L., Hansmann C., Németh R., Teischinger A. (2009) Wood surface discolouration of three hungarian hardwood species due to simulated indoor sunlight exposure. *Wood Research.* 55(1): 49-58
- Ota M., Ogata H., Jono Y., Hirota K., Abe K. (1997) Light-Induced Color Changes of Acetylated Veneers of Kiri (*Paulowniatomentosa* Steud.). *Mokuzai Gakkaishi* 43:785-791



- Pandey K. K. (2005) Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. *Polym. Degr. Stab.* 90(1):9-20
- Pandey K. K., Vuorinen T. (2008) Comparative study of photodegradation of wood by a UV laser and a xenon light source. *Polym. Degrad. Stab.* 93(12):2138-2146
- Podgorski L., Merlin A., Deglise X. (1996) Analysis of the Natural and Artificial Weathering of a Wood Coating by Measurement of the Glass Transition Temperature. *Holzforschung* 50:282-287
- Sharratt V., Hill C. A. S., Kint D. P. R. (2009) A study of early colour change due to simulated accelerated sunlight exposure in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Polym. Degrad. Stab.* 94:1589-1594
- Tolvaj L. and Faix O. (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
- Tolvaj L. and Mitsui K. (2005) Light Source Dependence of the Photodegradation of Wood. *J. Wood Sci.* 51(5):468-473
- Tolvaj L., Mitsui K., Varga D. (2011) Validity limits of Kubelka-Munk theory for DRIFT spectra of photodegraded solid wood. *Wood Sci. Technol.* 45:135-146
- Wang X. and Ren H. (2008) Comparative study of the photo-discoloration of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel) and two wood species. *Applied Surface Science* 254:7029-7034

Nyílászárók szerkezeti elemeinek hatása a teljesítményjellemzőkre*

I. rész. A rugalmas ütközések hatása az ablak légzárására

BENCSIK Balázs¹, KOVÁCS Zsolt¹, DÉNES Levente¹

¹ NymE FMK, Faanyagtudományi Intézet

Kivonat

Az épület energetikai mérlegében nagy szerepet töltenek be a különböző nyílászáró szerkezetek, melyekre az EU új termékszabványában rögzített teljesítményjellemzők vonatkoznak. A teljesítményjellemzők között szerepel az ablakok légzárási követelményértéke is, amit egy adott használatra szánt ablaknak a beépítés pillanatában teljesítenie kell. Kísérletsorozatunk célja az, hogy megvizsgáljuk azon szerkezeti elemeket, amelyek szignifikáns módon befolyásolják egy nyílászáró légzárási teljesítményét. E cikkben a rugalmas ütközések szerepét ismertetjük. A kísérletsorozat során laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk az ablakok légzárását peremtömítéssel és középtömítéssel, majd külön-külön eltávolítva azokat és végül a használt középtömítést cseréltük le egy teljesen új tömítésre és végeztük el a szabványos vizsgálatokat. A középtömítés eltávolításával az ablakok légzárása minden nyomásfokozaton jelentős mértékben romlott, míg a peremtömítés eltávolítása nem okozott minden

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

nyomásértéken szignifikáns minőségváltozást. A vizsgált tényezők közül a középtömítés állapotának a hatása ablakonként különböző mértékben jelentkezett, azonban elmondható, hogy magasabb nyomásértékeken mindhárom próbatest esetén szignifikánsnak bizonyult.

Kulcsszavak: ablak, légzárás, peremtömítés, középtömítés, rugalmas ütközések

The effect of structural elements on windows performance characteristics

Part 1. The influence of sealing's on air tightness

Abstract

The windows and doors structures and their performance characteristics prescribed by European directives and determined by the new product standards play an important role in the energy balance of buildings. Between the performance features we find the air tightness of windows, which limit value required by a certain usage must be assured in the moment of installation. This research intends to investigate the influence of structural elements on windows and doors performance. The present article describes the role and effect of sealing's on windows air tightness. A series of laboratory experiments were performed examining the influence of primary and secondary weather-strips as well as the effect of sealing's weathering on elasticity. By removing the primary weather-strip the air tightness declined significantly at each pressure level. Opposite to this the secondary weather-strip elimination doesn't affected considerably the air tightness at certain pressure levels. The impact of primary sealing weathering varied among the examined window types.

Key words: window, air tightness, sealing, elastic collisions

Bevezetés

Az ablakok szerkezetét az idők folyamán folyamatosan módosították a jobb technikai jellemzők érdekében, valamint a kor építészeti stílusának és az építészeti megoldásoknak megfelelően. Napjainkban az esztétikus megjelenés mellett a használhatóság, de leginkább a jó hang-, hő- és légszigetelés áll a tervezők, valamint a felhasználók igényeinek középpontjában.

Egy ablakszerkezet esetében a hőátbocsátás nem csak transzmisszió (vezetés, konvekció, felületi átadás) útján történhet, hanem az ablakszerkezet tömítetlenségének köszönhetően, a réseken átáramló levegő cseréjéből is adódhat (filtráció) (Hessinger, 2010). Az egyre növekvő energiaáraknak, és az egyre szigorodó energetikai direktíváknak köszönhetően mind több figyelmet fordítunk épületeink energiafelhasználására. Az európai épületenergetikai direktíva (91/2002/EK) megköveteli minden európai uniós tagországtól az épületek energiahatékonyságát igazoló tanúsító rendszer létrehozását is, ami

a gyártókat egyre kisebb hőátbocsátási értékű (U_w) és jobb légzárási teljesítményű ablak kifejlesztésére kötelezi (Sieberath 2010). A modern légtömör nyílászárók megjelenése előtt épült házakra jellemző, hogy zárt ablakok és ajtók mellett a szélnyomás és a külső-belső hőmérsékletkülönbség hatására a házban keresztül levegő áramlik, huzathatás észlelhető (infiltráció, exfiltráció). Ebben meghatározó a nyílászárók tömítetlensége, tökéletlen zárása. Egy épület rossz légtömörségének következményei az alábbiak lehetnek:

- ellenőrizetlen szellőzés
- huzatérzet-diszkomfort
- energiaveszteségek
- akusztikai problémák.

Célszerű tehát a fent említett okokból a légtömörségre törekedni. Ugyanakkor a túlzott légtömörség rossz levegőminőséghez, valamint állagkárosodáshoz vezethet. A szellőztetlen helyiségekben a megnövekedett páratartalom páralecsapódást és penészes falfelületek kialakulását eredményezheti. Ezért az

épületek tervezésénél különös gondot kell fordítani a tervezett és jó esetben felügyelt, szabványokban előírt légcserre biztosítására (Szánthó 2007).

Gyakorlati tapasztalatok igazolják, hogy a beépített ablakok tömítettsége a használati körülmények hatására idővel változik, nem zárnak olyan mértékig, mint ami a minősítésüknek megfelel. Valójában a jellemzők észrevehető degradálódásáról van szó. A használati tulajdonságok egész működési élettartam alatti megbízhatóságának tervezéséhez pontosan ismerni kell az egyes szerkezeti elemeknek a termék teljesítőképességi jellemzőire gyakorolt hatását. Cikksorozatunk célja, hogy bemutassuk azokat a konstrukciós részleteket, amelyek meghatározó módon befolyásolják egy nyílászáró teljesítőképességi jellemzőit. Jelen cikkünkben a peremtömítés és a középtömítés hatását kívánjuk bemutatni három különböző ablakon végzett légzárási vizsgálattal.

Elméleti háttér

Egy épület energiafelhasználását jelentős mértékben befolyásolja a réseken keresztülráamló szabályozatlan levegőáram (infiltráció, exfiltráció). A nyílászárók résein kialakuló filtráció a külső és belső levegő sűrűségkülönbségből és a szél torlónyomásából adódik. Az ablakfelületen kialakuló torlónyomás a nyílászáró szerkezetében deformációkat okozhat, ami megnövekedett réseket eredményezhet (Szabó 1982).

Annak érdekében, hogy minél kisebb legyen a szélteher hatására létrejövő deformáció, növelni kell a szárny és a tok kapcsolatának merevségét, amit legegyszerűbben a záródási pontok számának növelésével érhetünk el. A tervezési munka célja azonban, hogy megtaláljuk az optimumot egy adott termék teljesítőképessége, megbízhatósága, valamint ára között. A záródási helyek indokolatlanul megnövelt száma a termék gyártási költségeit növeli (Kovács 2002).

A gyakorlatban alkalmazható általános elvként követhetjük, hogy 120 cm-es szárnyméret felett csak köztes záródás biztosítja a jó légzárást, L4-es légzárási fokozat eléréséhez két körbefutó tömítés és oldalanként 3-3 zárási pont alkalmazása szükséges (Kovács 1989).

A Nyugat-magyarországi Egyetem Terméktervezési és Gyártástervezési Intézet részvételével egy európai uniós FP 6. projekt keretében 55 valós méretű, különböző konstrukciójú ablakra kiterjedő vizsgálatok folytak a konstrukciós jellemzők és teljesítőképességi mutatók kapcsolatának feltárására. A projekt egyik eredményeként létrejött egy korrelációs térkép, amely grafikusan mutatja be az egyes

szerkezeti komponensek különböző összetevőinek és adott teljesítőképességi jellemzőnek a kapcsolatát. A vizsgált komponensek között szerepel a légtömör zárásért felelős rugalmas tömítő profil is. Megállapították, hogy egy ablak légzárási teljesítményjellemzőjére a rugalmas tömítés anyagának, keresztmetszetének, összenyomhatóságának, folytonosságának, valamint a tömítések számának van érzékelhető hatása (Surmeli 2008).

Anyag és módszer

A nyílászárók légtömörségét, illetve egyéb műszaki jellemzőit befolyásoló faktorok pontosabb feltárása érdekében több gyártó által készített, különböző nyitásmódú ablakon végeztünk vizsgálatokat.

Kísérleteink során két szerkezeti elem vizsgálatát végeztük el, annak érdekében, hogy meghatározzuk az ablakok légzárási teljesítményére gyakorolt hatását. A vizsgált két szerkezeti elem a rugalmas peremtömítés, valamint a köztes, védett gumitömítés voltak. A vizsgálatokat három, különböző gyártó által gyártott, különböző típusú faablakon végeztük. Az ablakok eltérő méretben és nyitásmóddal készültek, hőszigetelt üvegezéssel.

Az első számú próbatest egy 1230x1480 névleges méretű, bukó-nyíló vasalattal szerelt, meranti (Shorea...spp) fafajból készült egyszárnyú ablak volt, 68 mm profilvastagságú szárnyal. A próbatestet Roto NT E520 vasalattal szerelték, amely hét helyen biztosított záródást. A középső gumitömítés típusa Deventer SV12, míg a peremtömítés Deventer SV33 típus volt.

A második vizsgált próbatest egy kétszárnyú, 1780x2080 névleges méretű, felülvilágítós, bukó-nyíló vasalattal szerelt, erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.) fafajból készült ablak volt, mely az első próbatesttel megegyezően 68 mm-es profilvastagsággal készült. A próbatest pántolásához a SIEGENIA FAVORIT Si-line 2312 típusú vasalatát, a szárnyakhoz pedig az A 300 12/18-9 rendszert használták, amely 9 helyen biztosított zárást. A középső gumitömítés típusa Dipro CS 125, míg a külső peremtömítés Dipro L 5020 típus volt. A második próbatest profilkialakítása megegyezik az előzőével.

A harmadik vizsgált próbatest egy kétszárnyú, 1500x3000 mm névleges méretű, felülvilágítós, bukó-nyíló vasalattal szerelt, erdeifenyő (*Pinus silvestris* L.) fafajból készült ablak volt, mely 68 mm-es profilvastagsággal készült. A próbatest pántolásához a SIEGENIA FAVORIT Si-line 2312 típusú vasalatát, a szárnyakhoz pedig az A

300 12/18-9 rendszert használták, amely 11 helyen biztosított zárast. A középső gumitömítés típusa Deventer SP 20 volt. Az ablak nem rendelkezett külső peremtömítéssel.

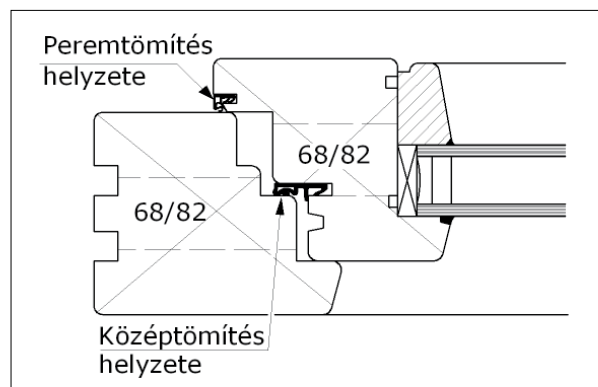
A légzárási vizsgálatokat az MSZ EN 1026:2001 szabvány szerint végeztük el az ÉMI Nonprofit Kft. akkreditált ablakvizsgáló laboratóriumában. Mindhárom próbatestet a vizsgálatainkat megelőzően másfél éve már vizsgáltuk az említett szabványnak megfelelően. A méréseket követően az ablakok a laboratóriumi helyiségben lettek elhelyezve, mozgatótól és egyéb mechanikai hatásoktól védve. A vizsgált rugalmas ütközések elhelyezkedést az 1. ábra szemlélteti.

Mindhárom próbatest esetében vizsgáltuk a középtömítés állapotát, ellenben a peremtömítés hatását csak az 1-es és 2-es számú próbatesten tudtuk vizsgálni. A kísérleti tervet az 1. táblázat tartalmazza. Mivel a próbatestek gyártás és bevizsgálás után másfél évig csukott állapotban voltak, kíváncsiak voltunk, hogy miként változik a légzáras, ha a használt gumitömítést egy ugyanolyan típusú új tömítésre cseréljük. A vizsgálatokat a kísérleti tervnek megfelelően az MSZ EN 1026:2001 szabvány szerint végeztük el. Minden kísérleti beállítást 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 és 600 Pa-os nyomásfokozaton háromszor ismételtünk.

Eredmények és értékelés

Az elemzés első lépéseként a végrehajtott kísérleti terv három ismétlésének az átlagát vizsgáltuk, eltekintve a replikációk és kölcsönhatások okozta ingadozásoktól. A különböző nyomásértékeken kapott légáteresztési értékek átlagát az MSZ EN 12207:2001-es szabványban rögzített osztályozó diagramban ábrázoltuk (2–4 ábra).

Megállapítható, hogy az 1. számú próbatest esetében az 1–4. kísérleti beállítás közül csak a 3. beállítás (eltávolított középtömítés) során növekedett meg a légáteresztés olyan mértékben, hogy az ablak már kis nyomásokon is csak a 3. minősítő osztályba került. A próbatest új középtömítésével (4. kísérleti beállítás), alacsony nyomásértékeken a légzárási érték tartósan a legjobbnak számító 4. osztálytartományba esett és még 600 Pa-os torló nyomás esetén is kicsivel az osztályhatárt jelző egyenes alatt maradt. A 2. kísérleti beállítás során a peremtömítést eltávolítottuk, azonban annak hiánya nem befolyásolta jelentősen az ablak légzárási teljesítményét. Az osztályozó diagramon (2. ábra) továbbá megfigyelhető, hogy a vizsgálati



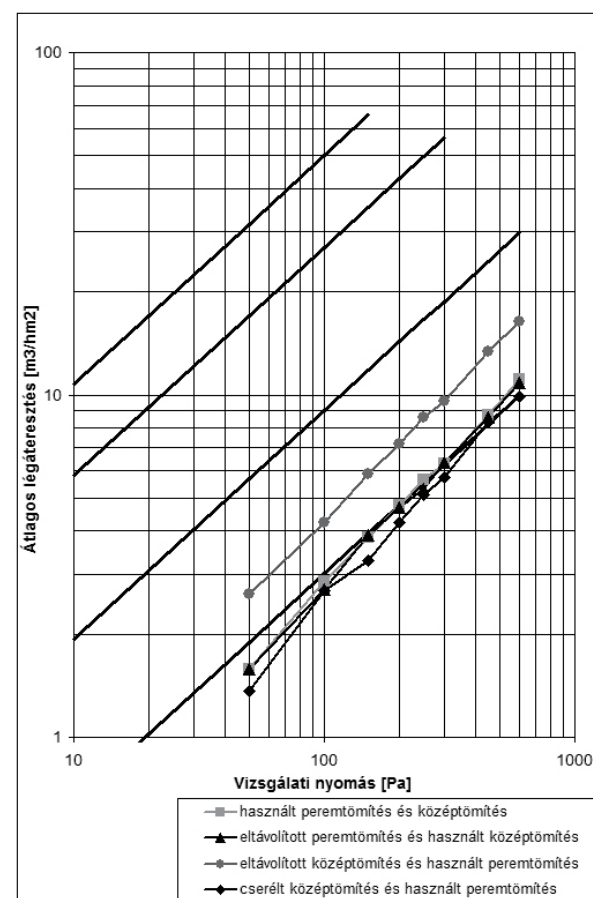
1. ábra A rugalmas tömítések helyzete a tok és a szárny csatlakozásánál

Figure 1 Windows profile and sealing location

1. táblázat A kísérleti terv mátrixa

Table 1 Experimental setups

beállítás	peremtömítés	középtömítés
1.	van	van
2.	nincs	van
3.	van	nincs
4.	van	új

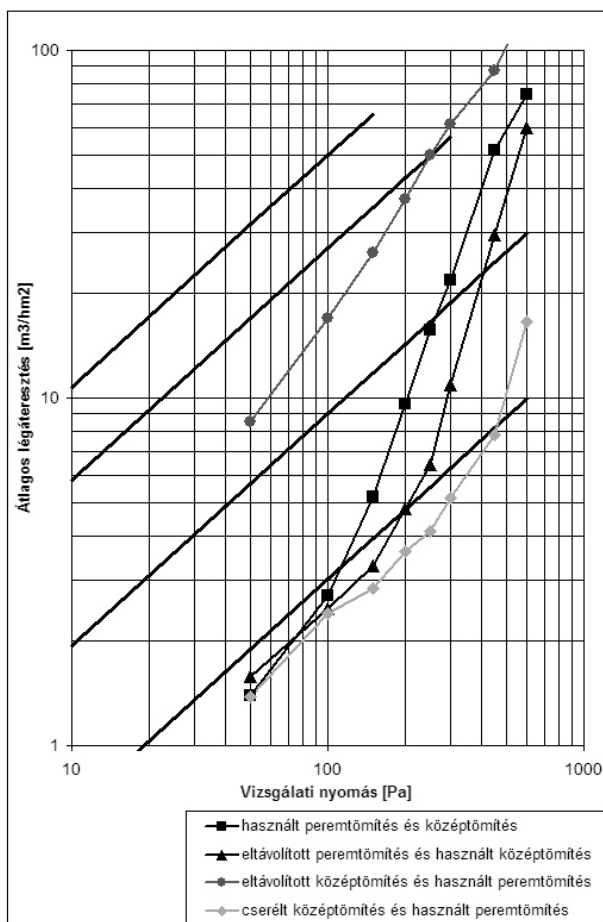


2. ábra Az 1. számú próbatest osztályozó diagramja

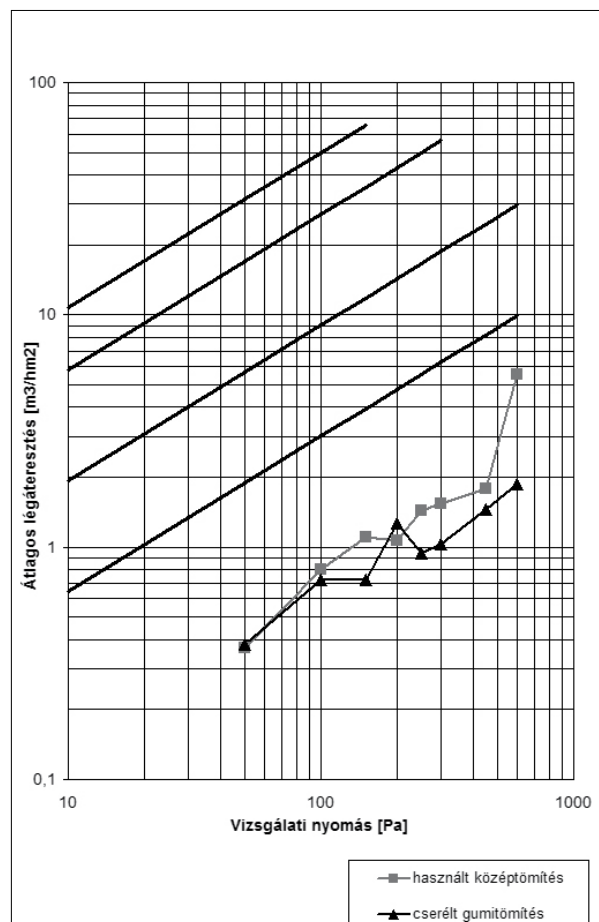
Figure 2 The classification diagrams for specimen 1

nyomások emelkedésével nem következett be egyik vizsgálati beállításon sem hirtelen teljesítőképesség változás, melyből arra lehet következtetni, hogy az ablakba beépített 9 darab záródási pont kellő biztonságot nyújt a nagyobb nyomásokon bekövetkező deformációk ellen, amelyek a levegő számára szabad utat jelentő rések kialakulását eredményezheti. A 2. számú próbatest osztályozó diagramjáról jól látható (3. ábra), hogy a középtömítés eltávolítása (3. beállítás) jelentős változást eredményezett a termék teljesítőképességében. Az eredeti tömítéssel (1. beállítás) mért eredményekhez képest az eltávolított peremtömítéssel (2. beállítás) és az új középtömítéssel (4. beállítás) javult az ablak légzárása, azonban csak az utóbbi beállítás eredményezett egy osztálynyi javulást. Továbbá megfigyelhető, hogy a középtömítés eltávolításán kívül mindegyik kísérleti beállításon az ablak jól szigetelt és csak magasabb nyomásokon emelkedett meg az áteresztett levegő mennyisége. A változás mindhárom esetben ugrásszerűen következett be, azonban más-más nyomásokon. A próbatest a 4. beállítással – amikor a középtömítés minőségét változtattuk – az új tömítéssel 450 Pa-os nyomá-

sig a 4. osztálynak megfelelően teljesített és csak 600 Pa-on romlott egy osztálynyival a teljesítménye. Az ugrásszerű teljesítőképesség-változás komplex feltehetően a nagyobb nyomás hatására létrejövő megnövekedett deformációval magyarázható. A hét darab záródási pont nem biztosított 600 Pa-on kellően merev kapcsolatot a tok és a szárny között és az így kialakult réseket a rugalmas tömítés már nem tudta áthidalni. Érdekes eredményt hozott a 2. beállítás, ugyanis a peremtömítést eltávolítva az ablak légzárása 100 Pa-os vizsgálati nyomás felett jelentősen javult. A 3. számú próbatest nem rendelkezett külső peremtömítéssel, ezért csak a középtömítés állapotát vizsgáltuk. Az osztályozó diagramról (4. ábra) megállapítható, hogy az ablak a használt gumitömítéssel, másfél év állás után megfelelt a 4. osztály követelményeinek. A tömítés cseréjével az ablak légzárása tovább javult. A legjelentősebb javulás 600 Pa-os nyomáson volt tapasztalható, ahol az új tömítés a légáteresztés átlagértékét 66%-kal csökkentette. Az 1. és 2. próbatest esetében a kísérleti adatok további kiértékeléséhez háromfaktoros variancia-analízist végeztünk. A variancia-analízis



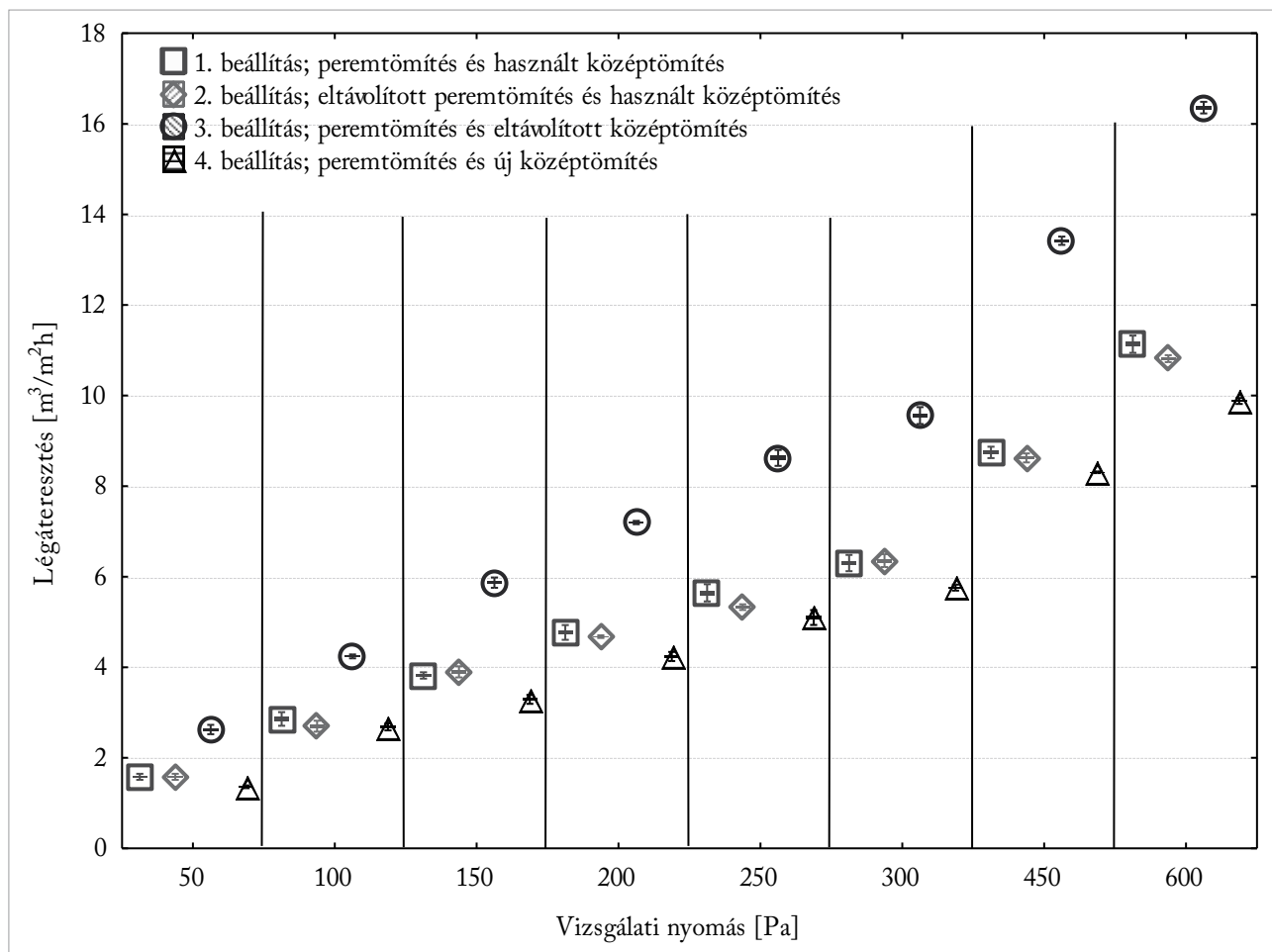
3. ábra Az 2. számú próbatest osztályozó diagramja
Figure 3 The classification diagrams for specimen 2



4. ábra Az 3. számú próbatest osztályozó diagramja
Figure 4 The classification diagrams for specimen 3

2. táblázat Variancia-analízis eredményei**Table 2** ANOVA Table for factors' effect

Forrás	df	SS	MS	F	P
Ablak	1	15168,3	15168,3	160759,8	<0,001
Nyomás	7	29213,1	4173,3	44230,3	<0,001
Tömítés	3	17348,8	5782,9	61289,9	<0,001
Ablak x Nyomás	7	16403,7	2343,3	24836,2	<0,001
Ablak x Tömítés	3	12860,2	4286,7	45432,6	<0,001
Nyomás x Tömítés	21	8377,9	398,9	4228,2	<0,001
Ablak x Nyomás x Tömítés	21	7010,0	333,8	3537,8	<0,001
Maradék	128	12,0	0,09		
Összesen	191	106394,3	557		

**5. ábra** Az 1. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében**Figure 5** Air permeability values of the sample nr. 1 depending on the pressure and the test settings

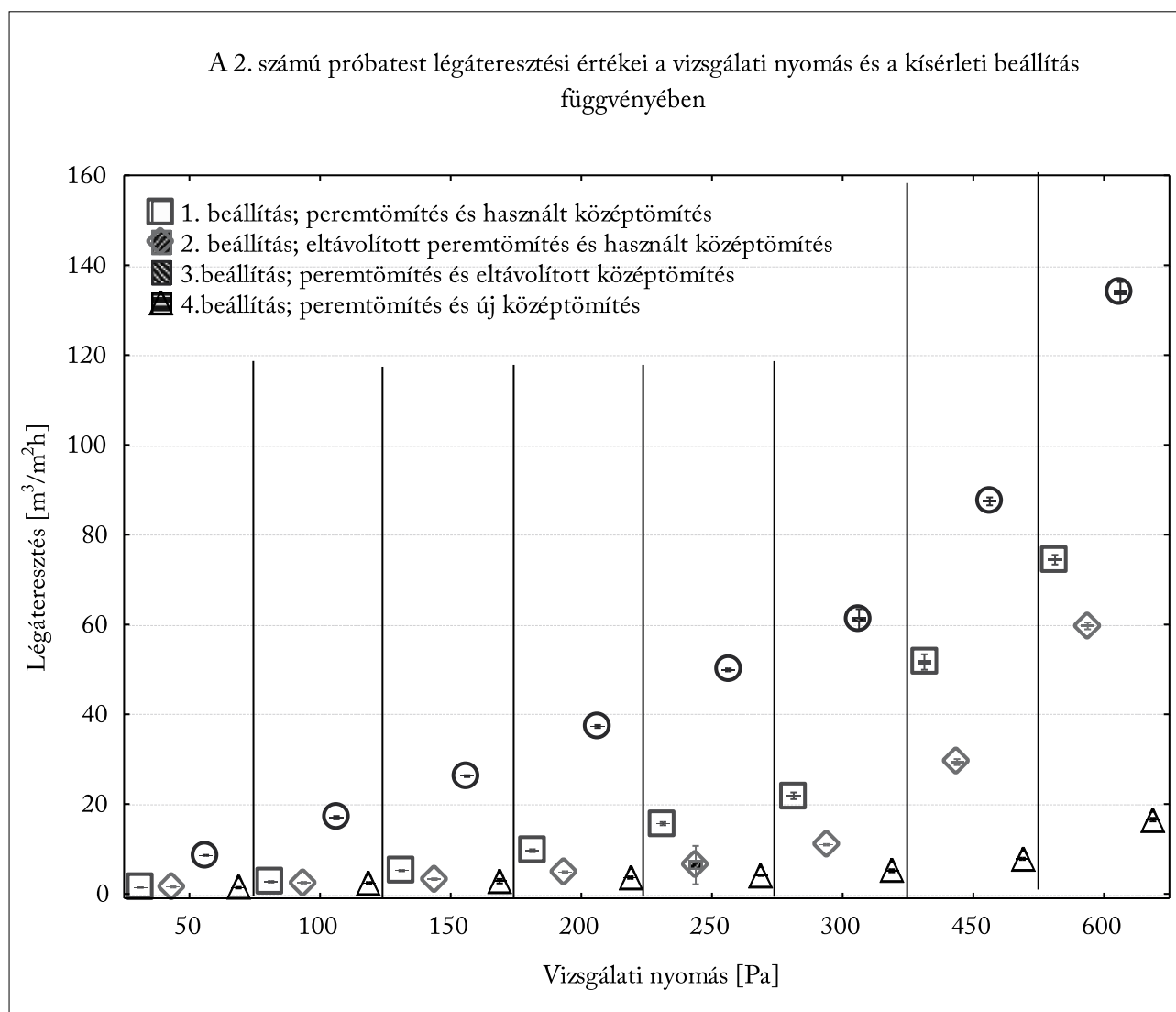
eredményeit a 2. táblázat tartalmazza. A tömítések hatásának pontosabb megismerése érdekében Tukey-féle páros összehasonlító vizsgálatot végeztünk, melynek eredményeit a 3. és 4. táblázat tartalmazza. A 3. számú próbatest esetében a peremtömítés hiányában csak a középtömítés hatásának kimutatására nyílt alkalmunk. A statisztikai próbák közül az előző próbatesteknél alkalmazott variancia-analízist végeztük el, majd a Tukey-féle páros

összehasonlító vizsgálattal elemeztük a tömítés állapotának hatását a nyomás függvényében. A teszt eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. A mérési eredményeket mindhárom ablak esetében grafikusán ábrázoltuk, feltüntetve a különböző kísérleti beállítások, adott nyomásfokozathoz tartozó légáteresztési értékeinek középértékét, standard hibáját (SE) és a 95%-os valószínűséghez tartozó konfidencia intervallumot (5–7. ábra).

3. táblázat Az 1. próbatest kísérleti beállításainak páros összehasonlító vizsgálati eredményei**Table 3** The multiple comparisons table of different test setups for specimen 1

Vizsgálati nyomás [Pa]	A különböző vizsgálati beállítások páros összehasonlítása								
	Az 1. és 2. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 3. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 4. beállítás összehasonlítása		
	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *
	1	2		1	3		1	4	
50	1,58	1,58	nem	1,58	2,62	igen	1,58	1,36	igen
100	2,85	2,69	nem	2,85	4,24	igen	2,85	2,68	nem
150	3,81	3,90	igen	3,81	5,86	igen	3,81	3,29	igen
200	4,77	4,67	igen	4,77	7,19	igen	4,77	4,23	igen
250	5,64	5,32	igen	5,64	8,62	igen	5,64	5,09	igen
300	6,30	6,35	nem	6,30	9,55	igen	6,30	5,75	igen
450	8,74	8,62	igen	8,74	13,41	igen	8,74	8,30	igen
600	11,13	10,81	igen	11,13	16,35	igen	11,13	9,88	igen

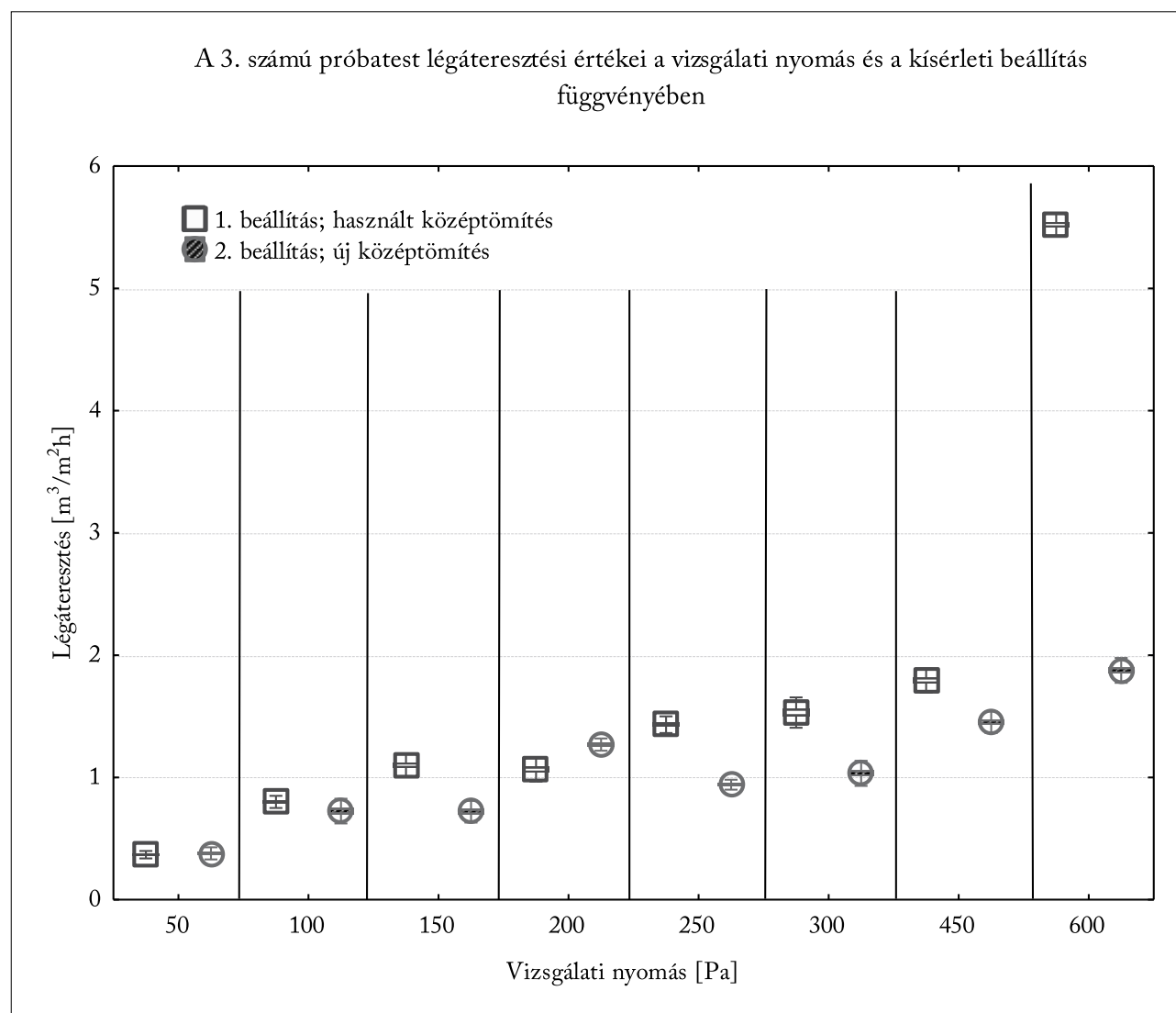
*amennyiben a valószínűség kisebb, mint 0,05 akkor szignifikáns az eltérés a két beállítás eredményei között

**6. ábra** A 2. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében**Figure 6** Air permeability values of the sample nr. 2 depending on the pressure and the test settings

4. táblázat A 2. próbatest kísérleti beállításainak páros összehasonlító vizsgálati eredményei**Table 4** The multiple comparisons table of different test setups for specimen 2

Vizsgálati nyomás [Pa]	A különböző vizsgálati beállítások páros összehasonlítása								
	Az 1. és 2. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 3. beállítás összehasonlítása			Az 1. és 4. beállítás összehasonlítása		
	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *	középérték	középérték	p<0,05 *
	1	2		1	3		1	4	
50	1,38	1,58	ne m	1,38	8,55	igen	1,38	1,37	ne m
100	2,69	2,48	ne m	2,69	16,97	igen	2,69	2,39	ne m
150	5,17	3,28	ne m	5,17	26,21	igen	5,17	2,82	ne m
200	9,62	4,8	ne m	9,62	37,27	igen	9,62	3,62	ne m
250	15,64	6,41	igen	15,64	49,87	igen	15,64	4,12	igen
300	21,84	10,92	ne m	21,84	61,08	igen	21,84	5,14	igen
450	51,62	29,34	ne m	51,62	87,41	igen	51,62	7,80	igen
600	74,42	59,68	ne m	74,42	134,03	igen	74,42	16,52	igen

*amennyiben a valószínűség kisebb, mint 0,05 akkor szignifikáns az eltérés a két beállítás eredményei között

**7. ábra** A 3. számú próbatest légáteresztési értékei a vizsgálati nyomás és a kísérleti beállítás függvényében**Figure 7** Air permeability values of the sample nr. 3 depending on the pressure and the test settings

5. táblázat A 3. próbatest kísérleti beállításainak páros összehasonlító vizsgálati eredménye

Table 5 The multiple comparisons table of different test setups for specimen 3

Vizsgálati nyomás [Pa]	A különböző vizsgálati beállítások páros összehasonlítása		
	Az 1. és 4. beállítás összehasonlítása		
	középérték 1	középérték 4	Tükey próba $p < 0,05$
50	0,36	0,37	nem
100	0,8	0,72	igen
150	1,1	0,72	igen
200	1,06	1,26	igen
250	1,43	0,94	igen
300	1,53	1,03	igen
450	1,79	1,45	igen
600	5,52	1,87	igen

A variancia-analízis eredményeként megállapítható, hogy az 1. és 2. ablaknál az összes faktor hatása szignifikáns módon befolyásolta a vizsgált próbatestek légzárási teljesítményét. A diagramokról és a 3. és 4. táblázatból látható, hogy a peremtömítés hatása csak a 2. számú próbatestnél okozott szignifikáns eltérést, míg a középtömítés eltávolítása mindkét próbatest esetében, minden nyomásfokozaton jelentős hatással bírt. A vizsgált ablakok esetében elmondható, hogy a középtömítés állapota, ablakonként és nyomásfokozatonként eltérő hatással bírt. Az 1. és 3. ablaknál már alacsony nyomáson jelentkezett a hatása, míg a 2. próbatestnél csak 200 Pa-os nyomáson vált szignifikánssá.

Az eredmények összefoglalása, következtetések

A vizsgálatok eredményei alapján kijelenthető, hogy a másodlagos peremtömítés lényegesen nem befolyásolja a légzárási értékek alakulását. Mivel a peremtömítés a rugalmas tömítőelemek közül a leginkább sérülésveszélyes helyen található, így a beépítése akár el is hagyható.

A vizsgált ablakokon a középtömítés állapotának hatása a légáteresztésre változó mértékben jelentkezett. Az eddigi kísérleti eredményeink azt mutatják, hogy kisebb és jó záródású ablakoknál a gumitömítés minőségi állapota nincs jelentős hatással az ablak légzárására, míg egy nagyobb méretű többszárnyú ablak esetében, amely nagyobb nyomásértékeken jelentősebb deformációt szenved, már jelentkezik a gumitömítés állapotának a hatása is. Alacsony nyomásokon, amikor a tok és a szárny között a kapcsolat szoros,

még a használt tömítő profil is képes a jó tömítésre. A nyomás emelkedésével a szárnyak deformációja nőtt, ami megnövekedett réseket eredményezett a tok és a szárny között. A használt gumitömítés rugalmasságsökkenése miatt egy adott deformáció után már képtelen volt ellátni funkcióját, ami miatt hirtelen légáteresztés-növekedés volt tapasztalható.

Irodalomjegyzék

- A.N. Surmeli, M.R. Beheshti, W. Gard, J.W.G. Kuilen, S.S. Özsariyildiz; 2008: Correlation maps for each CE-performance characteristic with the window components that influence them. Kutatási jelentés. Delft University of Technology. Delft
- Kovács Zs. 1989. Ablakok és ajtók műszaki jellemzőkre való tervezése. Oktatási segédlet, Sopron. 10-21. old.
- Kovács Zs. 2002. Ajtók, ablakok épületfizikai és szilárdsági jellemzői. In: Molnárné Posch P szerk. Faipari Kézikönyv II. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron. 271-290. old.
- J. Hessinger 2010. User comfort through sound insulation and adequate air quality. International Rosenheim Window & Facade Conference 2010. Rosenheim 7-8 October 2010, Germany.
- Szánthó Z., Chappon M., Elekes L. 2007. Légtömör épület önmagában még nem elég. Hírhullám – Épületgépészeti szaklap 8(4):20-24.
- Szabó Gy. 1982. Ablakszerkezetek energetikai méretezése. Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest. 93-100. old.
- U. Sieberath 2010. Green Windows – more than just energy-efficient? International Rosenheim Window & Facade Conference 2010. Rosenheim 7-8 October 2010, Germany
- 7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról. Magyar Közlöny 2006/62. Magyar Hivatalos Közlönykiadó, Budapest.
- MSZ EN 1026:2001: Ablakok és ajtók. Légzáróság. Vizsgálati módszer.
- MSZ EN 12207:2001: Ajtók és ablakok. Légáteresztés. Osztályba sorolás.

Magyarországi fafajok fotodegradációjának összehasonlítása: Színváltozás*

PERSZE László¹

¹ NymE FMK, FMK PhD hallgató

Kivonat

A kutatás során 15 fafaj fotodegradációs tulajdonságait vizsgáltuk higanygőz lámpával történt besugárzással, 80°C hőmérsékleten. A minták egy másik sorozatát kétrétegű ablaküveg mögötti napfény besugárzásnak tettük ki. A változásokat színméréssel követtük. A legnagyobb mértékű és folyamatos színváltozást az erdei fenyő, a lucfenyő, a vörösfenyő és a kőris mutatta. A vizsgálatok azt mutatták, hogy hosszú távon az akác, az amerikai cseresznye, a cseresznye, az éger és a hársszíne a legstabilabb, annak ellenére, hogy a kezelés kezdetén ezeknél a fafajoknál voltak a legintenzívebb változások. Az első 8 órában kialakult szín viszont tartósan mutatkozott, még az erős UV-sugárzást kibocsátó higanygőz lámpa esetében is. A legkisebb színváltozást a nyír faanyag mutatta. Az eredmények azt is mutatják, hogy a színváltozás kettős folyamat. A fénybesugárzás károsítja a faanyagban meglévő kromofor kémiai csoportokat, de a lignin és az extrakt anyagok degradációját követő oxidáció során újabb kromofor csoportok keletkeznek. A két változás üteme fafajonként eltér, és jelentősen függ a fénybesugárzás hullámhossz eloszlásától is.

Kulcsszavak: fotodegradáció, ultraibolya fény, termikus degradáció, színváltozás

Photodegradation of wood species grown in Hungary: Colour change

Abstract

The photodegradation properties of 15 wood species were studied by mercury vapour lamp irradiation at 80°C. Another series of samples was irradiated by sunlight behind double glazed window. The changes were monitored by colour measurement. The greatest and continuous colour change was observed for Scots pine, spruce, larch and ash. The colour of black locust, cherries, alder, and lime were the most stabile in spite of that these species suffered the greatest changes in the initial time of irradiation. The 8 hours modified colour remained stable during the irradiation by the strung UV emitter mercury lamp as well. Birch showed the smallest colour change. The results show the colour alteration is the result of two processes. The light irradiation degrades the chromophor groups being originally in the wood. The degradation of lignin and the extractives followed by oxidation processes creates new chromophor chemical groups as well. The intensity of the two processes depends on the wood species and sensitive to the wavelength distribution of the light irradiation.

Key words: Photodegradation, Ultraviolet light, Thermal degradation, Colour change,

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in frame of the project „Talentum - Development of the complex condition framework for nursing talented students at the University of West Hungary”, project ID: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

Bevezetés

A faanyag színe – a felhasználás tekintetében – az egyik legfontosabb paraméter. Azért kedveljük a fából készült termékeket magunk körül, mert a barnás árnyalatú színük melegséget sugároz. A fa felületének egyedülálló, dekoratív rajzolata szintén növeli a faanyagok beltéri felhasználását (Masuda 2001).

A fából készült termékek színe változik a termék élete során. A legnagyobb változást az ultraibolya (UV) sugárzás okozza (Tolvaj 1994/a, Tolvaj and Faix 1995, Andrady et al. 1998, Müller et al. 2003, Tolvaj and Mitsui 2005). A szabadba kitett faanyagok esetében a napsugárzás mellett a csapadéknak van még jelentős szerepe a faanyag degradációjánál. Az esővíz kimossa a degradációs termékeket és ezzel utat nyit a további rétegek fotodegradációjához (Tolvaj and Papp 1999). Beltérben a faanyag színe változik meg az öregedés során. A felszín sötétedik és barnul (Persze and Tolvaj 2012).

A fotodegradáció színváltoztató hatását mesterséges fényforrások felhasználásával szokták vizsgálni. A fényforrások hatása abban különbözik, hogy milyen mértékben tartalmaznak UV-sugárzást. A színváltozást az utóbbi két évtizedben kezdték felhasználni a fotodegradáció vizsgálatánál (Taneda et al. 1989, Tolvaj 1994/b, Tolvaj and Faix 1995, Chang and Chang 2001, Ayady et al. 2003, Hansmann et al. 2006, Oltean et al. 2008, 2009, Wang and Ren 2008, Sharratt et al. 2009, Tolvaj and Mitsui 2010). A vizsgálatok többségénél a teljes színváltozást határozták meg, mely egy értékként tartalmazza a világosság, a sárga és a vörös színezet együttes változását (Chang and Chang 2001, Müller et al. 2003, Ayadi et al. 2003, Oltean et al. 2008).

Tolvaj és Faix (1995) három tűlevelű és két lombos fafaj fotodegradációs tulajdonságait vizsgálta 200 órás higanygőz lámpás besugárzásnál. Gyors színváltozást tapasztaltak a kezelés első 50 órájában, majd a változás lelassult. A 200 órás kezelés által okozott színváltozásnak a fele az első 50 órában történt. Intenzív és folyamatos sárgulást tapasztaltak, mely kismértékű vörös irányú színeltolódással párosult. Hasonló eredményeket kaptak Sharratt et al. (2009) lucfenyő xenonlámpás besugárzásánál. George et al. (2005) vancouveri jegenyefenyő színváltozását vizsgálták kis teljesítményű (2 mW/cm^2) higanygőz lámpás besugárzásnál. Azt találták, hogy a vörös és a sárga színezet egyaránt, kis mértékben csökkent a kezelés első néhány órájában, melyet intenzív színezetváltozás követett. Wang and Ren (2008)

a moso bambusz fotodegradációs színváltozását hasonlította össze egy puha- és egy keménylombos trópusi fafaj tulajdonságaival. Megállapították, hogy a bambusz színe kevésbé változott, mint a másik két fafajé. Schnabel et al. (2009) egy évre a szabadba kitett jegenyefenyő és vörösfenyő mintákat vizsgált. A jegenyefenyő sokkal gyorsabban elszürkült, mint a vörösfenyő. A kezelés végén viszont már csak kis különbség mutatkozott. Az egyes faanyagok nem egyformán változtatják a színüket. Oltean et al. (2008) vizsgálta 16 fafaj színváltozását mesterséges, beltéri fénybesugárzás mellett. A tölgy mutatta a legkisebb színváltozást, míg a luc a legnagyobbat. Egy újabb munkában két nyár klón és az akác fotodegradációs színváltozását hasonlították össze (Oltean et al. 2010) ablaküveg mögötti napfény imitáció esetében. Megállapították, hogy a nyár klónok gesztje és szíjácsa esetében alig történt vörös irányú színeltolódás a kezelés első 12 órájában. Ezzel szemben az akác elszenvedte a 96 órás kezelésre eső vörös színeltolódás döntő részét az első 12 órában. Az akácnál viszont alig volt sárga színezetváltozás.

Az extrakt anyagok jelenléte meghatározó szerepet játszik az egyes faanyagok színének kialakításában. Vizsgálták az extrakt anyagok hatását a faanyagok fotodegradációjára esetén (Nemeth et al. 1992, Zakri et al. 2007, Chang et al. 2010). Mindegyik vizsgálat arra az eredményre jutott, hogy a kellő mennyiségben jelen lévő extrakt anyagok védik a lignint a rá káros UV-sugárzással szemben.

A mesterséges fényforrásokkal történő besugárzásnál lényegesen eltérő hatások jelentkeznek attól függően, hogy a fényforrás milyen mértékben, és mely hullámhosszakon sugároz az UV-tartományban. Tolvaj és Mitsui xenonlámpa, higanygőz lámpa és direkt napsugárzás színváltoztató hatását hasonlította össze. Megállapították, hogy a higanygőz lámpás kezelés mindegyik színkoordináta esetében lényegesen nagyobb változást okozott, mint a másik két kezelés. A széles hullámhossz tartományban fényt kibocsátó fényforrások fotonjai sokféle kémiai változást képesek létrehozni a faanyag felszínén. A változások minimalizálása érdekében az utóbbi években egyetlen hullámhosszt kibocsátó lézerek alkalmazását kezdték el a fotodegradáció okozta kémiai változások felderítésére (Barta et al. 1998, 1999, Papp et al. 2004, 2005, Mitsui et al. 2005, Pandey and Vuorinen 2008). A lézer alkalmazása ígéretes technika a fotodegradáció jelenségének

részletes feltárására, de a színváltozás vizsgálatára nem találtunk adatokat a szakirodalomban.

Jelen vizsgálatok célja volt, hogy azoknak a faanyagoknak vizsgáljuk meg a fotodegradációs tulajdonságait, melyeket a faipar Magyarországon széles körben felhasznál elsősorban bútorigari illetve belsőépítészeti célokra.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A vizsgálatokba azokat a fafajokat vontuk be, melyek a bútorigari felhasználásnál számításba jönnek. A fenyők közül a vizsgálatba bevontuk az erdei fenyőt (*Pinus sylvestris* L.), a lucfenyőt (*Picea abies* Mill.) és a vörösfenyőt (*Larix decidua* L.). A lombos fafajok közül akác (*Robinia pseudoacacia* L.), amerikai cseresznye (*Prunus avium* Ehrh.), cseresznye (*Prunus serotina* Ehrh.), dió (*Juglans regia* L.), éger (*Alnus glutinosa* L.), hárs (*Tilia cordata* Mill.), juhar (*Acer pseudoplatanus* L.), kőris (*Fraxinus excelsior* L.), nyár (*P. x euramericana* Pannonia), nyír (*Betula pendula* Roth) és tölgy (*Quercus petraea*) faanyagot vettünk vizsgálat alá. A fenyőminták felszíne világos korai pásztát és sötét késői pásztát egyaránt tartalmazott (sugárirányú metszet). Vizsgáltuk még gőzölt bükk (gőzölési hőmérséklet: 95°C, gőzölési idő: 1 nap) faanyag viselkedését is. Azért esett a választás a gőzölt bükkre, mert vele a gőzöléssel elért, módosított színnek a tartósságát tudtuk megfigyelni. A bútorgyártásnál szívesen használják a gőzölt bükköt, mert színe esztétikusabb, mint a szürkésfehér, natúr bükk színe.

A fényvel történt besugárzást egy szabályozható hőmérsékletű klímakamrában végeztük el. Fényforrásként két higanygőz lámpát használtunk. A két lámpa együttes elektromos teljesítményfelvétele 800 watt volt, és a minták 64 centiméterre helyezkedtek el a fényforrásoktól. A higanygőz lámpa emissziójának 80%-a az ultraibolya (UV) tartományba esik. A kamra hőmérsékletét 80°C-on stabilizáltuk. Azért választottuk ezt a hőmérsékletet, mert a fotodegradáció mellett a termikus degradációt is számításba kívántuk venni. Így kívántuk felgyorsítva imitálni azt a lassú színváltozást, amelyik a bútorek esetében megtörténik az évek során. A vizsgálatokhoz fafajonként 20-20 mintadarabot készítettünk 100x30x10 (mm) méretekkkel.

Kontrollként mintákat helyeztünk kétrétegű ablaküveg mögé az egyetem laboratóriumában. Az ablak délnyugat felé nézett, és a minták felülete 45°-os szöget zárt be a vízszintessel.

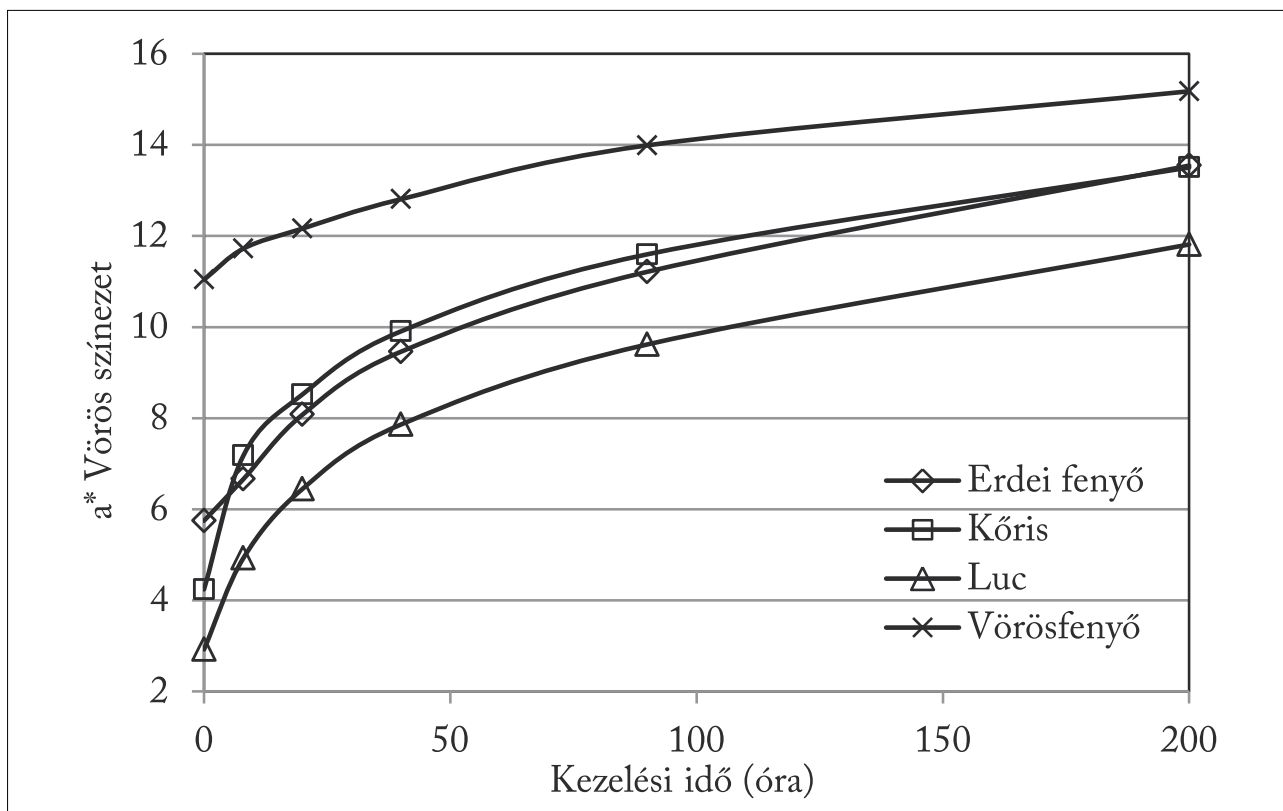
A faanyagok csak napsütéses időben voltak az ablak mögött 9–16 óra között, 2010 május és szeptember közötti időszakban. A besugárzások között a próbatesteket teljes sötétségben tároltuk.

A színváltozást egy Konica-Minolta 2600d típusú színmérő készülékkel követtük. A színmérést a kezelési idő megszakításával, 0, 8, 20, 40, 90 és 200 órás kezelés után végeztük el, mindkét besugárzás esetén. Próbatestenként 10 ponton végeztünk mérést, így az eredményeink 200 mérési adat átlagaként adódtak. Az adatokat a CIE $L^*a^*b^*$ színekoordináta rendszerben adtuk meg. A mérési eredmények a D65 fényforrásra vonatkoznak, 8 mm átmérőjű mérési felület esetén, 10°-os megfigyelés mellett.

A vizsgálati eredmények értékelése

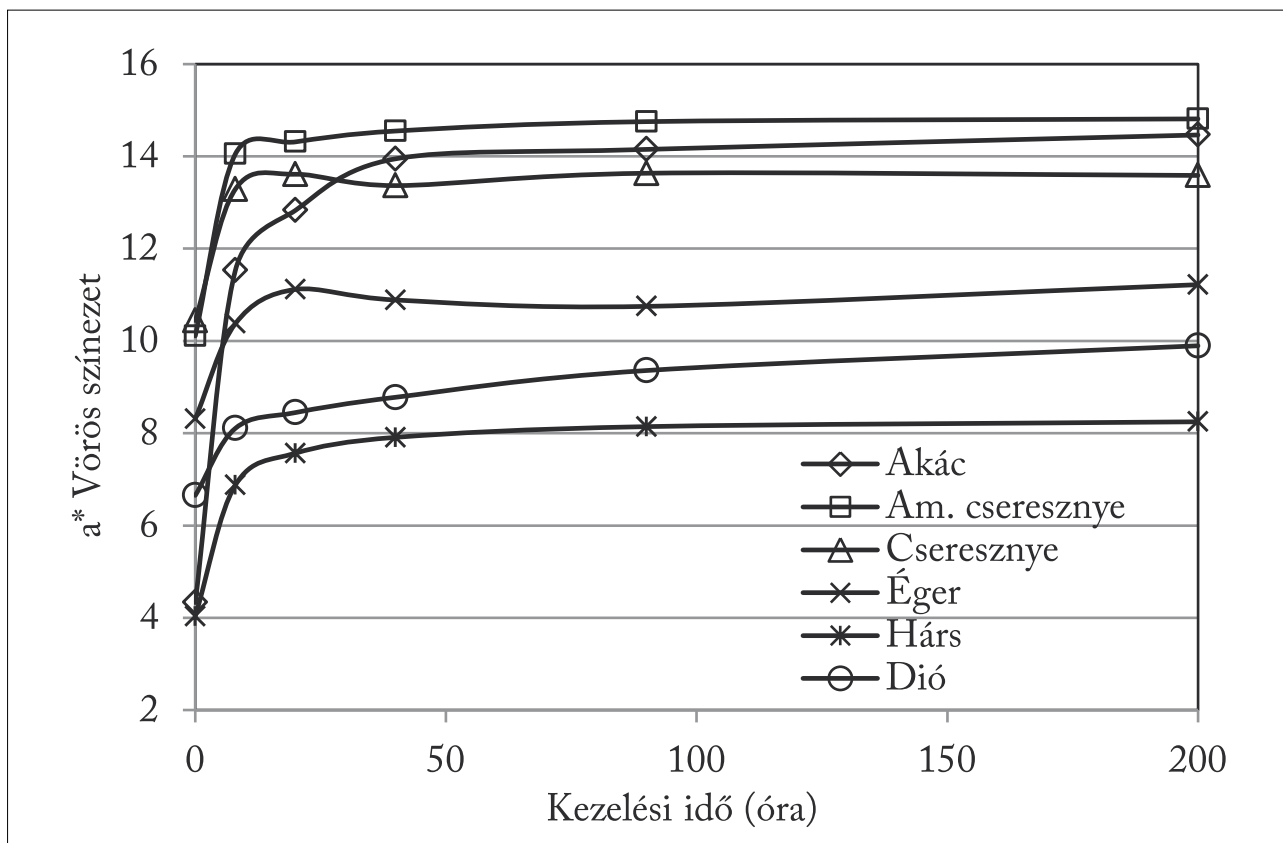
A színmérés eredményeit összehasonlítva megállapítottuk, hogy a fafajok között a legnagyobb eltérések az a^* , vörös színezetben mutatkoztak (1-4. ábrák.). Az eltéréseket a 80°C-on történt fénybesugárzás adatainak részletes elemzésével mutatjuk be. Az egyforma változókat tartalmazó grafikonok tengelyeire egyforma osztásközt és azonos intervallumot vittünk föl a korrekt összehasonlítás érdekében. A vörös színezet változása alapján a vizsgált fafajokat 3 csoportba oszthatjuk be. A többi színekoordináta elemzése is hasonló csoportosítást mutat, csupán az eltérések voltak kisebbek. Az első csoportba a fenyőféléket és a kőrist soroltuk (1. ábra). A higanygőz lámpás besugárzás során folyamatosan emelkedett a vörös színezet értéke ennél a csoportnál. A növekedés az első 40 órában intenzívebb volt, mint a kezelés további részében. A besugárzás utolsó 140 órájában a vörös színezet gyakorlatilag lineárisan növekedett a kezelési idővel.

A második csoportba az akácot, az amerikai cseresznyét, a cseresznyét, az égert, a hársat és a diót soroltuk (2. ábra). Ezeknél a fafajoknál nagyon intenzív vörös irányú színeltolódást figyeltünk meg a kezelés első 8 órájában. Ezt követően a változás lelassult, és 40 óra után a vörös színezet már nem változott számottevően. A csoportban kitűnik az akác erőteljes vörös színezetnövekedése. Ez a változás az akácnál közel háromszor akkora volt, mint a többi fafajnál. A legkisebb változást a dió mutatta, és az egyetlen fafaj volt a csoportban, amelyik a 8 órás kezelést követően, végig kismértékű vörös színezetemelkedést mutatott.



1. ábra Az erdei fenyő, a kőris, a lucfenyő és a vörösfenyő vörös színezetének változása higanygőz lámpás besugárzásnál

Figure 1 The redness change of scots pine, ash, spruce and larch samples caused by mercury lamp irradiation



2. ábra Az akác, az amerikai cseresznye, a cseresznye, az éger, a hárs és a dió vörös színezetének változása higanygőz lámpás besugárzásnál

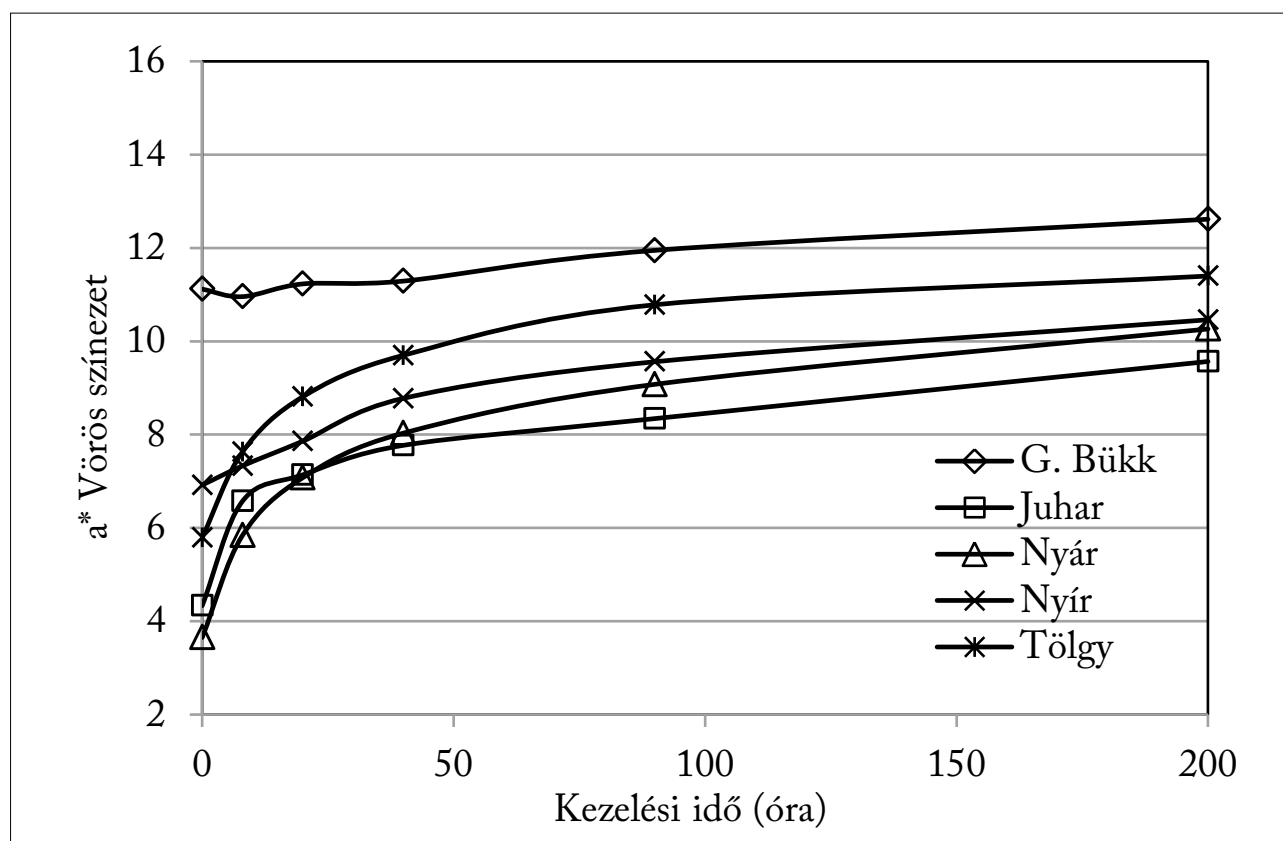
Figure 2 The redness change of black locust, american cherry, cherry, alder, lime, and walnut samples caused by mercury lamp irradiation

A harmadik csoportba (3. ábra) azok a faanyagok kerültek, melyek az első 8 órás kezelés során végbe-
ment lényeges vörös irányú elszíneződés után továb-
bi és folyamatos, de kismértékű vörös irányú eltoló-
dást mutattak (gőzölt bükk, juhar, nyár, nyír, tölgy).
A nyír és a gőzölt bükk minták kismértékű eltérést
mutattak a csoport többi tagjához képest. Náluk
nem volt intenzív változás a kezelés első 8 órájában,
és a vörös színkoordináta változása közel lineáris volt
az egész 200 órás kezelés során.

A higanygőz lámpás besugárzás nagyon intenzív
fényhatást jelentett a minták számára. Ezért is hasz-
nálják a változások gyorsított imitálására. A való-
ságban a lakásunk bútorait ennél lényegesen kisebb
fényteljesítmény éri. Ezért végeztünk napfénnel
történő besugárzást kétrétegű ablaküvegen keresztül.
A kisebb fényintenzitásnak köszönhetően, a szín-
koordinátáknál is kisebb mértékű változások voltak
várhatók. Meg kell jegyezni, hogy ez a kezelés is lé-
nyegesen intenzívebb volt annál, mint amennyi fény a
bútorokat általában éri, mert a mintáink közvetlenül
az ablaküveg mögött helyezkedtek el a besugárzás
során. Ezért az általunk alkalmazott napfénybesu-
gárzás az ablaküveg mögött egy gyorsított változást

produkált a beltéri bútorok fotodegradációjához ké-
pest. A hosszú távú változások imitálásához viszont
a higanygőz lámpákat célszerű alkalmazni. A rövid
távú napfényimitációra viszont ezek a fényforrások
nem alkalmasak (Tolvaj és Mitsui 2010).

A 200 órás ablaküveg mögötti napsugárzás hatására
a színváltozás mindegyik koordináta esetében ki-
sebb mértékű volt, mint a higanygőz lámpás besu-
gárzás hatására. A vörös színezet változása alapján
a fafajokat ugyanazokba a csoportokba lehetett be-
sorolni a napfénybesugárzásnál, mint a higanygőz
lámpás besugárzásnál. A változások jellege viszont
más volt, különösen a kezelés első 8 órájában. Ta-
pasztalható volt az a korábbi megfigyelés (Tolvaj és
Mitsui 2005), hogy a napsugárzás hatására a vörös
színezet nem változott, illetve csökkent a kezelés
első néhány órájában. Az első csoportba sorolt fa-
anyagok mindegyikének csökkent a vörös színezete
a besugárzás első 8 órájában. Egyetlen kivétel az er-
dei fenyő volt, mert a csökkenés itt 20 óráig tartott.
Ezt követte a vörös színezet értékének folyamatos
növekedése. Az utolsó 160 órában ugyanakkora
változás történt a napsugárzás hatására, mint a hi-
ganygőz lámpás kezelésnél.



3. ábra A gőzölt bükk, juhar, nyár, nyír és a tölgy vörös színezetének változása higanygőz lámpás besugárzásnál

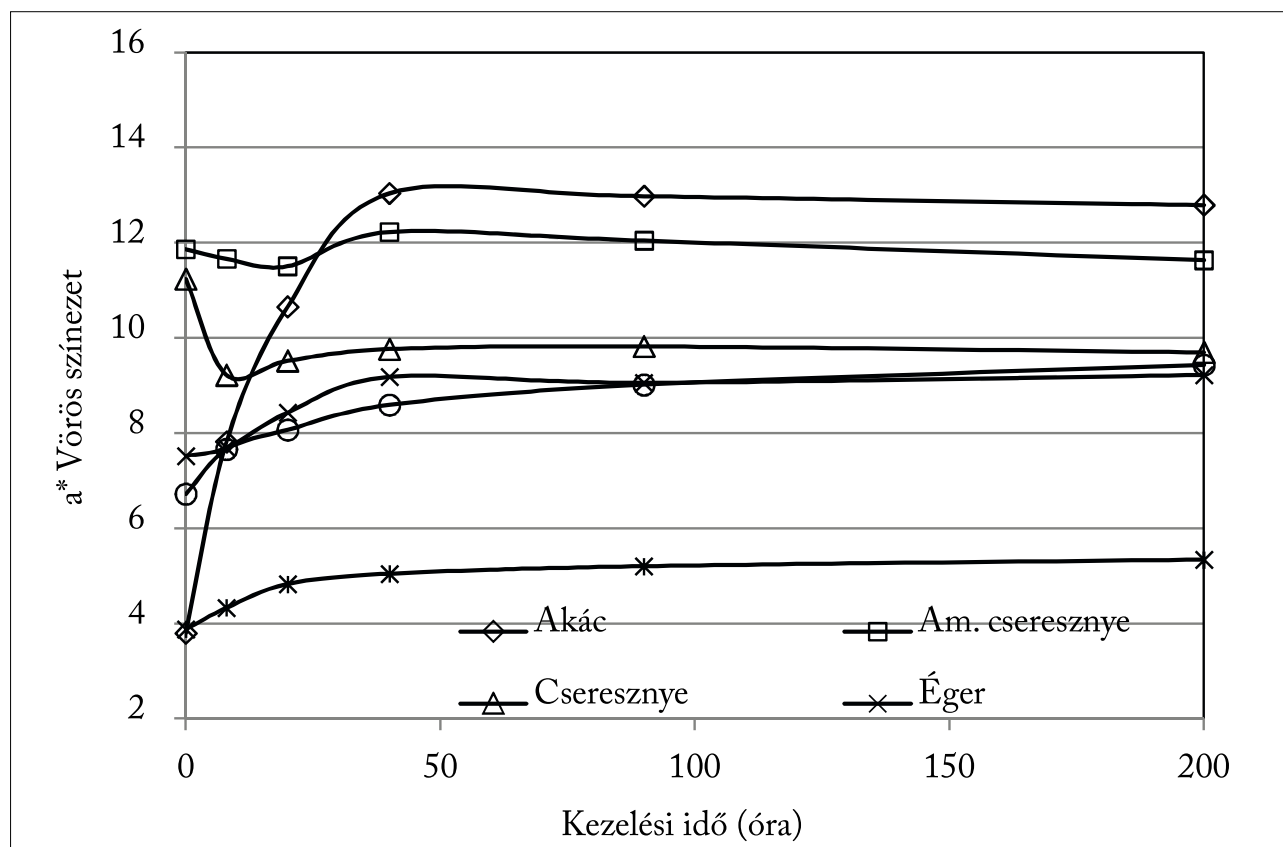
Figure 3 The redness change of steamed beech, maple, poplar, birch and oak samples caused by mercury lamp irradiation

A második csoportba sorolt fajoknál csupán a kétféle cseresznye faanyagánál csökkent a vörös színezet az első 8 órás ablaküveg mögötti besugárzásnál (4. ábra). A többi minta esetében az első 8 órában növekedést tapasztaltunk, de a változás üteme lényegesen gyengébb volt, mint higanygőz lámpás besugárzás esetében. Ennél a kezelésnél az akác jelentette az egyetlen kivételt, melynek vörös színezete a napsugárzás hatására is közel ugyanúgy változott a teljes időtartományban, mint a higanygőz lámpás besugárzásnál (2. és 4. ábra). A kezelés utolsó 160 órájában a vörös színezet a csoport faanyagainak egyikénél sem változott.

A harmadik csoportnál a gőzölt bükk vörös színezete másként változott az ablaküveg mögötti napfénybesugárzás hatására, mint a csoport többi tagjáé. Az első 8 órában nem történt változás, majd jelentős csökkenés mutatkozott, egészen a 40 óráig. A kezelés további részében minimális a^* koordináta csökkenés volt megfigyelhető. Az intenzív besugárzást produkáló higanygőz lámpa esetében is csak minimális vörös színezetnöveke-

dést produkált a gőzölt bükk (3. ábra). A jelenséget azzal magyarázhatjuk, hogy a gőzölés közben képződnek olyan kromofor csoportok, melyek a gőzölt bükk kellemes rózsaszínes árnyalatát adják (Tolvaj and Molnár 2006). Ezek a kromofor vegyületek a fotodegradáció során elbomlanak, de az ultraibolya sugárzás is produkál kromofor csoportokat. Az ablaküveg mögötti napfénybesugárzás esetében a bomlás intenzívebb, mint az új kromofor csoportok keletkezése. A higanygőz lámpás besugárzásnál viszont az intenzív UV-sugárzás hatására a fotodegradációt követő oxidációs folyamatok által keltett kromofor csoportok lesznek többen, mint az elbomló. A nyír jelentős, a tölgy és a nyár jelentéktelen vörös színezetcsökkenést, a juhar viszont kismértékű vörös színezetnövekedést mutatott a napfénybesugárzás első 8 órájában. A kezelés utolsó 160 órájában közel akkora vörös irányú eltolódást mértünk ennél a négy fafajnál, mint a higanygőz lámpás besugárzásnál.

A 15 fafajt magában foglaló mintasorozat alkalmas volt arra, hogy a natúr állapotban jelentősen eltérő



4. ábra Az akác, az amerikai cseresznye, a cseresznye, az éger, a hárs és a dió vörös színezetének változása ablaküveg mögötti napsugárzás hatására

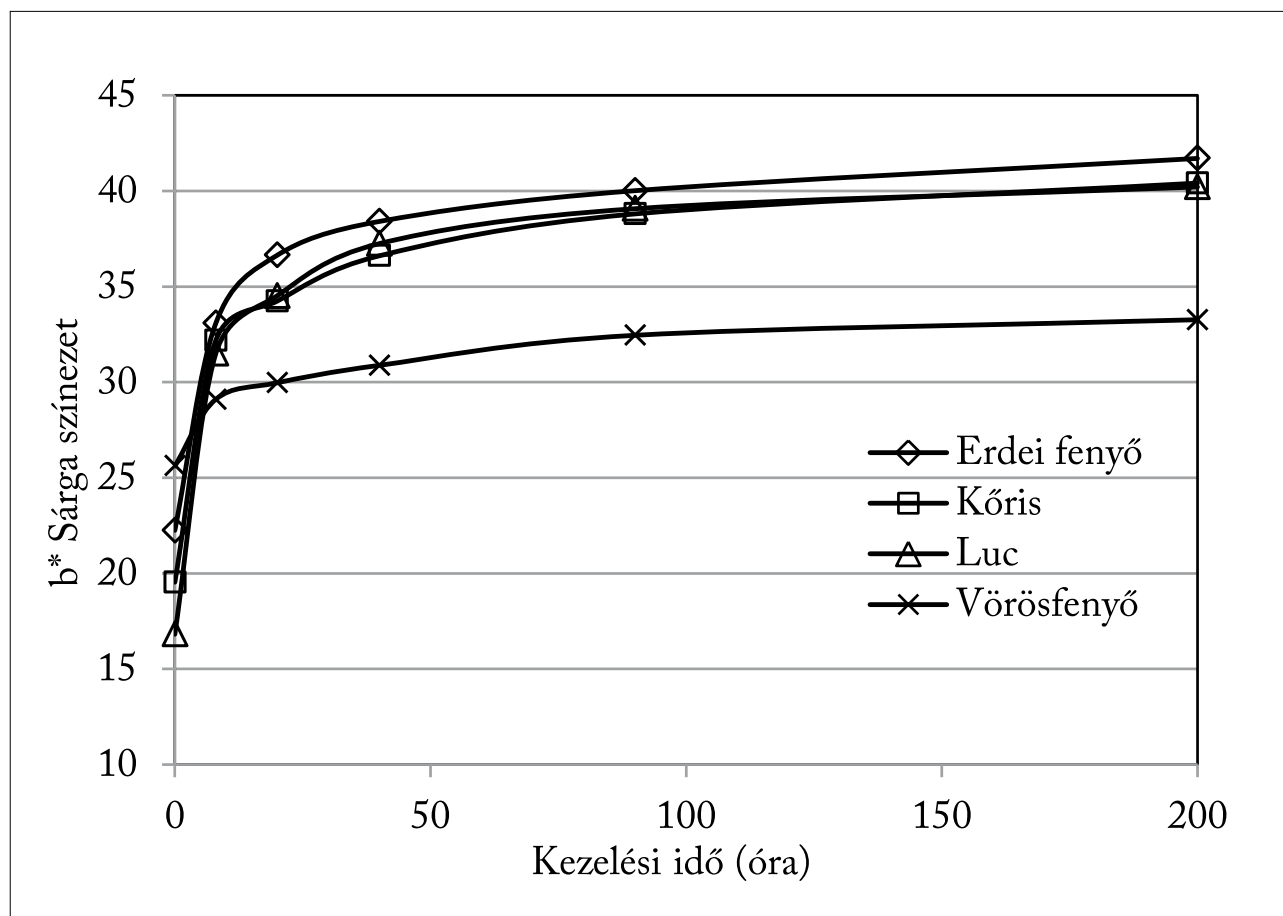
Figure 4 The redness change of black locust, american cherry, cherry, alder, lime, and walnut samples caused by sunlight irradiation behind window glass

vörös színezetű minták viselkedését tanulmányozzuk. A kezeletlen minták vörös színezete, a fafajtól függően, a 2,9 és a 11,1-es érték közötti tartományt közel egyenletesen kitöltötte. Megfigyelhető volt az a tendencia, hogy az eredendően vörösebb minták nagyobb színezetcsökkenést szenvedtek a napsugárzás hatására az első 8 órában, mint az eredendően kis vörös színezettel rendelkező minták. Ennek magyarázata is a gőzölt bükknél leírt kettős folyamatban keresendő.

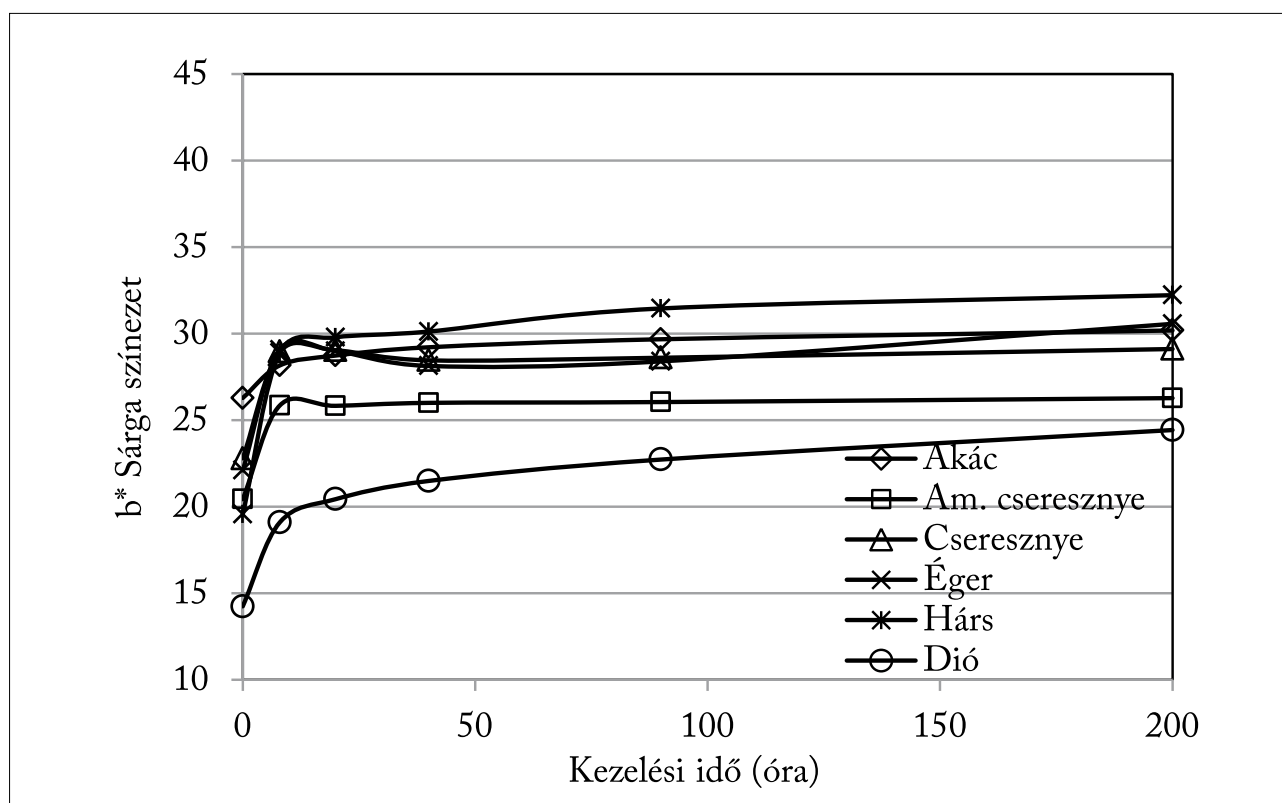
A sárga színezet változása nem mutatott olyan változatos képet, mint a vörös színezeté, de a három csoport itt is jól láthatóan elkülönült (5–7. ábrák). Az ábrákon a higanygőz lámpával történt besugárzás hatását mutatjuk be. A legkisebb sárga színezetváltozást az akác produkálta (6. ábra). Ennek oka, hogy az akácnak volt a legnagyobb a kezelés előtti sárga színezete. Valamennyi mintánál intenzív sárga színezetnövekedést figyeltünk meg a kezelés első 8 órájában. A változás intenzitása a további kezelés során fokozatosan csökkent. Az egyes csoportok közötti eltérések éppen a változásnak az ütemében

mutakoztak meg. Az első csoport mintáinál volt a legintenzívebb változás a kezelés első 20 órájában (5. ábra). Csupán a vörösfenyő nem illeszkedett ebbe a sorba, de ez azzal magyarázható, hogy az eredeti sárga színezete majdnem olyan magas volt, mint az akácé. A harmadik csoport fafajai csak annyiban különböztek az első csoporttól, hogy az első 20 órában a* koordinátanövekedés mérsékeltebb volt (7. ábra). A második csoport fafajainál volt a legkisebb sárga színezetnövekedés a kezelés első 8 órájában. Ezt a változást a sárga színezet stagnálása követte a kezelés további részében, hasonlóan, mint a vörös színezet változásánál.

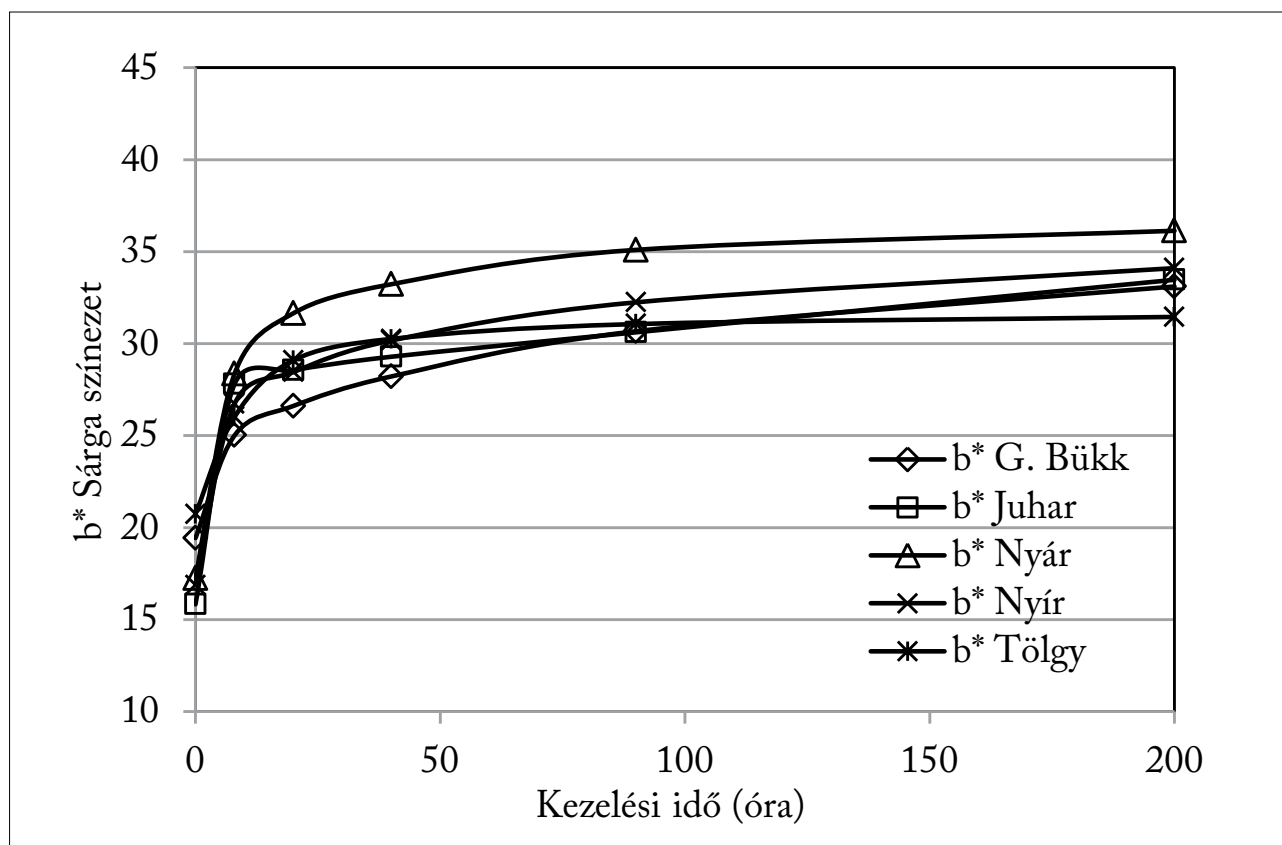
Az ablaküveg mögötti napsugárzás hatására bekövetkezett sárga színezetváltozás alig különbözött a három csoport esetében. Az egyes csoportokon belül a fafajok viselkedése alig tért el egymástól. A változást mutató görbék nagyon közel haladtak egymáshoz. Az egyetlen eltérés a teljes időtartamra vonatkozó változás mértékében volt. Az első csoport fafajai szenvedték el a legnagyobb változást. A második csoport esetében viszont alig volt változás.



5. ábra Az erdei fenyő, a kőris, a lucfenyő és a vörösfenyő sárga színezetének változása higanygőz lámpás besugárzásnál
Figure 5 The yellowness change of scots pine, ash, spruce and larch samples caused by mercury lamp irradiation



6. ábra Az akác, az amerikai cseresznye, a cseresznye, az éger, a hárs és a dió sárka színezetének változása higanygőz lámpás besugárzásnál
Figure 6 The yellowness change of black locust, american cherry, cherry, alder, lime, and walnut samples caused by mercury lamp irradiation



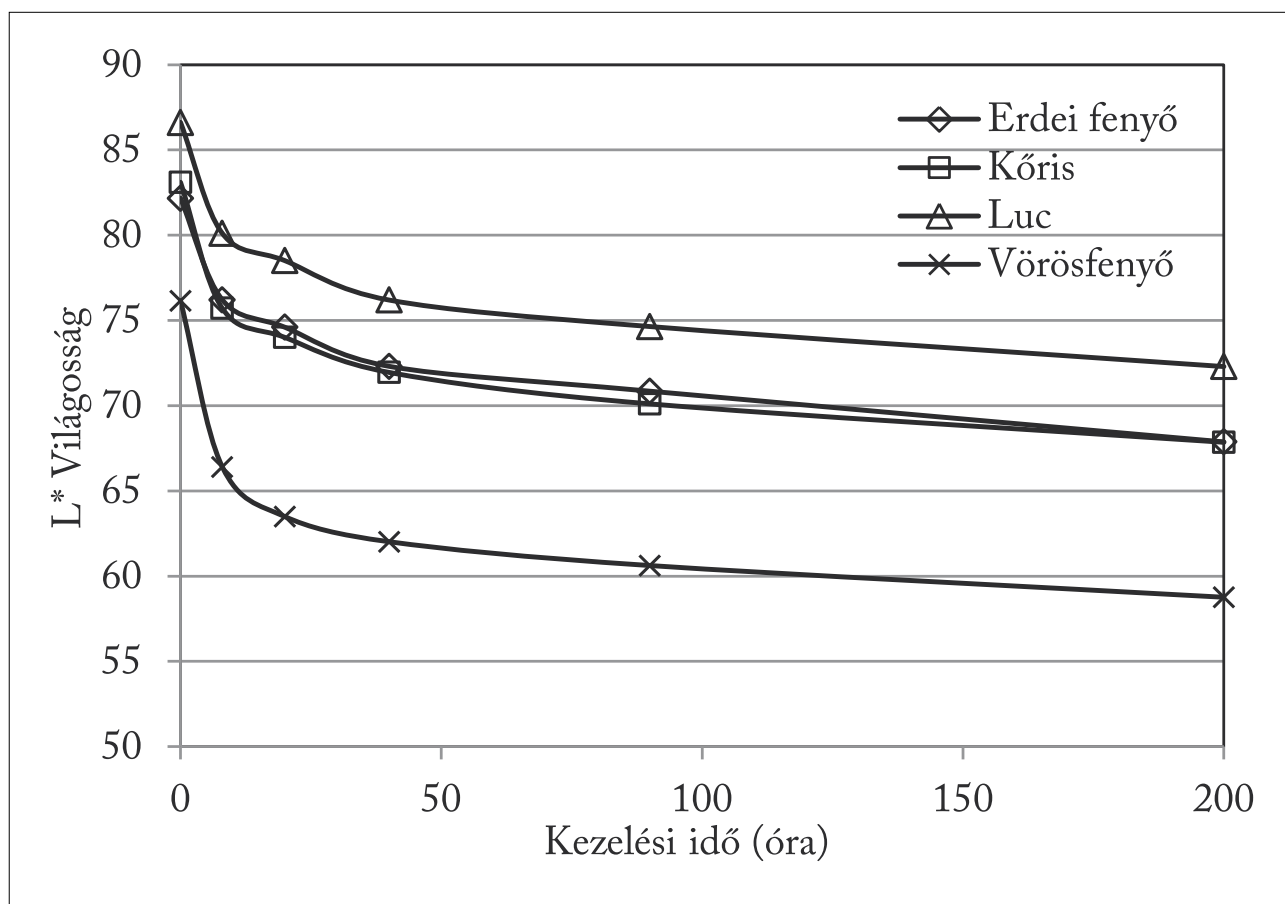
7. ábra A gőzölt bükk, juhar, nyár, nyír és a tölgy sárka színezetének változása higanygőz lámpás besugárzásnál
Figure 7 The yellowness change of steamed beech, maple, poplar, birch and oak samples caused by mercury lamp irradiation

Majdnem mindegyik faanyag sárga színezete csökkent a kezelés első 8 órájában. Kivételt csak néhány fafaj képezett, melyeknek alacsony volt a sárga színezete a kezelés előtt. Ezeknek a fafajoknak az esetében is látszott, hogy az első 8 órában a változás tendenciája jelentősen elmaradt az utána következő időszakétól. Ebből is arra következtethetünk, hogy két folyamat játszódik le egy időben. A világosság változása nem mutatott akkora eltéréseket az egyes csoportok között, mint a vörös és a sárga színezet változása, a higanygőz lámpás kezelés esetén (8–10. ábrák). Sőt néhány fafaj a világosságváltozása alapján másik csoportba tartozónak mutatkozott. Ilyen volt a juhar, amelyik inkább az első csoport fafajainak változását követte (10. ábra). Az amerikai cseresznye viszont az első 20 óra kivételével az első csoportba tartozóan viselkedett (9. ábra). A harmadik csoport (10. ábra) faanyagainak többsége ugyanúgy viselkedett, mint a második csoport fafajai. A kezelés negyötöd részében nem mutattak világosságváltozást. A legegységesebben itt is az első csoport fafajai viselkedtek. A kezdeti intenzív világosságcsökke-

nés után mérsékelt, de folyamatos világosságcsökkenést mutattak. A vizsgálatba bevont legsötétebb faanyag, a dió az első 40 órás mérsékelt világosságcsökkenés után folyamatos világosságnövekedést produkált, de nem világosodott vissza a kezelés előtti szintre.

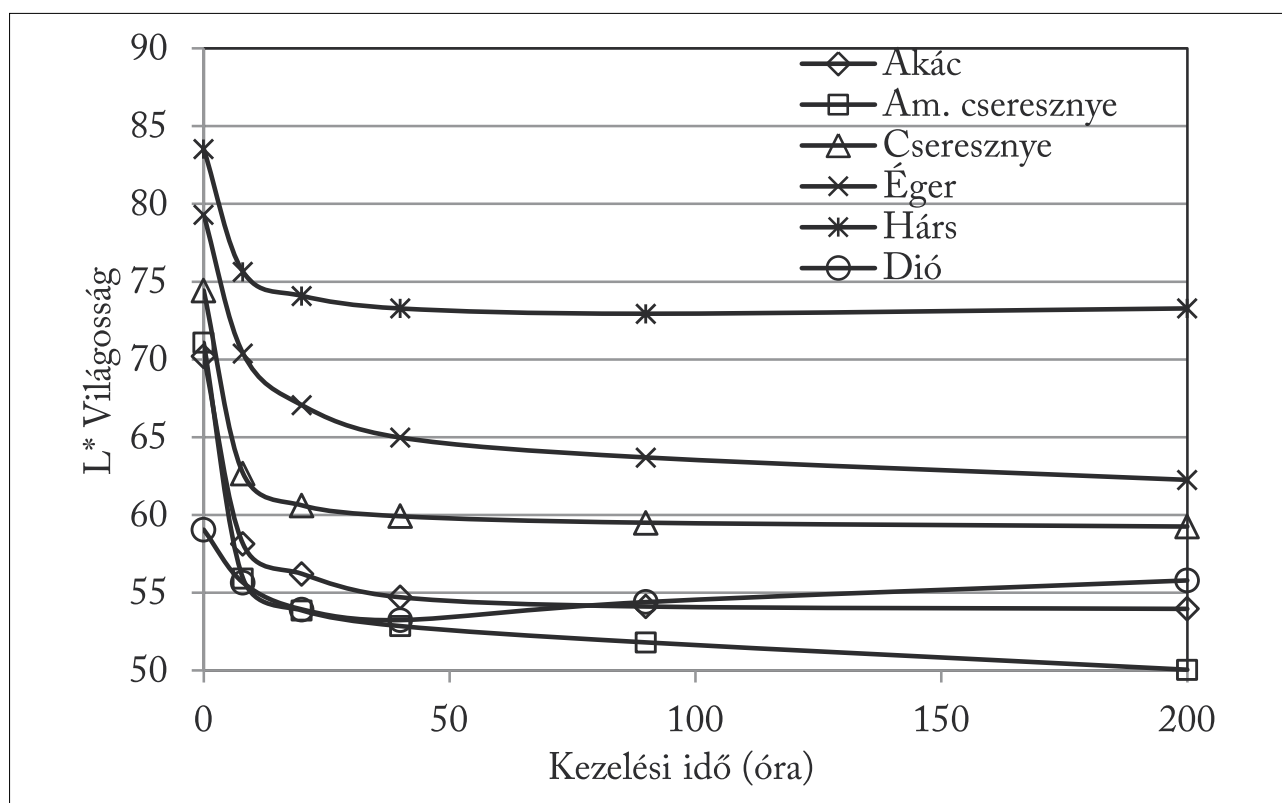
Az ablaküveg mögötti napfény besugárzásnál a faanyagok világossága hasonlóan változott, mint a higanygőz lámpás besugárzásnál. A leglényegesebb eltérés a kezelés első 20 órájában mutatkozott. Itt a napsugárzás mérsékeltebb változást produkált, mint a higanygőz lámpás besugárzás. Kivételt képezett a gőzölt bükk, amelyik nem produkált sötétedést, hanem a 20. és a 90. óra között világosodott. Az akác is mutatott kismértékű világosodást a kezelés végén. A dió itt is úgy viselkedett, mint a higanygőz lámpás kezelésnél, de a világosodása jelentősen meghaladta a kezelés előtti értéket.

Mindhárom színekoordináta esetében a legstabilabbnak a nyír színe mutatkozott. A napsugárzásos kezelésnél sem a világosságában, sem a vörös színezetében nem volt eltérés a kezdő és a végérték között, és csak kis mértékben sárgult a faanyaga.

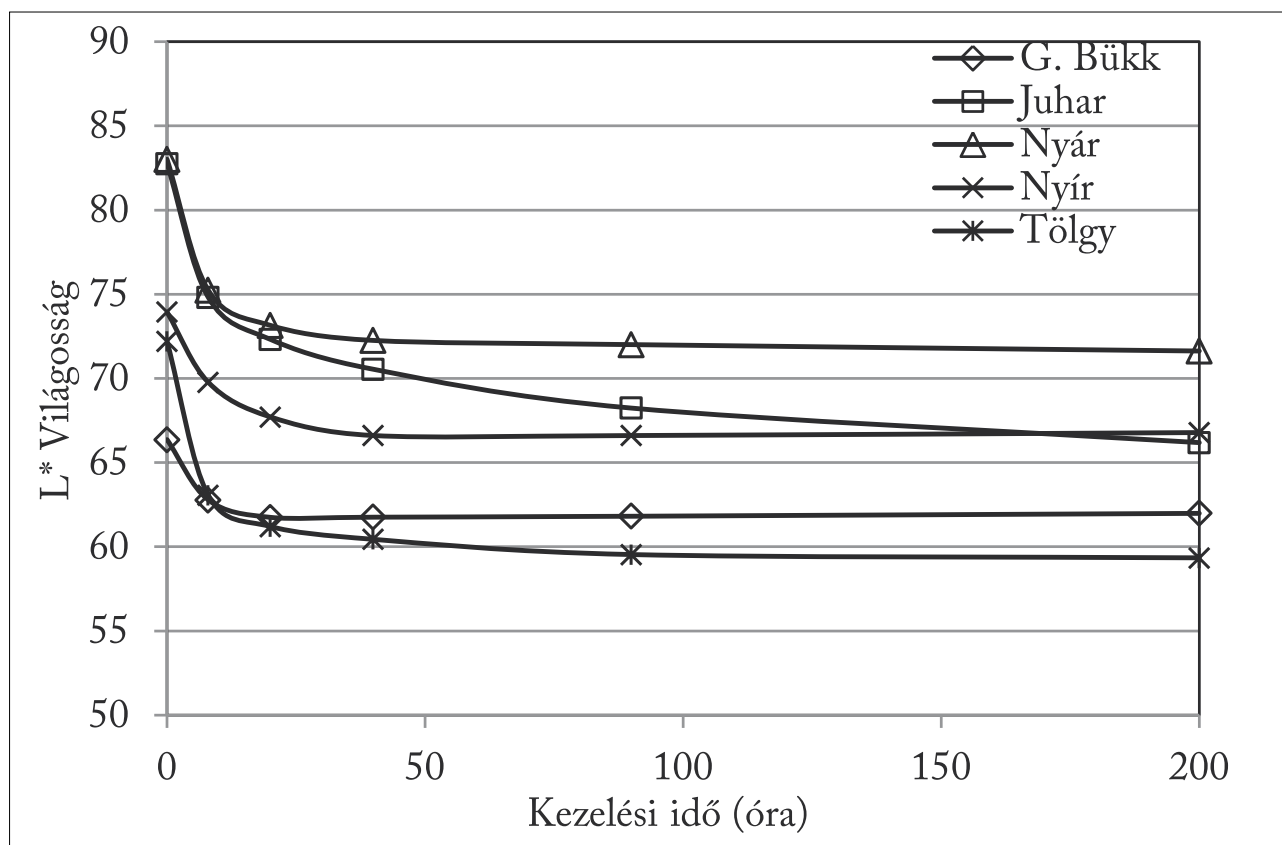


8. ábra Az erdei fenyő, a kőris, a lucfenyő és a vörösfenyő világosságának változása higanygőz lámpás besugárzásnál.

Figure 8 The lightness change of scots pine, ash, spruce and larch samples caused by mercury lamp irradiation.



9. ábra Az akác, az amerikai cseresznye, a cseresznye, az éger, a hárs és a dió világosságának változása higanygőz lámpás besugárzásnál
Figure 9 The lightness change of black locust, american cherry, cherry, alder, lime, and walnut samples caused by mercury lamp irradiation



10. ábra A gőzölt bükk, juhar, nyár, nyír és a tölgy világosságának változása higanygőz lámpás besugárzásnál
Figure 10 The lightness change of steamed beech, maple, poplar, birch and oak samples caused by mercury lamp irradiation

Összefoglalás

A vizsgálatok azt mutatták, hogy hosszú távon a második csoportba sorolt faanyagok (akác, amerikai cseresznye, cseresznye, éger, hárs) színe a legstabilabb, annak ellenére, hogy a kezelés kezdetén ezeknél a fafajoknál voltak a legintenzívebb változások. Az első 8 órában módosult szín viszont tartósan mutatkozott, még az erős UV-sugárzást kibocsátó higanygőz lámpa esetében is. A legkisebb színváltozást a nyír faanyag mutatta. A legsérülékenyebb a fenyőfélék és a kőris színe. Ezeknél a fafajoknál folyamatos színváltozást tapasztaltunk a teljes vizsgált időtartamban. Az eredmények azt is mutatják, hogy a színváltozás kettős folyamat. A fénybesugárzás rongálja a faanyagban meglévő kromofor kémiai csoportokat, de a lignin és az extrakt anyagok degradációját követő oxidáció során újabb kromofor csoportok keletkeznek. A két változás üteme fafajonként eltér, de jelentősen függ a fénybesugárzás hullámhossz eloszlásától is. Napsugárzás esetén a faanyagok többségénél a faanyagban meglévő kromofor kémiai csoportok bomlása intenzívebb volt, mint az új kromofor csoportok épülése, a kezelés első 8 órája során. Az eredmények alátámasztják azt a korábbi megfigyelést, hogy a higanygőz lámpa nem alkalmas a rövid idejű napfénybesugárzás imitálására.

Köszönetnyilvánítás:

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Andrady AL, Hamid SH, Hu X, Torikai A (1998) Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials. *J. Photochemistry and Photobiology B: Biology* 46:96-103
- Ayady, N., Lejeune, F., Charrier, F., Merlin, A. (2003) Color stability of heat treated wood during artificial weathering. *Holz Roh Werkstoff* 61:221-226
- Barta E, Tolvaj L, Nagy T, Szatmári S, Berkesi O, Papp G (1998) Wood degradation caused by UV-laser of 248 nm wavelength. *Holz als Roh- und Werkstoff* 56: 318
- Barta E, Tolvaj L, Nagy T, Szatmári S, Berkesi O, Papp G (1999) Photodegradation of leaf-wood caused by 248.5 nm UV laser. *Wood Research (Drevarsky Vyskum)* 44 (1): 13-19
- Chang, H.T. and Chang, S.T. (2001) Correlation between softwood discoloration induced by accelerated lightfastness testing and indoor exposure. *Polym. Degrad. Stab.* 72:361-365
- George B, Suttie E, Merlin A, Deglise X (2005) Photo-degradation and photo-stabilisation of wood (State of art). *Polymer Degradation and Stability* 88 (2): 268-274
- Hansmann, C., Deka, M., Wimmer, R., Gindl, W. (2006) Artificial weathering of wood surfaces modified by melamine formaldehyde resins. *Holz Roh Werkstoff* 64(3):198-203
- Masuda M (2001) Why human loves wood grain figure? *AIDA Journal* 10: 149-154
- Mitsui K, Tolvaj L, Papp G, Bohus J, Szatmári S, Berkesi O (2005) Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment. Part 4. Application of laser. *Wood Research* 50 (1): 1-8.
- Müller U, Rätzsch M, Schwanninger M, Steiner M, Zöbl H (2003) Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation. *J. Photochemistry and Photobiology B: Biology* 69: 97-105
- Németh K, Vanó V, Faix O. (1992) The Effect of Wood Extractives on the Photodegradation of Wood. *EWLP Conf. Grenoble, France* 191-192
- Oltean L, Teischinger A, Hansmann C (2008) Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure. *Holz als Roh- und Werkstoff* 66 (1): 51-56
- Oltean, L., Hansmann, C., Németh, R., Teischinger, A. (2009) Wood surface discolouration of three hungarian hardwood species due to simulated indoor sunlight exposure. *Wood Research.* 55(1): 49-58
- Pandey KK, Vuorinen T (2008) Comparative study of photodegradation of wood by a UV laser and a xenon light source. *Polymer Degradation and Stability* 93(12):2138-2146
- Papp G, Preklet E, Košíková B, Barta E, Tolvaj L, Bohus J, Szatmári S, Berkesi O (2004) Effect of UV laser radiation with different wavelengths on the spectrum of lignin extracted from hard wood materials. *Journal of Photochemistry and Photobiology, A: Chemistry*, 163 (1-2): 187-192
- Papp G, Barta E, Preklet E, Tolvaj L, Berkesi O, Nagy T, Szatmári S (2005) Changes in DRIFT

- spectra of wood irradiated by UV laser as a function of energy. *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry*, 173 (2): 137-142
- Persze L, Tolvaj L (2012) Photodegradation of wood at elevated temperature: Colour change. (Elfogadás előtt van)
- Sharratt, V., Hill, C.A.S., Kint, D.P.R. (2009) A study of early colour change due to simulated accelerated sunlight exposure in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Polym. Degrad. Stab.* 94:1589-1594
- Taneda K, Yata N, Ota M (1989) The coloration of wood I. The light coloration of Beech sapwood. *Mokuza* 35 (6): 530-536
- Tolvaj L. (1994/a) A faanyag optikai tulajdonságai. In: *A faipari műveletek elmélete* (Szerk.: Sitkei György) Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- Tolvaj L (1994/b) Discoloration and deterioration of wood surface by ultraviolet light. *Wood Structure and Properties*, 94. Conf. (5-9 September) Zvolen, 177-182
- Tolvaj L, Faix O (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
- Tolvaj L, Papp G (1999) Outdoor Weathering of Impregnated and Steamed Black Locust. ICWSF'99 Conference, (14-16 July) Missenden Abbey (UK) 112-115
- Tolvaj L, Mitsui K (2005) Light Source Dependence of the Photodegradation of Wood. *Journal of Wood Sciences* 51: 468-473.
- Tolvaj L, Molnár S (2006) Colour homogenisation of hardwood species by steaming. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 2: 105-112 (<http://aslh.nyme.hu/>)
- Tolvaj L, Mitsui K (2010) Correlation between hue angle and lightness of light irradiated wood. *Polymer Degradation and Stability* 95 (4): 638-642
- Wang, X. and Ren, H. (2008) Comparative study of the photo-discoloration of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel) and two wood species. *Applied Surface Science* 254:7029-7034

Hidakról, földrajzi-történeti áttekintés

III. rész: A reneszánsztól az első világháborúig

LÁNG Elemér¹

¹ Associate Professor Emeritus, West Virginia University, Division of Forestry and Natural Resources, Morgantown, WV 26505

Kivonat

A hídstruktúrák ismertetésének harmadik részében főleg a reneszánsz és az azt követő újkor hidjai kerültek meg tárgyalásra. Hasonlóan az eddigi gyakorlathoz, elsősorban a fából készült hidak ismertetésére került sor. Ha lehetséges volt, a hidak építési évét, építőjüket és/vagy építetőjüket is megemlítettük.

Kulcsszavak: hídstruktúrák, fedett fahidak, történeti áttekintés

About bridges, geographical - historical overview

Part III: From the Renaissance of the 1st Word War

Abstract

In the third part of these series the bridges from the Renaissance period to the prelude of World War I. are briefly discussed. Similarly to the practice exercised in the previous papers, the article focuses on wood or partially wood bridges. Whenever it was possible, the years of completion, builders name and other information are also listed.

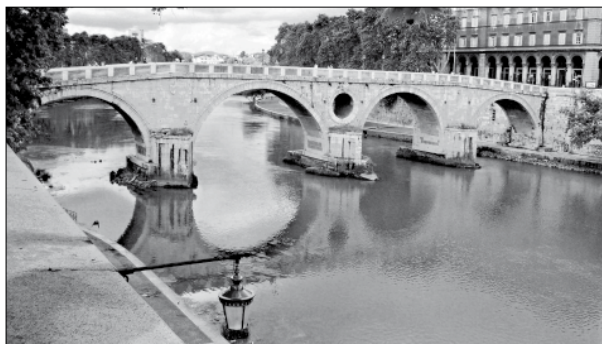
Key words: bridge structures, covered bridges, historical overview

Bevezetés

Az olaszországi Firenzéből eredő szellemi áramlat, a reneszánsz európai elterjedése egy viszonylag hosszú folyamat alatt zajlott le. A kora humanizmustól az ún. északi reneszánszig tartó (cca. XIII.–XVII. század) időszak alatt legkorábban az irodalomban érezhető az újjászületés szelleme. A XV. század közepéig a reneszánsz kultúra főleg Itáliára korlátozódott. Az architektúra és különösen a hídépítészet azonban csak e század vége felé hozott létre jelentősebb alkotásokat.

Reneszánsz hidak és hídépítők

Az ókori rómaiak után az első hidat a Tiberisen V. Sixtus (1414–1484) építtette (1. ábra). A róla elnevezett híd 1479-re készült el, egy korábbi római kőhíd alapjainak felhasználásával.



1. ábra A Ponte Sixto Rómában, ép. 1499 (Forrás: Wikipedia.com)

Figure 1 The Ponte Sixto in Rome, built 1499

(Sources: Wikipedia.com)

A reneszánsz jellegű hidak legkorábbi képviselője, az Arno folyót áthidaló Ponte Vecchio (Öreg-híd), 1435-ben Taddeo Gaddi tervei alapján épült (2. ábra).



2. ábra A firenzei Ponte Vecchio, ép. 1435 (A szerző felvétele)

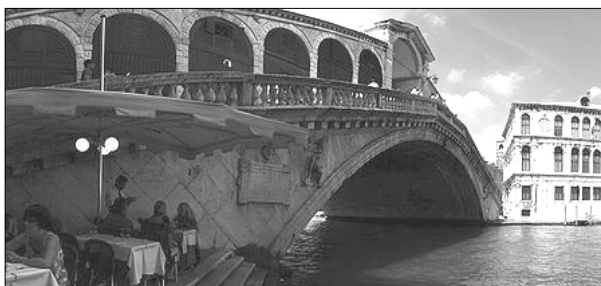
Figure 2 The Ponte Vecchio in Florence, Italy, built 1435

(Photo by the author, 2004)

Firenzében ez az egyetlen híd, amit nem romboltak le a második világháború során.

Néhány, a kor jellegzetes, jól ismert hídját röviden megemlítenénk. Szintén Firenzében, a Ponte Santa Trinita (Szentháromság híd) Bartolomeo Ammanati alkotása 1567–1569 között valósult meg. A visszavonuló német hadsereg 1944 nyarán felrobbantotta. Az építőelemek kiemelése után a hidat 1958-ban, eredeti formájában helyreállították. Velencében a Rialto hídja 1588–1591 között nyerte el mai alakját Antonio da Ponte újjáépítési tervei alapján. Kialakítása a korábbi fából épült, majd leamortizálódott híd szerkezetét mintázza (3. ábra). Unokaöccse, Antonio Contino tervezte Sójahajok hídja (Ponte dei Sospiri) 1602-ben készült és ugyancsak az itáliai reneszánsz hídépítés egyik remeke.

A kora reneszánsztól egészen az újkorig, a Német-Római Császárság területén a faanyag használata domináns volt. Ennek tipikus példája az 1333-ban épült Kapellbrücke (Kápolna híd) Luzernben (4. és 5. ábrák). A fedett, fa gyaloghíd hossza 204 m és a Reuss folyón főleg városvédelmi célokból hozták létre.



3. ábra A Rialto híd Velencében, ép. 1591 (Forrás: Wikipedia.com)

Figure 3 The Rialto Bridge in Venice, Italy, built:1591 (Source: Wikipedia.com)



4. ábra A mai Kapellbrücke a víztoronnyal Luzernben, ép. 1333 (Forrás: Wikipedia.com)

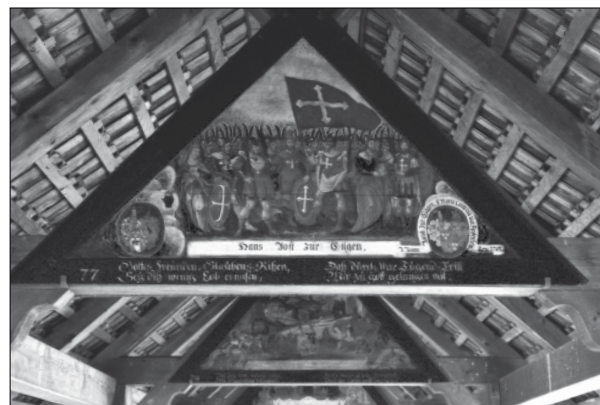
Figure 4 The Kapellbrücke (Chapel Bridge) today with the Water Tower in Lucerne, Switzerland, built: 1333 (Source: Wikipedia.com)



5. ábra A Kapellbrücke 1513-as ábrázolása (Forrás: ifj. Diebold Schilling, 1513. Amtliche Luzerner Chronik)

Figure 5 The depiction of Kapellbrücke in 1513. (Source: Jr. Diebold Schilling, 1513. Amtliche Luzerner Chronik)

Sajnos 1993-ban a felépítmény, a szarufáihoz rögzített XVII. századi táblaképek nagy részével együtt leégett (6. ábra). Helyreállítását a néhány évvel azelőtti gondos felméréseknek köszönhetően gyorsan elvégezték. A Velencei Köztársaságban élt Andrea Palladiot (1508–1580), a kor igen jelentős építészt tartják a fedett fahidak „atyjának”. Elsősorban azért, mert ő volt az első, aki saját maga dokumentálta építészeti terveit a már az első részben említett „I Quattro Libri dell’Architettura” című munkájában.

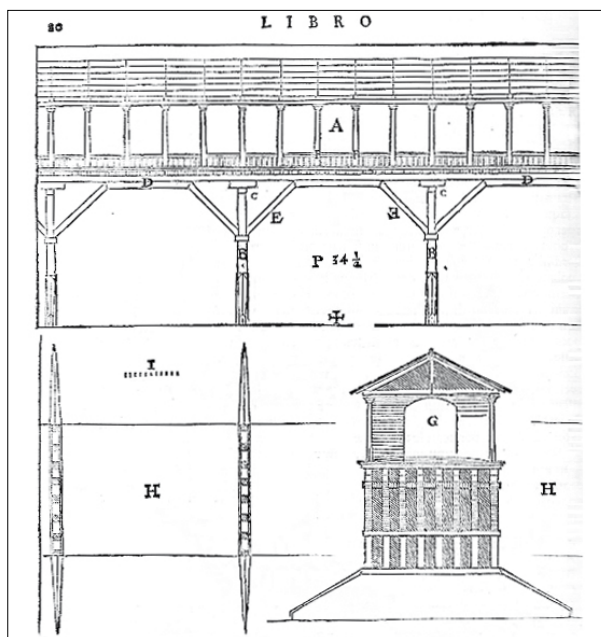


6. ábra A Kapellbrücke táblaképei, cca. XVII. század (Fotó: Matthias Kabel, 1980)

Figure 6 Painted panels of the Kappelbrücke, circa XVIIth century. (Photo: Matthias Kabel, 1980)

A Palladio tervezte Ponte Vecchio (Öreg híd) rajzát a 7. ábrán láthatjuk. A fedett, fa és eredetileg pontonokra tervezett híd 1569-re épült fel. A Brenta folyó két partját köti össze Bassano del Grappa-ban (Olaszország). Az idők folyamán többször természeti katasztrófák és hadi események áldozata lett. Természetesen a második világháború során ezt a hidat is uszadék fává lőtték. A meglévő eredeti tervek alapján azonban makacsul, mindig újraépítették (8. ábra).

Az egyre inkább teret hódító reneszánsz letisztult hídépítésének egy példája Nürnbergben a Pegnitz folyón található (9. ábra). A Fleischbrücke (Hús híd) 1598-ra készült el Wolf-Jacob Stromer városi főépítőmester irányításával. Nevét valószínűleg a felhasznált homokkő vöröses színe inspirálta. A lapos ívű szerkezet speciális támaszait mintegy négyszáz, a partoldalakra levert fa cölöpökre építették, hogy a vízszintes támaszerőket biztonságosan felvegye. A híd a mai napig eredeti állapotában maradt fenn. Az 1599-ben hozzáadott portálon a latin felirat az alábbi: „*Minden dolognak van kezdete és növekménye. De figyelj; az ökor, amit most látsz, soha nem volt könyvkötőbőr.*”



7. ábra A Ponte Vecchio (Öreg híd) korabeli tervrajza

(Forrás: Palladio, Quattro libri dell'architettura, 1642)

Figure 7 Design of the Ponte Vecchio (Old Bridge)

(Source: Palladio, Quattro libri dell'architettura, ed.1642)



8. ábra Palladio „Öreg hídja” a Brenta folyón, ép. 1569

(Forrás: Wikipedia.com)

Figure 8 The Old Bridge of Palladio over the River Brenta, built:1569 (Source: Wikipedia.com)



9. ábra A Pegnitz folyó hídja Nürnbergben, Németország, ép. 1598 (Forrás: Kaiser, Christiane, 2005)

Figure 9 Bridge over the River Pegnitz in Nürnberg, Germany, built: 1598 (Source: Kaiser, Christiane, 2005)

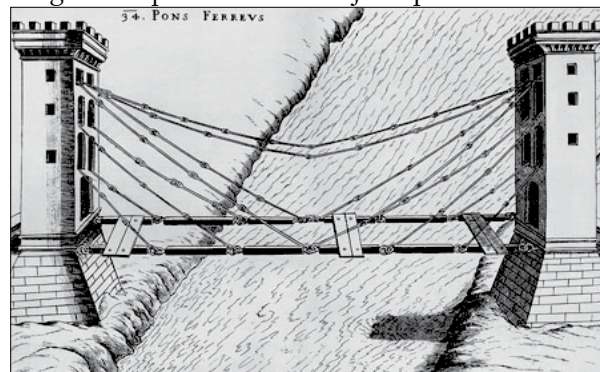
Fahidak az újkori Európában

A történelem, mint pártos tudomány, az újkor kezdetét a mindenkori politikai hatalom szája szerint határozza meg. Elkerülendő minden félreértést, ebben a leíratban az újkor alatt a XVII. század elejétől az első világháború kitöréséig eltelt időszakot értjük.

Elsőként Verancsics Faustus (1551–1617) polihisztor említene, aki Új Gépek (Machinae Novae, 1616) c. kiadványában már egy lánchíd ötletét is felvetette (10. ábra).

Függő kasos kötékhídjának rajzát a 11. ábra mutatja. A dalmáciai illetőségű Verancsics – volt veszprémi várkapitány, királyi titkár és szerzetes – sokat utazott. Egyes kritikusai szerint csak a külföldön megismert technikai újdonságokat gyűjtötte egy csokorba; de azt legalább jól csinálta.

Verancsicsnál egy jó generációval fiatalabb, de mégis vele szinte egy időben publikáló, Andreas Cellarius (1596–1665) német-holland nemzetiségű térképész volt. Az Új Gépekhez hasonló

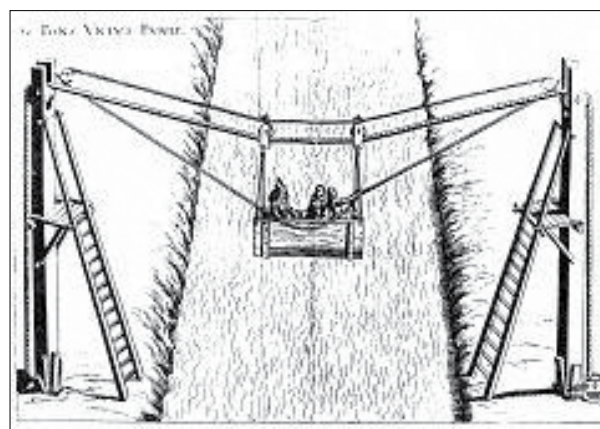


10. ábra Verancsics Faustus lánchíd terve

(Forrás: Machinae Novae, 1616)

Figure 10 Chain Bridge according to Faustus Verencsics.

(Source: Machinae Novae, 1616)

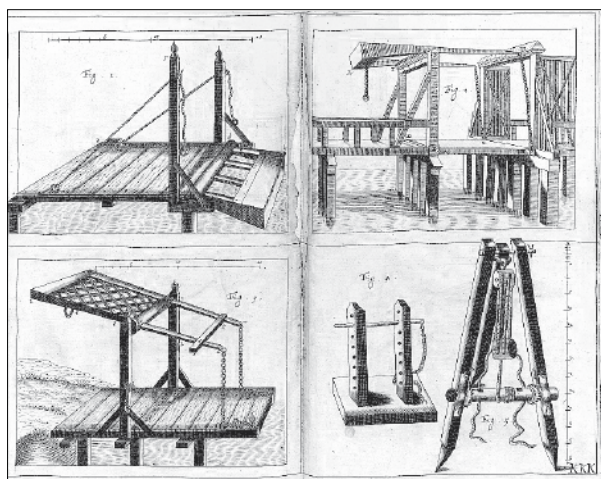


11. ábra Mozgó kasos kábelhíd Verancsics Faustus elképzelése alapján (Forrás: Machinae Novae, 1616)

Figure 10 Cable Bridge design by Faustus Verencsics (Source: Machinae Novae, 1616)

műszaki jellegű kiadványában (*Architectura Militaris*, 1645) főleg hadi gépezeteket, erődöket ismertetett. A 12. ábrán az *Architectura Militaris*-ből három hídszerkezet és egy feszítőmű látható. Cellarius hadi hídjának polgári változata (13. ábra) Wheldrake-ben (North Yorkshire, Anglia) volt megtalálható. Az Ings folyó felvonó hídjának építési éve nem ismert és valószínű, hogy többszöri átépítést élt meg. A modernizáció ürügyén 1962-ben végleg elbontották.

A XVIII. században élt svájci Grubenmann testvérek, Jakob (1694–1758), Johannes (1707–1771) és Hans Ulrich (1709–1783) nevéhez számos fa és jórészt fedett híd tervezése, megépítése köthető.



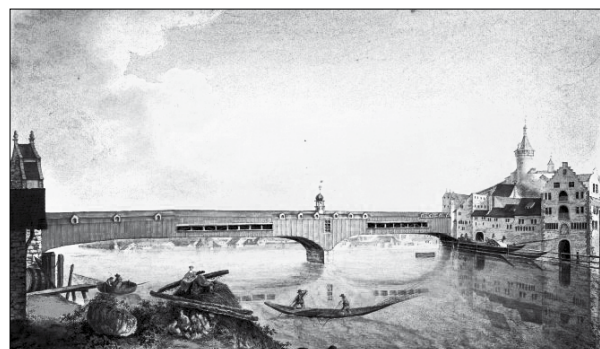
12. ábra Cellarius hadi hídjai és egy kötélfeszítő berendezés (Forrás: *Architectura Militaris*, 1645)

Figure 12 Military bridges and a rope tensioning device according to Cellario (Source: *Architectura Militaris*, 1645)



13. ábra Az Ings folyó hídja, Wheldrake, North Yorkshire, Anglia (Forrás: Wikipedia.com)

Figure 13 Bridge over the Ings River, Wheldrake, North Yorkshire, England (Source: Wikipedia.com)

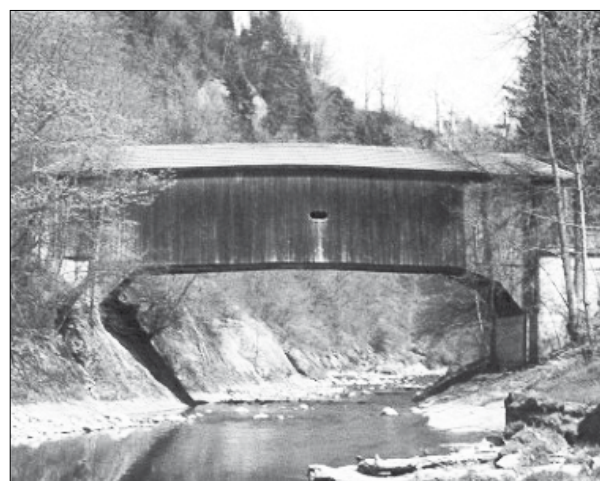


14. ábra Az eredeti Schaffhausen híd a Rajnán (Forrás: Johann Heinrich Bleuler, 1758–1823, oil on canvas, Schweizerische Landesbibliothek)

Figure 14 The original Schaffhausen Bridge over the Rhein River (Source: Johann Heinrich Bleuler, 1758–1823, oil on canvas, Schweizerische Landesbibliothek)

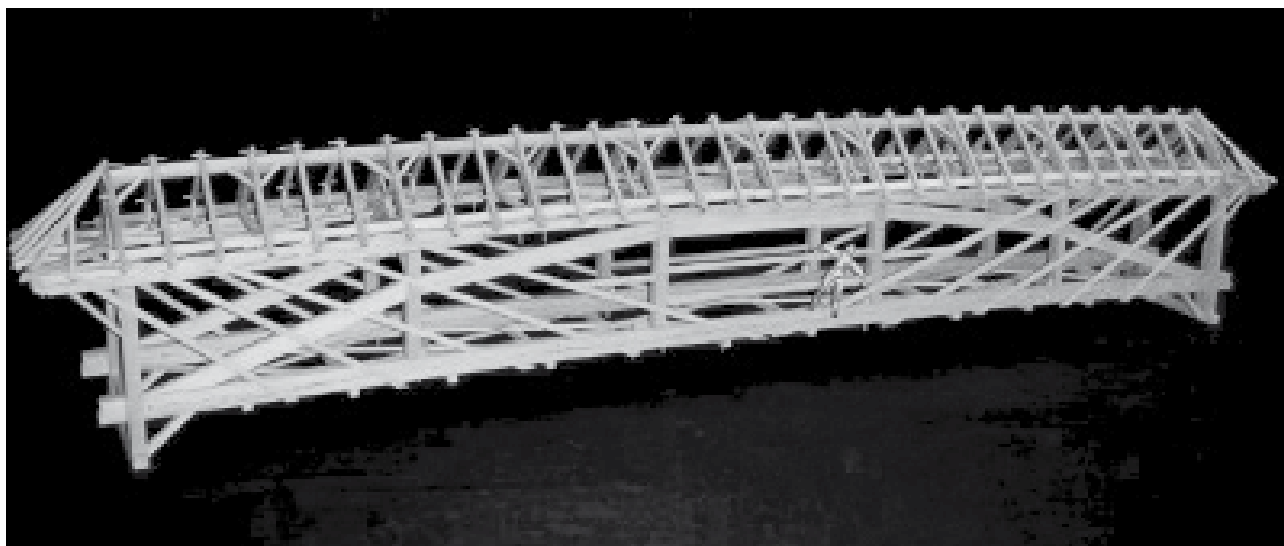
A testvéreket vidéki ácsmestereknek tekintették, bár munkáikat jórészt innovatív tartószerkezetek alkalmazása jellemezte. A rajnai Schaffhausen híd Hans Ulrich vezetésével épült 1757-ben (14. ábra). A franciák az 1799-es háborúban felégették. Egy a mai napig fennálló hídjuk St. Gallen kantonban a Thur mellékágán található. Tartószerkezete az ív és rácsos tartó kombinációjának egyik legkorábbi alkalmazására példa (15–16. ábra).

A németországi Forbachban 1778 óta eredeti formáját és szerkezeti kialakítását megőrző fedett hidat találhatunk (17–18. ábra). A hidat 1955-ben restaurálták, új felépítményt kapott és a szerkezeti kötésekkel acél pántokkal és csavarozással erősítették meg.



15. ábra A Grubenmann testvérek hídja a Thur mellékágán, ép. 1780. St. Gallen kanton, Svájc (Source: Philip Caston, 2009)

Figure 15 Covered bridge of the tributary of River Thur by the Grubenmann brothers, St. Gallen canton, Switzerland, built: 1780 (Source: Philip Caston, 2009)



16. ábra A Thur híd modellje kombinált tartószerkezettel (Forrás: Philip Caston, 2009)

Figure 16 Model of the Thur's Bridge showing the combined supporting structure. (Source: Philip Caston, 2009)

A 37,8 m-es fesztávolságával a leghosszabb, még fennálló, fa hídszerkezet Németországban.

Időben és térben kicsit visszatérve Magyarországra, a budai vilajet megszűnése után a közel 140 évig használt török hajóhid is már a múlté. Ettől kezdve a dunai átkelést Pest és Buda között mintegy száz évig kompokkal és ún. repülőhidakkal oldották meg. A repülőhid tulajdonképpen egy nagyobb dereglye, amely egy lehorgonyzott hosszú kötélhez van erősítve. A folyó sodrának erejét kihasználva lehet a jobb vagy bal parti kikötők molójaihoz kormányozni. Bél Mátyás (1684–1749) történész említi először a pest-budai repülőhidat a Hungariae nova historico-geographica c. (1737) történelmi-földrajzi beszámolójában. Ebben Mikoviny Sámuel



17. ábra Fedett híd a Murg folyón. Forbach, Baden-Württemberg, Németország, ép. 1778 (Forrás: Philip Caston, 2009)

Figure 17 Covered bridge over the River Murg. Forbach, Baden-Württemberg, Germany, built:1778. (Source: Philip Caston, 2009)

(1698–1750) mérnök és térképész rajza alapján illusztrációt is közöl (19. ábra).

A török idők utáni első állandó hajóhidat a Rudas fürdő környékén, 1767-ben adták át a forgalomnak. 1788-ban valamivel feljebb vontatták (20–21. ábra).



18. ábra A Murg hídjának háromszegmensű tartószerkezete (Forrás/Source: Philip Caston, 2009)

Figure 18 The three-segment support structure of the Murg's Bridge (Source: Philip Caston, 2009)



19. ábra A dunai repülőhid és Buda látképe cca. 1720 (Forrás: Mikoviny rajza, Bél 1737-es kiadványában)

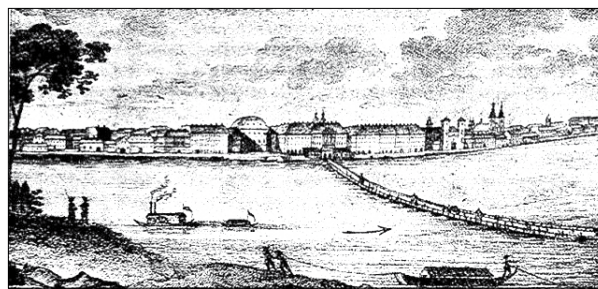
Figure 19 „Flying bridge” on the River Danube and the panorama of Buda (Source: Mikoviny rajza, Bél 1737-es kiadványában)

A híd 46 pontonra épült mintegy 300–320 m hosszban, kb. 6 m szélességgel. Eleinte a híd vonalvezetése a folyásiránnyal szemben domború volt. Valószínű, hogy a hajózást biztosítandó gyorsabb és pontosabb hídnyitások okán, a XIX. század elején, a hidat kiegyenesítették.

A XIX. század derekára a lakosság száma a Duna mindkét partján jelentősen megnövekedett. Az ezzel járó forgalomnövekedés kikényszerítette az első, Budát és Pestet összekötő állandó és a hajózást biztosító híd megépítését. Így 1849-ben tizenegy éves vajúdas után megszűletett a Lánchíd (22. ábra).

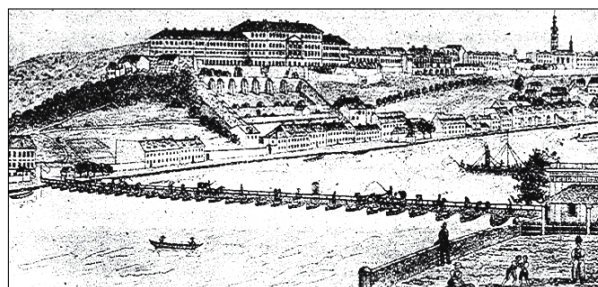
A híd felépítésének 150. évfordulója alkalmából – de előtte is – számos monográfia és tudományos dolgozat foglalkozott építésének különböző aspektusaival. Itt csak két dolgot szeretnénk megemlíteni. Bár a pillérek és a tartószerkezetek nem, de a hídpálya eredeti burkolata fából készült. A pillérek alapozásánál alkalmazott jászolgátas megoldás tetemes volumenű fűrészárut igényelt. A gát kialakítása pedig megkívánta a mérnöki tervezés és kivitelezés magas szinten való művelését.

Ebben az időszakban a műszakilag előnyösebb anyagok megjelenése már háttérbe szorította a természetes fát, mint teherviselő hídszerkezeti alapanyagot.



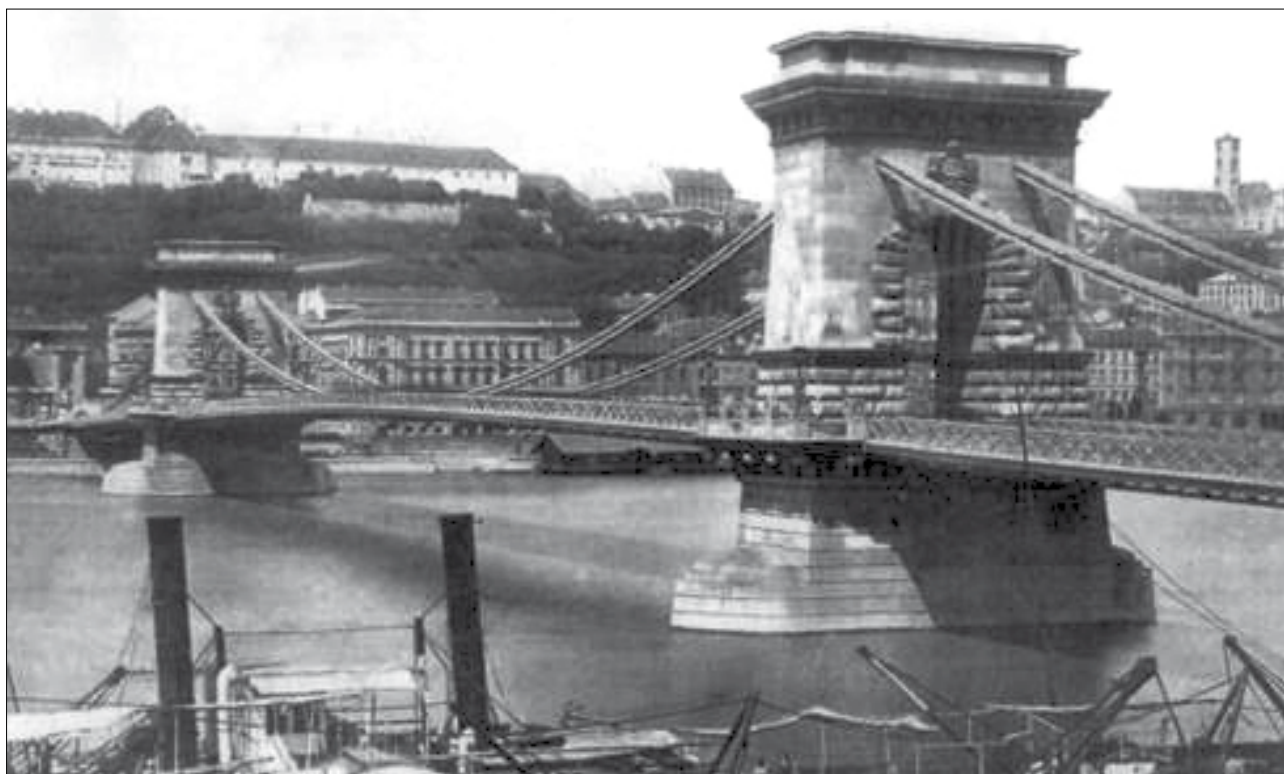
20. ábra A hajóhíd és Pest látképe a XVIII-XIX. század fordulóján (Forrás: Viszota Gyula, 1935)

Figure 20 The pontoon bridge and the panorama of Pest at the turnover of the XVIII-XIX centuries (Source: Viszota Gyula, 1935)



21. ábra A hajóhíd és a budai oldal látképe. A híd kihorgonyozása itt már egyenes vonalú (cca. 1820) (Forrás: Viszota Gyula, 1935)

Figure 21 The pontoon bridge and the view of Buda. The bridge is already anchored along a straight line (circa 1820) (Source: Viszota Gyula, 1935)



22. ábra A Széchenyi lánchíd a pesti oldal felől (Forrás: BudapestCity.org)

Figure 22 The Széchenyi Chain Bridge viewed from the Pest side. (Source: BudapestCity.org)

Úgy 100-120 év múlva – a rétegelt-ragasztott tartók megjelenésével – a fa hídépítészet majd reneszánszát éli megint, de ez már egy másik történet.

A hidak kronológiai sorrend szerinti rövid tárgyalásában lassan eljutottunk az első világégésig. Mintegy befejezésül tanulmányozásra ajánlanánk a 23. ábrát, amelyen éveink számától függően, déd- vagy nagyapáink láthatók hídverés közben. Ha az ábrát szemlélő olvasó most Julius Caesar rajnai hídjára asszociál, akkor az nem véletlen. Korszakoktól függetlenül, a háborús gondolkodásmód gyakran megfosztja az alkotásokat formájuktól. Ami ezután megmarad, az csak rideg funkcionalitás.



23. ábra K. u. k. utászok hadi hidat vernek a Duna alsó szakaszán (cca. 1900) (Forrás: A Technika Vívományai, é.n.)

Figure 23 Austro-Hungarian combat engineers build a temporary military bridge over the lower Danube River (circa 1900) (Source: A Technika Vívományai, é.n.)

Irodalomjegyzék

- Andreas Cellarius Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden, Architectural drawing collections 17th century fortifications, 1645.
- Bartlett, Kenneth R. (1992). *The Civilization of the Italian Renaissance*. Toronto: D.C. Heath and Company. ISBN 0-669-20900-7 (Paperback). Page 40.
- Bel M. *Notitia Hungariae novae historico-geographica*. Partis I. Tom. I–IV. Partis II. Tom. V. Viennae, (1735–1742).
- Caston, Philip, (2010), *Germany's Remaining Historic Wooden Covered Bridges* [Series J, Volume 7 Neubrandenburg University of Applied Sciences publication], Neubrandenburg
- Furrer, Bernhard (1984), *Übergänge: Berner Aarebrücken, Geschichte und Gegenwart*, Bern: Benteli, ISBN 3-7165-0492-0.
- Graf, Bernhard. *Bridges that Changed the World*, Prestel, Munich (Germany), ISBN 3791327011, 2002; pp. 34-35.
- Guler, A. J. Freely and A. R. Burrelli, Sinan: *Architect of Suleyman the Magnificent and the Ottoman Golden Age*, London 1992.
- Historic Wooden Covered Bridge Trusses in Germany In: Kurrer, E-K. u. a. (Ed.): *Proceedings of the Third International Congress on Construction History*, Berlin 2009, S. 329-336.
- Hofer, Paul (1959), *Die Stadt Bern., Kunstdenkmäler des Kantons Bern*, 1, Basel: Gesellschaft für Schweizerische Kunstgeschichte / Verlag Birkhäuser, pp. 193–224, ISBN 3-90613-113-0.
- Illustrated Dictionary of Irish History*. Mac Annaidh, S (ed). Gill and Macmillan, Dublin. 2001.
- Kaiser, Christiane: „Die Fleischbrücke in Nürnberg (1596-1598)”, Cottbus, 2005, Dissertation, Vol. I, p. 245.
- Küsnachter Jahrbuch 1991, S. 22 Rapperswil», Stahlstich von de: Rudolf Ringger aus dem «Album vom Zürichsee», um 1865.
- Liptai Ervin szerk. 1985. *Magyarország hadtörténete*, Zrínyi katonai kiadó, Budapest 1985.
- Markwalder, H. *750 Jahre Bern*, Bern 1941.
- Pierce, Phillip C.; Brungraber, Robert L.; Lichtenstein, Abba; Sabol, Scott; Morrell, J.J.; Lebow, S.T. 2005. *Covered Bridge Manual*, FHWA-HRT-04-98. pp. 341.
- Tschachtlanchronik. Scanned from Furrer, Bernhard (1984), *Übergänge: Berner Aarebrücken, Geschichte und Gegenwart*, Berne: Benteli, ISBN 3-7165-0492-0.
- Verancsics Faustus *Machinae novae és más művei* (1985.) Válogatta és az utószót írta S. Varga Katalin. ISBN 963-14-0439-0.
- Viszota Gyula, 1935, *Lánchíd füzetek 15. A Széchenyi Lánchíd története az 1836 XXVI. Tc. Megalkotásáig*.
- Von Stromer, Wolfgang: „Pegnitzbrücke Nürnberg (Fleischbrücke)”, in: *Steinbrücken in Deutschland*, Beton-Verlag, 1988, pp. 162–167. <http://www.tfhr.gov/struktur/pubs/04098/>

Bútorpiaci vásárlói magatartásmodell*

BEDNÁRIK Éva¹, PAKAINÉ KOVÁTS Judit¹

¹ NymE FMK Informatikai és Gazdasági Intézet

Kivonat

A tanulmány bemutatja a szerzők által kidolgozott bútorvásárlói magatartásmodellt, amely a bútorvásárlás családi jellegének hangsúlyozása mellett fordít figyelmet a döntésben résztvevők személyes adottságaira, az individumra ható környezeti tényezők vizsgálatára. Bemutatjuk a modellt igazoló primer kutatás egy fejezetét, amely a személytelen környezet elemeként értelmezett vásárlói magatartástrendek érvényességét vizsgálja a bútorpiacon. Ennek mentén érintjük a munka során részletesen is kidolgozott életstílus alapú szegmentációs modellünket. A primer kutatás módszere kvantitatív, személyes megkérdezés. A kutatási módszer kidolgozásánál olyan eljárást alkalmaztunk, amely többszörös keresztmetszeti vizsgálatok, kohorsz-elemzéseket tesz lehetővé. Munkánk igazolta a bútorpiaci trendkutatások szükségességét, ezért javaslatot teszünk egy olyan több modulból álló trendkutatási rendszer felállítására, és a közeljövőben történő bevezetésére, amely az általános magatartástrendek érvényességének igazolásán túl a bútorpiaci specifikumokat is feltárja.

Kulcsszavak: vásárlói magatartásmodell, trendkutatás, életstílus

Consumer Behaviour Model on the Furniture Market

Abstract

This study introduces the furniture purchasing behaviour model. The study describes the behaviour model and characteristics of decision making and the environmental factors affecting the individuals besides emphasising the family character of furniture purchase. We introduce a chapter from the primary research verifying the model that analyses the validity of customer behaviour trends defined as elements of the impersonal environment on the furniture market. We touch on our lifestyle based segmentation model which is elaborated in our work in detail. The method of primary research is quantitative, personal interview. While working out our research model we applied a method that enables multi-level cross-section and cohort analyses. Our work has verified the need for trend researches on the furniture market so we suggest the construction and the near-future launch of a trend research system consisting of several modules that reveals the specific factors on the furniture market besides verifying the validity of general behaviour trends.

Key words: consumer behaviour model, trend research, lifestyle

Bevezetés

A fogyasztói magatartáskutatások célja egyrészt a tömegszerű jelenségek múltbeli okainak vizsgálata, másrészt a jövő előrejelzése. Ennek egyik feltétele a lelki jelenségek vizsgálata. A sajátos személyiségű vásárlók különböző környezeti ingerek hatására vál-

tozatos viselkedési módot mutatnak. A fogyasztói és vásárlói magatartáskutatók törekvése az egyedi döntések tipizálása, aminek eredményeképpen a hatvanas évektől számos vásárlói magatartásmodell került megalkotásra. A modellek többségében a döntési folyamat a problémafelismerés-információkeresés-

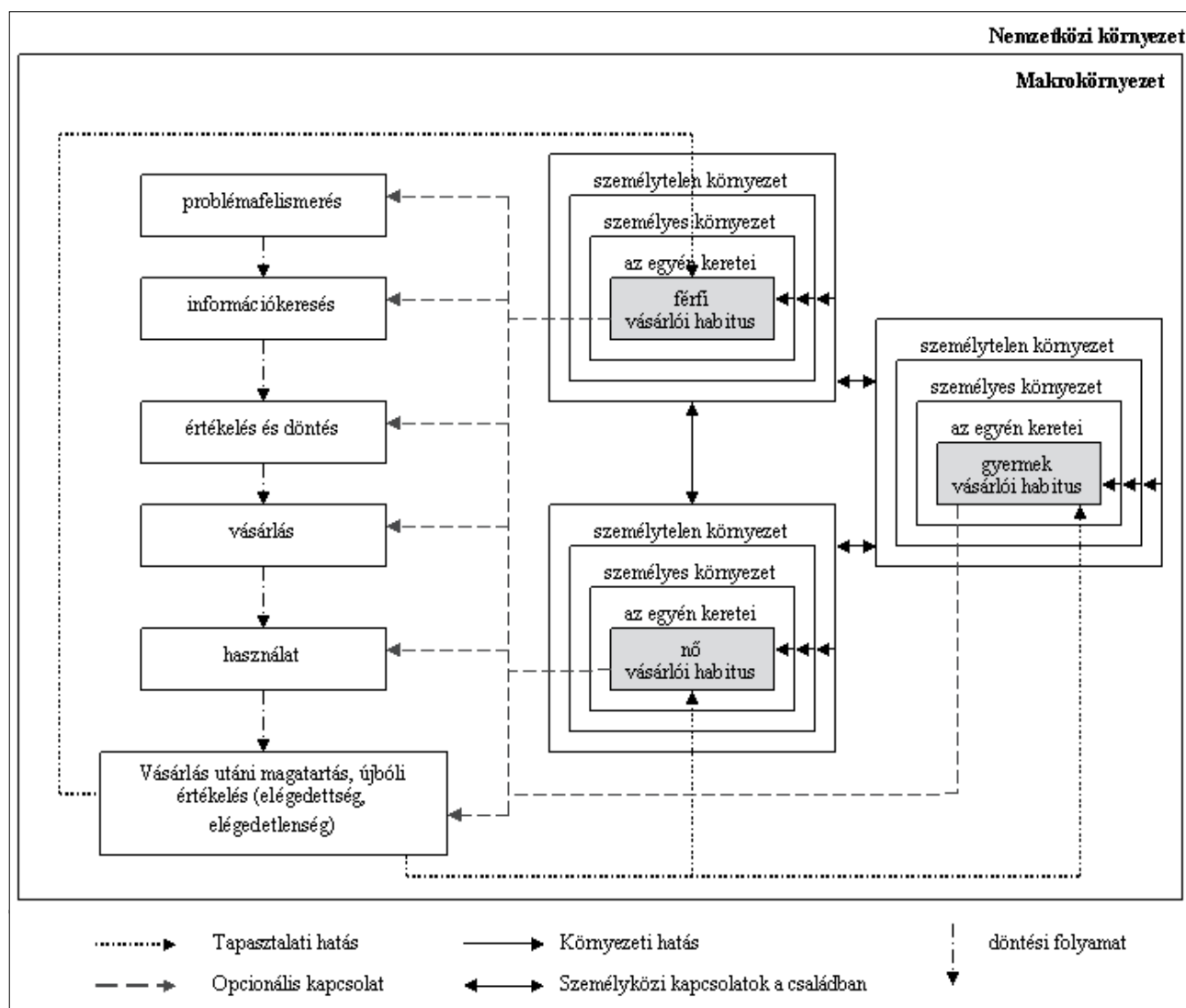
*Magyar nyelvű közlés az eredeti angol nyelvű publikáció alapján. Eredeti megjelenés: Acta Silvatica et Lignaria Hungarica (HU ISSN 1786-691X), Vol. 6 (2010) 75–88 p.

értékelés-vásárlás-használat/igénybevétel-utólagos értékelés láncolatra húzható fel, amit aztán meghatároznak a különböző szerzők által fontosnak vélt tényezők.

2009-ben alkotott újszerű vásárlói magatartásmodellünk (1. ábra) a tartós fogyasztási cikkek piacán alkalmazható, az individuum családi döntésekben játszott szerepének vizsgálatán alapul, és a bútorvásárlások mechanizmusának tanulmányozásán keresztül került igazolásra. Hoffmanné (1977), Pakainé (1997), Törőcsik (2007) magatartásmodelljei hatottak munkánkra.

A tartós fogyasztási cikkek piacára szánt modellünk feltételezi, hogy a család egyes szereplőire (férfi, nő, gyermek), mint különálló döntési egységre hatnak a komplex környezeti hatások. A modellben a magatartástrendeknek megfelelően a gyermekek is bevonódnak a vásárlási döntésbe, hatást gyakorolnak arra.

A férfi, nő és gyermek családtagokat opcionális jellegű kapcsolat vezet a vásárlási döntés egyes szakaszaiba, ami jelzi, hogy a különböző szereplők eltérő mértékben, az adott társadalomra jellemző férfi-női-gyermek szerepeknek megfelelő módon vesznek részt a döntésben. A személyek közötti kapcsolatok által határozódik meg a döntés családi jellege, és tisztázódnak az egyes személyek döntésben játszott szerepei. A modellben fontos annak vizsgálata, hogy a család egyes szereplői a döntési folyamat mely szakaszaiba, milyen intenzitással kapcsolódnak be. A tapasztalati hatás egyenként érinti a család tagjait, és eredménye a következő döntéskor a vásárlói habitusban tűnik fel. Fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy a döntési folyamatra hatással van a nemzetközi környezet is. Az elméletben alkotott vásárlói magatartásmodellt primer kutatás által határolt szempontrendszer szerint, a magyar bútorpiacon igazoltuk.



1. ábra Vásárlói magatartásmodell a tartós fogyasztási cikkek piacán

Figure 1 Customer behaviour model on the durable goods market

Vizsgáltuk a személytelen környezet bútórvásárlás-sokra gyakorolt hatását, az általános vásárlói magatartástrendek bútórpiazi érvényességének kutatásával. A modell nyomán szükségesnek láttuk a bútórvásárlói döntési folyamat családi jellegének vizsgálatát, a családi szerepek feltérképezését a döntési folyamat egyes szakaszaiban (problémafelismerés, információkeresés, döntés, vásárlás). A primer kutatás lehetőségét adott emellett a bútorhasználat és bútórvásárlás elméleti kategóriák szerinti csoportosításra, valamint az ágazat KKV szereplői számára kiemelkedő gyakorlati jelentőségű, életstílus alapú piaci szegmentálásra (Hetesi et al. 2007, Veres et al. 2006, Hradil 1995, Lazer 1971). A tanulmányban primer kutatásunk általános vásárlói magatartástrendek bútórpiazi igazolásának eredményeit mutatjuk be.

Metodika

A kutatás módszere leíró, kvantitatív, személyes megkérdezés, strukturált kérdőív alapján. Célunk statisztikailag érvényes, számszerűsíthető adatok gyűjtése volt a kutatás alapsokaságát, a magyar bútórvásárlókat reprezentáló mintán. A kutatás céljai szerint bútórvásárlónak tekintettük, aki a következő két évben bútórvásárlást tervez, részt vesz a döntésben a háztartáson belül, és nem dolgozik a faipar, bútorgyártás, bútorkereskedelem, bútortervezés vagy belsőépítészet területén.

A kutatási módszer kidolgozásánál célunk egy olyan kérdőív összeállítása volt, amely alkalmas többszörös keresztmetszeti vizsgálatok, kohorsz-elemzések elvégzésére. A többszörös keresztmetszeti kutatások lehetővé teszik az összehasonlítást az összesítések szintjén, de azt nem, hogy az egyéni válaszadók véleményében bekövetkezett változásokat mérjük, mert különböző személyekből álló mintát veszünk minden alkalommal. Javasolt ezért a többszörös keresztmetszeti vizsgálatokat kohorsz-elemzésként hasznosítani, amely többszörös keresztmetszeti vizsgálat, és megfelelő időintervallumokban elvégzett kutatássorozatból áll. A bútoripar esetében kétéves intervallumon belüli vizsgálatokat javasoltunk, ami által el lehet különíteni a környezeti trendek hatásait, vagy képet lehet nyerni a fejlődési ütemekről, változásokról. A kohorsz tehát egy válaszadói csoport, akik ugyanazt az eseményt tapasztalják azonos intervallumon belül. Azt tudjuk általa megadni, hogy a lakosság azonos tulajdonságokkal jellemezhető csoportjai az idő vonatkozásában hogyan viszonyulnak az általunk vizsgált döntési szempontokhoz. A kérdőív összeállításakor célunk

volt továbbá egy olyan életstílus alapú szegmentációs modell kidolgozása, amely az értékorientáció és családi életciklus mentén képes csoportalkotásra.

A mintavétel kvóta eljárással történt. A mintanagyság: 1300 fő. A kvóta összeállítása előzetes 1054 fős omnibusz kutatás alapján történt, ahol a következő két évben bútórvásárlást tervezők a téma szempontjából fontos demográfiai alapadatait vettük a kvóta alapjául. Ezek: településtípus, nem, korcsoport. A regionális kvóta (budapesti, nyugat-magyarországi, kelet-magyarországi) szerint a megkérdezettek eloszlása követte az országos arányokat. Az 1054 fős omnibusz kutatás szerint a magyar lakosság 18,8%-a tervezett bútórvásárlást a kérdezés időpontjában. A kérdezés 2009 júniusában, semleges helyszíneken (utcán) folyt.

A válaszadók demográfiai jellemzőit tekintve az előzetesen megadott kvóta szerint a férfi válaszadók valamivel többen (55%) szerepeltek a mintában. A válaszadók életkora: 18-25 éves 21%, 26-30 éves 17%, 31-40 éves 23%, 41-50 éves 18%, 51 éves vagy idősebb 21%. A válaszadók lakóhelyének településtípusa közel 2/3 arányban város, 1/3 arányban község.

Eredmények

A primer kutatás során vizsgáltuk, hogy az általános magatartástrendek (Töröcsik 2007) a modellben a személytelen vásárlói környezet elemeként értelmezettek, érvényesek-e a magyar bútórpiacon. Mindez az elméleti modell igazolása mellett, erősen támogatja a vállalkozások marketingstratégiai tervezését. A következő trendek érvényességét vizsgáltuk (zárójelben a gyakorlati hasznosítás marketingterületét jelezzük):

1. A modern értékekből származtatott egotrend hatására a bútórvásárlók személyre szabottságot igényelnek (termékpolitika, kommunikáció).
2. A bútórvásárlói döntésnél az ár továbbra is fontos szempont, ugyanakkor érezhető a társadalmi felelősségvállalás, környezetvédelem és emberi egészség felértékelődésének trendje, ezért a bútórpiacon is várható az olcsó öko-termékek iránti igény megjelenése (termékpolitika, árpolitika, kommunikáció).
3. A bútórvásárlói döntésekre jellemző árérzékenység mellett megfigyelhető a cheap design és cheap sikk trend a bútórok piacán (termékpolitika, árpolitika, kommunikáció).
4. A személyes jellegű információforrások befolyása nagyobb a bútórvásárlói döntésekre, ami együtt jár a lokalitás iránti igény növekedését

jelző trend megjelenésével (termékpolitika, kommunikáció).

5. A bútort vásárlói döntéskor a tanácsadás, a személyes kapcsolatok az információszerzéskor a két nem számára egyformán fontos. Bútort vásárláskor nem érvényesül az általános magatartástrend, ami szerint a férfiak inkább támaszkodnak írott anyagokra a vásárlás során, mint az eladó szakértelmére (kommunikáció).
6. A lakáshasználatban mára elterjedt a „polgári-individualisztikus” értékrend, ami a „szokás-követő-hagyományörző” értékrend alapvető funkcionalitásán túl előtérbe helyezi az egyént. (termékpolitika, kommunikáció)

Az első igazolt vásárlói magatartástrend szerint a modern értékekből származtatott egotrend hatására a bútort vásárlók személyre szabottságot igényelnek. A Trend Inspiráció kutatócsoport 2008-ban feltárt trendje a határtalanság, amely szerint az egyénre szabott kínálat iránti igény mindennapossá válik. A trend meghatározó eleme az exhibicionizmus, mert minden az önkifejezés eszközévé válhat. Ez visszautal az egotrendre (Törőcsik 2006), amely az egyén előtérbe helyezését, egyéni igényei szerint gyártott termékek iránti (személyre szabottság) igényt jelent. A következő társadalmi korszakban, a tudás-gazdaságban központi elemmé válik a személyesség (Horx 2000). A magyarországi trend-

kutatásban 2009-ben a gazdasági válság kapcsán megjelent ugyan a „határtalanság határa” (Trend Inspiráció 2009) trend, ami szerint a válságot megelőző hitelbőség kapcsán a fogyasztók megszokták, hogy vágyaiknak gyakorlatilag nincs határa, de a hitelek visszafogásával az emberek mégis vásárlási korlátokkal szembesülnek. Hipotézisünk szerint mindez a bútort piac kapcsán értelmezett személyre szabottság iránti igényt nem érinti.

Az életstílus alapú szegmentáció során a modern és tradicionális értékek mentén végeztük el a vásárlók csoportosítását. A modern értékekre jellemző, egotrendet alátámasztó, vizsgált állításaink a következők voltak: élettempómra jellemző a rugalmasság; szeretek bútort vásárolni; élményeket keresek a vásárlásban; gyakran vannak vendégeim; gyakran megesik, hogy átrendezem a bútorokat; szeretném gyakrabban megújítani lakberendezést (1. táblázat).

A következő trend szerint a bútort piacon is várható az olcsó öko-termékek iránti igény megjelenése. Öko alatt mind az ember, mind pedig a környezet védelme iránti elkötelezettség megjelenését értjük. Kapcsolódott hipotézisünkhöz, hogy a „polgári-individualisztikus” értékrend egyik értékét az adja, hogy a század fordulóján éppen az egyéni integritás és a világ ezzel összefüggő rehumanizációjának szükséglete tűnik az egyik kulcskérdésnek (Kapitány-Kapitány 2000). Hipotézisünk továbbá arra a korábbi kutatási eredményre épül,

1. táblázat Személyre szabottság iránti igény az egotrendet mutató csoportnál*

Table 1 The need for personally tailored products in the group indicating ego trend

Mennyire fontos az Ön számára a személyre szabottság, egyediség a bútorok kiválasztásakor?							
	N	nagyon fontos/ fontos érv. gyak. (%)	fontos is meg nem is érv. gyak. (%)	nem fontos/ egyáltalán nem fontos érv. gyak. (%)	átlag	szórás	variancia
Élettempómra jellemző rugalmasság.	470	74,3	14,3	11,4	4,04	1,19	1,39
Szeretek bútort vásárolni, élményeket keresek a vásárlásban.	623	73,7	15,9	10,4	4,05	1,14	1,31
Gyakran vannak vendégeim.	533	70	18,4	11,6	3,98	1,18	1,39
Gyakran megesik, hogy átrendezem a bútorokat.	255	73,7	14,9	11,4	4,01	1,17	1,37
Szeretném gyakrabban megújítani a lakberendezést.	604	75	13,1	11,9	4,05	1,18	1,39

*1-5-ig terjedő fontossági skálán mért adatok, ahol: 1- egyáltalán nem fontos, 5 – nagyon fontos

ami szerint az ár a legtöbb bútorkategória esetében az első legfontosabb választási szempont (Pakainé et al. 2007). A jövőbeni fejlesztés mellett az ökotermékek olcsóbbá válása lesz jellemző, megjelenik az olcsó öko, ami a korábbi termékek olcsóbb változatainak illetve az olcsóság jegyében tervezett ökotermékek megjelenését hozza (Trend Inspiráció 2010). Érintette a hipotézisünk a „lelkiismereti vásárlást” (Trend Inspiráció 2010), ami azt jelenti, hogy a termékkel szemben elvárt lesz öko- és adakozó jelleg, az ökosikk trend pedig nem csupán az ökotudatos vásárlást jelenti, hanem ennek fogyasztói kommunikálását is. A vállalatok napjainkban virágzó „CSR” tevékenysége is ezt a trendet támasztja alá. A bútorgyártó vállalatokat is érintő trend szerint a fogyasztók átlátható cégeket szeretnének, ami azt jelenti, hogy a vásárló a teljes termelési folyamatot át kívánja látni.

A teljes mintán végzett vizsgálatok tapasztalata szerint a következő két évben bútort vásárlást tervező lakosság körében a környezet védelme még nem jellemző szempont, az egészségre való ártalmatlanság annál inkább (2. táblázat).

Az olcsó öko iránti igény létjogosultságát első lépésben azok körében vizsgáltuk, akik szerint az emberek vásárlási döntésük során figyelembe veszik, hogy a termék milyen hatással van a környezetre. Az alacsony ár fontossági átlaga 3,69; szórása 1,14; varianciája 1,29 volt a csoportban. A „bútorvásárláskor a kiváló minősége fontosabb az áránál” állítással a csoportban 3,47 egyetértési átlag mutatkozott. A szórás 1,061, a variancia 1,126 (N=355). A bútort vásárlás ár-minőség viszonyának megítélése a környezeti szempontokat is szem előtt tartó válaszadóknál a teljes mintához hasonlóan alakult: érvényes gyakoriság szerint (N=340) a válaszadók

58,8%-a jellemzően jó minőségű terméket vásárol, de figyelemmel van az árra is, 31,2%-a pedig jellemzően átlagos minőségű terméket vásárol mérsékeltebb áron. 2,6% volt azok aránya, akik jellemzően jó minőséget vásárolnak, akár magasabb áron is, és 0,9%-ban a legolcsóbb megoldásokat keresik akár a minőség rovására is.

Az emberek nem veszik figyelembe, hogy a vásárolt bútor újrahasznosítható-e vagy sem állítással való egyetértés átlaga a teljes mintán 4,00, szórása 1,09, a variancia 1,18. A bútort vásárláskor az újrahasznosítási szempontokat szem előtt tartó válaszadók számára az ár szintén fontos szempontként (64,3%) szerepelt (N=308). A bútort vásárlás költségeit ár-minőség viszonyában vizsgáló kérdés eredménye a csoportban: érvényes gyakoriság szerint a válaszadók 58,4%-a jellemzően jó minőségű terméket vásárol, de figyelemmel van az árra is, 30,5%-a pedig jellemzően átlagos minőségű terméket vásárol mérsékeltebb áron. 3,2% azok aránya, akik jellemzően jó minőséget vásárolnak, akár magasabb áron is, és 1,3%-ban a legolcsóbb megoldásokat keresik akár a minőség rovására is.

Az egészségvédelmet legalább közepesen fontos szempontként értékelő válaszadók száma a mintában 1082 fő volt. Az alacsony ár 63,3%-uk számára fontos, vagy nagyon fontos szempont volt. A bútort vásárlás költségeit ár-minőség viszonyában vizsgáló kérdés eredménye a csoportban: érvényes gyakoriság szerint a válaszadók 62,7%-a jellemzően jó minőségű terméket vásárol, de figyelemmel van az árra is, 27,3%-a pedig jellemzően átlagos minőségű terméket vásárol mérsékeltebb áron. 5,1% azok aránya, akik jellemzően jó minőséget vásárolnak, akár magasabb áron is, és 0,9%-ban a legolcsóbb megoldásokat keresik akár a minőség rovására is.

2. táblázat Környezet- és egészségtudat*

Table 2 Environment- and health consciousness

	N	átlag	szórás	variancia	min.	max.
Az emberek nem veszik figyelembe, hogy a vásárolt bútor újrahasznosítható-e vagy sem.	1095	4,00	1,09	1,18	1	5
Az emberek többsége nem tudja megállapítani, hogy adott bútor környezetbarát-e.	1115	3,83	1,13	1,27	1	5
Az emberek vásárlási döntésük során nem veszik figyelembe, hogy a termék milyen hatással van a környezetre.	1113	3,96	1,04	1,09	1	5
Egészségre ártalmatlan legyen.	1115	4,55	0,80	0,64	1	5

*1-5-ig terjedő fontossági skálán mért adatok, ahol: 1- egyáltalán nem fontos, 5 – nagyon fontos.

Összefoglalva a környezet és egészségtudatos csoportok esetében is az ár szerepe rendkívül fontos a bútort vásárlói döntésekben. A kutatás során az is bizonyításra került, hogy az ár mellett megjelenik a minőség, amely valamelyest árnyalja a képet.

A következő vizsgált trend szerint a bútort vásárlói döntésekre jellemző érzékenység mellett jellemző a cheap design, cheap sikk iránti igény a bútorok piacán. A cheap design a design demokratizálódását jelenti (Trend Inspiráció 2010). A trend szerint a fogyasztók minél ötletesebb, szebb termékeket szeretnének, minél olcsóbban. A chip sikk (Trend Inspiráció 2010) pedig olyan termékekről szól, amelyek az innovativitáson keresztül válnak olcsóvá. A „polgári-individualisztikus” értékrendben a kényelem mellett megjelenik az esztétikum iránti igény, ami egyrészt szolgálja a kifelé forduló, ön maga sikerességét mások elismerésén mérő társadalom szükségleteit, másrészt az egyén, mint individuum szükségleteit. Az esztétikum egyik értékét a fogyasztói társadalom terjeszti, amely szerint az egyik legfontosabb érték az élvezet, kellemesség (Kapitány-Kapitány 2000).

A hipotézis igazolásakor az érzékeny válaszadók körében vizsgáltuk a forma/design, esztétikum, divat, funkcionális, tartósság szempontjainak fontosságát. A mintában 504 válaszadó volt a hipotézis szempontjából érzékeny, akik a számára a „bútort vásárláskor a termék kiváló minősége fontosabb szempont az árnál” attitűdállítás egyet nem értést, vagy bizonytalanságot (egyet is ért meg nem is) mutatott. A 3. és 4. táblázatban összefoglalt eredmények szerint a tartósság és a funkcionális kiemelkedően fontos szempont az érzékeny vásárlók esetén is. Fontossági átlag szerint nem sokkal marad el ettől az esztétika és a design tényezője sem. A divatosság inkább közepesen fontos tényező. A következő vizsgált trend szerint a személyes jellegű információforrások befolyása nagyobb a bútort vásárlói döntésekre, ami együtt jár a lokalitás iránti igény növekedését jelző trend megjelenésével. Az autentikusságot is érintette a kérdés, amely az egyes információforrások által nyújtott információk vásárlási döntés során játszott szerepét vizsgálta. A fogyasztói elvárások kapcsán megjelenik az autentikusság keresése az élménykeresés ellentrendjeként (Törőcsik 2006), ahol a hitelesség kerül előtérbe, a megbízható gyártó, kereskedése megtalálása nagy tudatosságot és elkötelezettséget igényel a vásárlótól. A cégek átláthatósága iránti igény visszavezethető arra, hogy a fogyasztók jobban hisznek

a társaiknak, mint a cégeknek. Igazolt hipotézisünk szerint a személyes információforrások szerepének felértékelődése a magyar bútort piacon is érezhető.

A személyes információforrások esetében a vásárlói döntés szempontjából leghitelesebbnek a barátok, ismerősök bizonyultak, akiket a bútorkereskedők, az asztalosok, a lakberendezők és az építési vállalkozók követtek (fontossági skálán történő értékelés, ahol 1 – egyáltalán nem fontos, 5 – nagyon fontos; mennyire tartja fontosnak a bútort vásárlói döntése során a megadott információforrásokat?). Árnyalódott a kép, ha az informátorok szerepét tovább vizsgáltuk a bútorforgalmazásban résztvevő személyek véleményének egymáshoz történő viszonyításával (5. táblázat). Egymásnak ellentmondó vélemények esetén hitelesebbek a gyártást végzők, vagy a tervezők. A kereskedők véleményét a többiekhez képest kevésbé veszik figyelembe a válaszadók.

Ha a személytelen információforrásokat is figyelembe vettük az elemzéskor az ismerősök és barátok átlag szerint továbbra is vezették a listát. Fontossági átlag szerint a személyes ismerősök mellett a kereskedők, és az asztalosok bármely személytelen

3. táblázat Design és funkcionális érzékeny vásárlóknál 1.

Table 3 Design and functionality among price-sensitive customers 1

	N	Min.	Max.	átlag	szórás	variancia
tartósság	491	1	5	4,71	0,523	0,274
funkcionális	490	1	5	4,64	0,616	0,379
esztétikum	488	1	5	4,48	0,696	0,484
forma/design	481	1	5	4,2	0,899	0,808
divat	481	1	5	3,31	1,202	1,446

4. táblázat Design és funkcionális érzékeny vásárlóknál 2.*

Table 4 Design and functionality among price-sensitive customers 2

	N	fontos érv. gyak. (%)	fontos is meg nem is érv. gyak. (%)	nem fontos érv. gyak. (%)
tartósság	491	96,5	3,5	0
funkcionális	490	94,5	4,9	0,6
esztétikum	488	92	6,8	1,2
forma/design	481	81,9	13,5	4,6
divat	481	45,6	33,7	20,7

*1-5-ig terjedő fontossági skálán mért adatok, ahol: 1- egyáltalán nem, 5 – nagyon fontos; a táblázatban: fontos: 4-5 kat.; nem fontos: 1-2 kat.

információforrást megelőzték. A lakberendezők és építési vállalkozók szerepe inkább közepes, őket számos személytelen információforrás előzte meg (katalógus, internet folyóirat, kiállítás) (6. táblázat). A személytelen információforrások esetében a legfontosabbnak a katalógus, amit az Internet, a folyóiratok és a kiállítások, majd a szórólapok követnek. A televízió, a helyi napilapok, a női magazinok, a heti- és havilapok, a rádiók és az országos napilapok nem bizonyultak hiteles információforrásnak.

A lokalitás iránti igény vizsgálatokor megállapítottuk, hogy a származási hely kevésbé fontos a bútorok kiválasztásakor. A származási hely fontossági átlaga (1-5 terjedő skálán, ahol 5: nagyon fontos) 2,9, a szórási 1,28, a variancia 1,62. Az eredményt közelebről vizsgálva: a szempont fontos, vagy nagyon fontos a válaszadók 31,1%-a számára, közepesen fontos 31,6%-uknak és nem fontos (vagy egyáltalán nem fontos) 37,3%-uknak. A fontos és nem fontos kategóriák közötti különbség csak 6,2% a nem fontos kategória javára.

Árnyalta a képet, ha konkrétan tettük fel a kérdést: a vásárlás során előnyben részesíti-e a magyar bútorokat? A vásárlók 59%-a részesíti előnyben a hazai bútorokat. Ez a támogatási arány kortól, régiótól és nemtől független volt (Chi négyzet teszt, 0,05 szignifikancia szint).

A magyar bútor előnyben részesítők körében nyitott kérdésként szerepelt, hogy milyen feltételekhez kötik a magyar bútor vásárlását. A legtöbb említést a minőség kapta (69%), amit az ár (51%), garancia (31%) (és javítási szolgáltatás: 21%), a kiegészítő szolgáltatások (5%) és a spontán említések 2%-ban a megbízhatóság követett.

5. táblázat Tanácsadók szerepe*

Table 5 The role of advisers

Érvényes gyakoriság (%)		
Belsőépítész	Kereskedő	N
73,25	26,75	1174
Gyártó	Kereskedő	N
77,23	22,77	1186
Belsőépítész	Gyártó	N
45,63	54,37	1166
Belsőépítész	Asztalos	N
37,72	62,28	1169
Asztalos	Kereskedő	N
83,84	16,16	1176

*Egymásnak ellentmondó vélemények esetén kinek a szava dönt?

A kutatás során vizsgáltuk, hogy milyen igény mutatkozik az asztalosnál történő bútortvásárlásra. A válaszadók 61% nem asztalosnál készíttetné el a bútort, de biztató az a 10%, aki biztosan asztalosnál rendeli meg a keresett darabot. A szignifikáns véleménykülönbségek vizsgálatokor (Chi négyzet teszt, 0,05 szignifikancia szint) kiderült, hogy a legfiatalabbak nyitottabbak az asztalostól történő megrendelésre, de a kelet- és nyugat-magyarországiak is szívesebben rendelnek asztalostól, mint a budapestiek. Az asztalostól történő megrendelés spontán említett legfontosabb oka: az egyedi igények kielégítése (53%), a személyes ismeretség (14%), a hitelesség, megbízhatóság (13%), minőség (8%), az alacsony ár (8-8%), az asztalos pontossága (4%), a „magyar asztalosok jók” említés (4%). Azoknál, akik nem asztalosnál fogják megrendelni a bútort, spontán említett indokok: asztalos magasabb ára (25%), hosszabb ráfordított idő (8%), áruházi vásárlás egyszerűsége (8%), „szereti látni mit vesz” (7%), nagyobb áruházi kínálat (6%), nem megbízható, nem hiteles (5%), drágább (5%), hosszabb beszerzési idő (5%), asztalos nem tudja elkészíteni (3%), „nem ismer asztalost” (3%).

A közeli, helyi szereplőnél történő vásárlás indokaként a spontán említések között megjelent tehát a megbízhatóság/hitelesség. Emellett igazolódott az is, hogy a bútortvásárlások kapcsán a személyes kapcsolatok, informátorok szerepe jelentős.

A bútorpiacon nem igazolódott az a trend, amely szerint a tanácsadás, a személyes kapcsolatok az információszerzéskor a nők számára fontosabbak, mert a férfiak inkább írott anyagokra támaszkodnak a vásárlás során. Napjainkra jellemző általános magatartás.

6. táblázat Személyes információforrások megítélése férfiak esetében*

Table 6 Opinions about personal information sources among men

	N	4-5 kategória érv. gyak. %	közepes	1-2 kategória érv. gyak. %
ismerős, barát, rokon	530	68,3	21,5	10,2
asztalos	512	62,1	27,7	10,2
kereskedő	526	59,5	29,3	11,2
lakberendező	506	40,1	20,6	39,3
építési vállalkozó	500	28,4	27,6	44

*1-5-ig terjedő fontossági skálán mért adatok, ahol: 1- egyáltalán nem, 5 – nagyon fontos; a táblázatban: fontos: 4-5 kat.; nem fontos: 1- 2 kat.

tástrend a tanácsadás iránti igény (Töröcsik 2006), amely azt jelzi, hogy a vásárlók bizonyos döntéseket, amelyhez kevés tudással rendelkeznek, szakértőkre bíznak. A bútórvásárlói döntéseknél az eladók szerepe hangsúlyos (Pakainé 1997), a megfelelően képzett személyek meghatározhatják a döntési folyamatot, hiszen a fogyasztók kézzel fogható segítségre, tanácsadásra várnak bútórvásárlási döntéseiknél.

A hipotézis vizsgálatához az előző hipotézisnél tárgyalt személyes és személytelen információforrások közötti, nemek szerinti véleménykülönbséget vizsgáltuk. Személyes vonatkozásban nem találtunk szignifikáns (One Way ANOVA, 0,05 szignifikancia szint) eltérést a vélemények között. Igazoltuk azt a feltevést, amely szerint a lakáshasználatban mára elterjedt a „polgári-individualisztikus” értékrend, ami a „szokáskövető-hagyományörző” értékrend alapvető funkcionalitásán túl előtérbe helyezi az egyént. Az új értékrend mottója az érezd magad kényelmesen, jellemző az önkifejezés megjelenése a lakberendezésben. Ez egyrészt szolgálja a kifelé forduló, önmaga sikerességét mások elismerésén mérő társadalom szükségleteit, másrészt az egyén, mint individuum szükségleteit. Magyarországon a két értékrendszer közötti váltás a hatvanas években vált tömegessé, és olyan módon ment végbe, hogy kevert formákat eredményezett. A két értékrendszer keveredett, fokozatos eltolódás jött létre az individualisztikus értékrendszer irányába (Kapitány-Kapitány 2000).

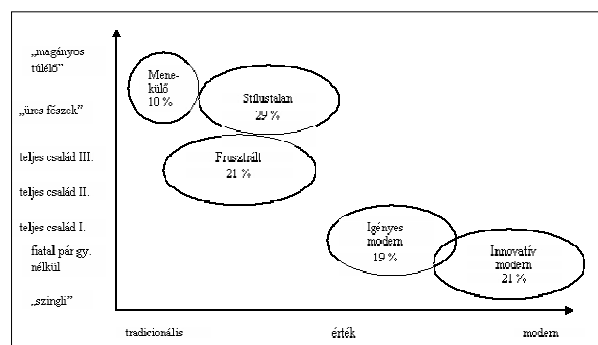
A kutatás során végzett életstílus alapú szegmentáció bizonyította, hogy a magyar bútórvásárlók körében két olyan csoport is található, amely Kapitány-Kapitány (2000) által jellemzett „polgári-individualisztikus” értékrend modern értékeit tudhatja magáénak. Ez a két csoport a „modern, innovatív” (21%) és az „igényes, modern” (19%), amik a bútórvásárlók 40%-át tette ki. A további három csoportban is (menekülő 10%, stílustalan 29%, frusztrált 21%) is felfedezhetők a modern értékek nyomai, de ők többnyire a tradíciók mentén mozognak.

Az életstílus alapú szegmentációs modelleknél az értékek mentén történő szegmentálás gyakorlata elterjedt. A Gallup-modellben az értékrendszer vizsgálatakor a tradicionális – modern, illetve individuális – szociális értékek által határolt térben azonosítottak csoportokat. Életstílus inspiráció-modell élettempó és értékorientáció alapján szegmentál. A SINUS milió modell az alapvető értékorientáció, a mindennapi cselekedetek, az általános beállítódások

és a mindennapi esztétika szerint alakít ki csoportokat. Az értékek szerepének vizsgálatát igazolja Lazer (1971) megállapítása, aki szerint az életstílus olyan tényezők eredménye, mint a források, a kultúra, az értékek, a szabályok és büntetések, a szimbólumok. A munka során célunk volt egy, a bevezetőben tárgyalt vásárlói magatartásmodell kapcsán, a bútórvásárlók életstílus alapú szegmentációját lehetővé tevő modell kidolgozása. A szegmentálás ezért a következő változók szerint történt:

1. Szociodemográfiai: életkor, régió, iskolai végzettség, szubjektív életszínvonal, lakás/ház jellege; és kiemelten a családi életciklus: a legidősebb gyermek életkora, a családi állapot (egyedülálló, vagy párban él), az életkor, és a gazdasági aktivitás figyelembe vételével.
2. Attitűdkérdések szerint, amelyek a tradicionális-modern értékek, a bútórvásárlással, és lakberendezéssel szembeni attitűdök, bútórválasztás tényezőinek vizsgálatát szolgálták. Az értékorientáció szerint modern és tradicionális bútórvásárlói és használati értékeket határoztunk meg a 7. táblázat szerint.

A csoportok meghatározására a k-mean klaszter statisztikai módszert alkalmaztuk. A 2. ábra a szegmenseket mutatja családi életciklus és értékorientáció szerint.



2. ábra Lakberendezési stíluscsoportok Magyarországon

Figure 2 Home décor style groups in Hungary

Összegzés

A bútórpiai trendvizsgálat szükségességét bizonyítja kutatási eredményünk is, amely számos általános magatartásrend bútórpiai érvényességét igazolta. Javaslatot teszünk ezért a bútórpiaira fókuszáló több modulból álló kutatási rendszerre, amely az általános trendek figyelése és tesztelése mellett a bútórpiai sajátosságokat tárna fel. Célunk a cégek piaci alkalmazkodását támogató nagyobb összefüggések feltárása a vásárlók, fogyasztók életkö-

7. táblázat Modern és tradicionális értékek az életstílus alapú szegmentációban**Table 7** Opinions modern and traditional values in lifestyle based segmentation

Modernitás	Tradíció
Önkifejezés, központban az egyén (szín, forma, design, divat, márkatermék, személyre szabottság). A lakás, mint örömforrás.	Funkcionalitás a bútorhasználatban (hosszú élettartam, gyártási pontosság, tisztaság, rend alapérték).
Lakberendezési elv: „érezd magad kényelemesen”, időt szán rá, ad a részletekre.	Funkcionalitás a lakberendezésben.
A szociális környezet pozitív reakciójának kiváltása az önkifejezés által. Ez félelmet/kockázatot jelent a döntéskor. Önbizalom-félelem együttes jelenléte jellemzi.	A szociális környezet pozitív reakciójának kiváltása a megfelelés, másokhoz való igazodás által .
Választott kapcsolatok felértékelődnek, gyakoribb vendégfogadás, a nyilvános terek ennek megfelelően alakulnak.	Ritkább vendégfogadás.
Változtatás , jellemző az átrendezés.	Állandóság , nem jellemző az átrendezés.
Eklektikus lakberendezés (múlt emlékei és modern tárgyak egy térben).	Hagyomány tisztelete a lakberendezésben, átlagos színvonal mérvadó, közép-elv, egységes stílust követ, amit a hagyomány határoz meg .
Internet szerepe, virtualitás, képek, vizualitás.	Írott szöveg, személyes kommunikáció.
Rugalmas élettempó (munkavégzés helyszínei összemosódnak).	Megfontolt, lassú élettempó.
Munkatérbe is behatol az önkifejezés.	Szigorú funkcionalitás (konyha, kamra, műhely).
Életvitelére jellemző az élménykeresés.	Életvitelére jellemző a biztonságra törekvés.
Kritikai szemléletmód, autentikusság iránti igény.	
Alapvető érték: az élvezet, én-központú, de önmaga sikerességét mások elismerésén méri.	Alapvető érték: valahová tartozás, szabályok, normák, autoritás.

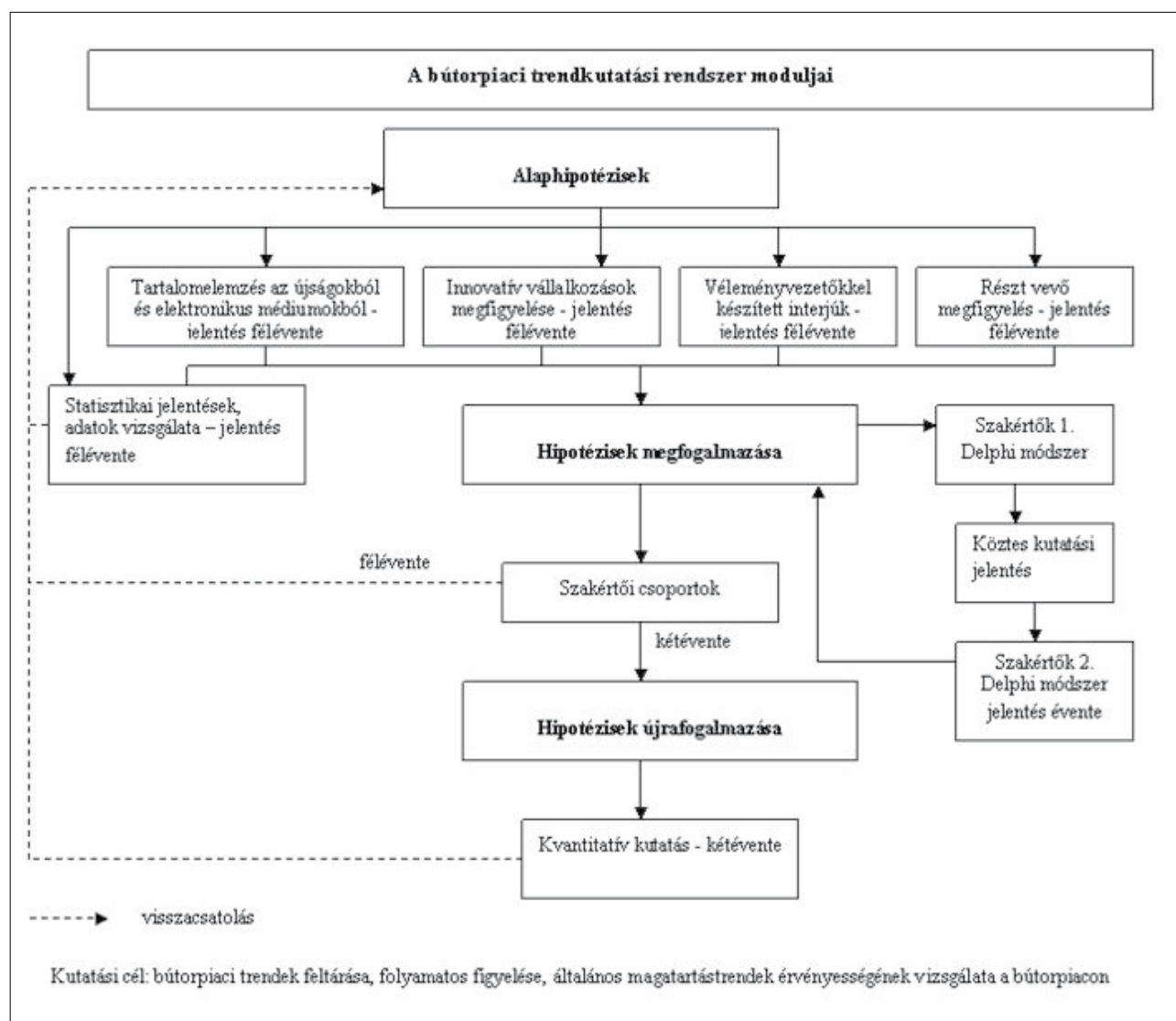
rülményéről, az értékek változásairól, az életstílus jegyeiről. Az új jelenségek feltárásához elsődlegesen kvalitatív kutatási módszerek alkalmazása szükséges, de nem tekinthetünk el a számszerűsíthető eredményektől sem. A jövőbeni kutatások során is szükséges az interdiszciplináris megközelítés, elsősorban a szociológia és pszichológia tudományterületek kutatási eredményeinek, módszereinek figyelembe vétele. A kutatások előtt fontos a keret, feltételrendszer pontos megadása. Az általunk javasolt kutatási módszertan (3. ábra) a bútortipiacra vonatkozik, kizárólag a bútorhasználat- és vásárlás trendjeinek feltárására vállalkozik. Emellett folyamatosan figyeli az általános magatartástrendeket, majd azok értelmezhetőségét és érvényességét vizsgálja bútortipiaci vonatkozásban. A trendkutatás eredményeit időről időre újra szükséges vizsgálni, figyelni kell a változásokat, a jelenség terjedési folyamatát, idejét, tempóját. Emellett tervezzük a bevezetőben felvázolt vásárlói magatartásmodell egyes elemeinek további kutatását is: a személytelen környezet elemeként értelmezett marketingaktivitások hatásának, és a szűkebb

szociális környezet elemeként megadott referencia-csoportok, véleményvezetők döntésekben játszott szerepének vizsgálatát.

Célunk egy olyan vásárlói magatartásmodell megalkotása volt, amely a bútortipiaci megalapozottságánál fogva a tartós fogyasztási cikkek piacán érvényes, amit azonban további piacok tekintetében is igazolni szükséges. A 3. ábra a bútortipiacra javasolt trendkutatási rendszert szemlélteti.

Irodalomjegyzék

- Gallup (2010): online: <http://www.gallup.hu> letöltés: 2010. április
- Hetesi E. – Andics J. – Veres Z. (2007): Az életstílus kutatási eredmények fogyasztásszociológiai interpretációs dilemmái. In: Szociológiai szemle 2007/3–4, 115–134. p. (in Hungarian)
- Hoffmann I.-né (1977): A magyar háztartások modellje. KJK, Budapest (in Hungarian)
- Horx M. (2000): Konsument 2010. Verlag neue Märkte, Bonn
- Hradil S. (1995): Régi fogalmak és új struktúrák. In: Andorka R. – Hradil S. – Peschar J. L.: Társadal-



3. ábra Bútortorpiaci trendkutatórendszer

Figure 3 Trend research system on the furniture market

- mi rétegződés. Budapest, Aula 1995, 347-390. p. (in Hungarian)
- Kapitány Á. – Kapitány G. (2000): Beszélő házak. Kossuth Kiadó, Budapest (in Hungarian)
- Lazer W. (1971): Marketing Management: A Systems Perspective. John Wiley & Sons, New York
- Pakainé Kováts J. – Bednárík É. – Takáts Sz. – Péchy L. (2007): Országos lakossági felmérés a magyar bútortorpiacon. Magyar Fa-és Bútortoripari Szövetség, Budapest (in Hungarian)
- Pakainé Kováts J. (1997): Vásárlói magatartás a bútortoripari szakágazatban. Kandidátusi értekezés, Sopron (in Hungarian)
- Sociovision (2010): online: <http://www.sociovision.de/loesungen/sinus-milieus.html> letöltés: 2010. április

- Törőcsik M. (2006): Fogyasztói magatartástrendek. Akadémiai Kiadó, Budapest (in Hungarian)
- Törőcsik M. (2007): Vásárlói magatartás. Akadémiai Kiadó, Budapest (in Hungarian)
- Trend Inspiráció (2009, 2010): online: www.trendinspiracio.hu letöltés: 2010. április
- Veres Z. – Hoffmann M. – Kozák Á. (2006): Bevezetés a piackutatásba. Akadémiai Kiadó, Budapest (in Hungarian)

Közhasznúsági beszámoló a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány 2010. évi működéséről

A Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány 2010. évben az alapító okiratban meghatározott célokért és módon az 1997. évi CLVI. törvény alapján közhasznú szervezetként működött.

Az alapítvány székhelye: 1113 Budapest, Dávid Ferenc u. 6.

Az alapítvány célja

- faipari kutatás és alkotás támogatása
- kiemelt területnek minősül a felsőfokú szakemberképzés, továbbképzés, a faipari egyetemi kutatás támogatása
- faipari szakirodalom, publikációk, know-how-k támogatása

Az alapítvány anyagi helyzetének alakulása

Az alapítvány bevételei az alapító Henkel Magyarország Kft., a társult tagok, egyéni támogatók, valamint a személyi jövedelemadó 1%-ából, és a mindenkori pénzeszköz banki kamataiból származnak. A működéshez szükséges tárgyi eszközöket, adminisztrációt, valamint a naplófőkönyv vezetését a Henkel Magyarország Kft. biztosítja.

Az alapítványt 7 fős kuratórium irányítja, melynek

elnöke: Dr. Molnár Sándor

tagjai: Dr. Jereb László

Dr. Takáts Péter

Ecseri József

Juhász Bertalan

Mőcsényi Miklós

Várkonyi Gábor

2010-ben az alapítványt 29 szervezet és 29 magánszemély támogatta, mely támogatási összeg 1.912.960.-Ft-ot ért el. A bevételek 64%-a céges, 12%-a egyéni támogatóktól származik, a személyi jövedelemadó 1%-ából eredő 434.065.- Ft pedig a bevétel 24%-át teszi ki.

Az alapítvány szakmai tevékenysége

A kuratórium 2010-ben összesen három alkalommal ülésezett.

A 2010. július 21-i kuratóriumi ülésen Soós Sándor egyetemi adjunktus, illetve Antalfi Eszter doktorandusz – maradványösszeg felhasználására vonatkozó – pályázatait a kuratórium egyhangú szavazattal elfogadta.

A 2010. szeptember 9-i ülésen megtörtént az előző évi pályázatok teljesítésének értékelése. A rendelkezésre bocsátott teljesítés-igazolásokat és bizonylatokat átvizsgálva, a beszámolókat a kuratórium egyhangú szavazattal elfogadta; három pályázat pályázati összegének felhasználását pedig egyhangú szavazattal 2010. november 30-áig meghosszabbította. A nyertes pályázók által fel nem használt 2.606.-Ft-os maradványösszeget a kuratórium a 2010-es pályázatok támogatására fordította.

A 2010-es júliusi pályázati kiírásra összesen 6 pályázat érkezett, amelyből 3 pályázat teljes egészében, 1 pályázat pedig részben került támogatásra, 2 pályázat fedezethiány miatt elutasításra került.

A 2010-es novemberi pályázati kiírásra összesen 11 pályázat érkezett, amelyből 4 pályázat teljes egészében, 5 pályázat pedig részben került támogatásra, 2 pályázatot fedezethiány miatt sajnos el kellett utasítani.

Vagyoni helyzet alakulása (E Ft)

	<i>Előző év (2009)</i>	<i>Tárgy év (2010)</i>
Bankszámla nyitó egyenlege:	3.238	530
Bevételek összesen	1.744	2.429
Egyetemi pályázatok támogatására fordított összeg	1.823	791
Az alapítvány működési költsége	188	26
Bankszámla záró állománya	530	1.143

2010-ben támogatott pályázatok:

<i>Pályázó és pályázati cél</i>	<i>támogatási összeg</i>
1. NymE, Faipari Mérnöki Kar Faanyagtudományi Intézet Antalfi Eszter mikroszkópkamera	35.397 Ft
2. NymE, Faipari Mérnöki Kar Informatikai és Gazdasági Intézet Soós Sándor videószerkesztő szoftver	30.500 Ft
3. NymE, Faipari Mérnöki Kar Faanyagtudományi Intézet Ábrahám József növedékcsep fúró, fényképezőgép	149.760 Ft
4. NymE, Faipari Mérnöki Kar Faanyagtudományi Intézet Dr. Fehér Sándor mérőóra	357.889 Ft
5. NymE, Faipari Mérnöki Kar Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet, Horváth Péter mikrofestő-készlet, digitalizáló tábla	281.000 Ft
6. NymE, Faipari Mérnöki Kar Fa- és Papíripari Technológiák Intézet Markó Gábor mérőmikrofon kiegészítő eszközök	66.619 Ft
7. NymE, Faipari Mérnöki Kar Fa- és Papíripari Technológiák Intézet Schlosser Mátyás monitor, merevlemez	50.300 Ft
8. NymE, Faipari Mérnöki Kar Faanyagtudományi Intézet Dr. Fehér Sándor nyomtató	48.243 Ft

9. NymE, Faipari Mérnöki Kar
Faanyagtudományi Intézet
Szeles Péter
külső vaku, fotóállvány, akkutöltő, memória 119.078 Ft
10. NymE, Faipari Mérnöki Kar
Fa- és Papíripari Technológiák Intézet
Búza Ágnes
fényképezőgép 128.000 Ft
11. NymE, Faipari Mérnöki Kar
Faanyagtudományi Intézet
Ábrahám József
digitális tolómérő, égetőtégely, gyújtószál 120.000 Ft
12. NymE Faipari Mérnöki Kar
Fa- és Papíripari Technológiák Intézet
Göncz Balázs
laptop 120.000 Ft
13. NymE Faipari Mérnöki Kar
Gépészeti és Mechatronika i Intézet
Dr. Magoss Endre
fagázgenerátor alkatrész 200.000 Ft
14. NymE Faipari Mérnöki Kar
Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet,
Horváth Péter
Leonar3Do háromdimenziós
tervezői rendszer, monitor 377.000 Ft
15. NymE Faipari Mérnöki Kar
Informatikai és Gazdasági Intézet
Soós Sándor
Wolfram Mathematica 7 szoftver 425.163 Ft

Budapest, 2011. május. 30.

Dr. Molnár Sándor
a kuratórium elnöke

Melléklet: 2010. évi támogató társult tagokjegyzéke

A Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítványt támogató cégek 2010-ben

Baka Béla Kft., Göd
BUBIV-SPAN Kereskedelmi Kft., Budapest
Bútorlap-Szabász Kft., Veszprém
Cs-Fa Csurgói Faipari Kft., Csurgó
Ednetti Kft., Nyíregyháza
Emhő és Baudermann Kft., Gyula
ERFA 2000 Kft., Mór
Fiedler Bútorszerelvény Kft., Nemesnádudvar
Forest Hungary Kft., Zalaegerszeg
Graboplast Zrt., Győr
HB Bútoripari Kft., Hajdúböszörmény
Helyes Kft., Pécs
Henkel Magyarország Kft., Budapest
Illia Kereskedelmi Kft., Dombóvár
Ju-Gó Bútor Kft., Szerencs
Kiss-G. Faforg Kft., Debrecen
Natura & Mo. Bt., Harka

NBN Kereskedőház Kft., Eger
Németh Ferenc e. v., Budapest
Pannon-Protect Kft., Pomáz
PEZA Csiszolóanyag Kft., Zalaegerszeg
Revolutio-2000 Mérnöki Kft., Zalaegerszeg
Scabello Bt., Szeged
Samas Hungária Irodabútor Kft., Sopron
Schachermayer Kft., Biatorbágy
Swedwood Sopron Bútor Kft., Sopron
Szekeres József e. v., Zalaegerszeg
Szinkron Nagykereskedelmi Kft., Pécs
X- Meditor Lapkiadó Kft., Győr

A Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítványt támogató magánszemélyek 2010-ben

Bronz fokozat

Ábrahám József, Szombathely
Mohai Tibor, Esztergom
Dr. Szabadhegyi Győző, Sopron
Szeles Péter, Pásztó
Dr. Tóth Sándor László, Budapest

Ezüst fokozat

Boldizsár Péter, Raposka
Dr. Csupor Károly, Sopron
Ecseri József, Budapest
Juhász Bertalan, Legyesbénye
Kocsis Lajos, Lövő
Laczi Mihály, Kecskemét
Nagy Károly, Lesenceistvánd
Dr. Szabó Miklós, Budakeszi
Dr. Takáts Péter, Sopron
Zolnai László, Zalahaláp

Arany fokozat

Bognár András, Telki
Dr. Gerencsér Kinga, Sopron
Dr. Jereb László, Budapest
Kapás Ferenc, Kecskemét
Nemecskó Gábor, Budapest
Dr. Németh Róbert, Sopron
Markó Gábor, Győr
Persze László, Mezőkövesd
Takácsné Gyenes Ildikó, Dömös
Varga Jenő, Sopron
Dr. Várallyay Csaba, Budapest
Várkonyi Gábor, Kecskemét

Gyémánt fokozat

Dr. Molnár Sándor, Sopron
Mócsényi Miklós, Budapest

Folyamatos együttműködés a Henkel Magyarország Kft. és a Faipari Egyetemi Kutatásért Alapítvány között

Komán Szabolcs

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

A több mint másfél évtizedes gyümölcsöző kapcsolatot további folytatásának érdekében tett látogatást a ragasztás-technológiák új üzletág-igazgatójánál, dr. Fábián Ágnesnél dr. Molnár Sándor, az alapítvány elnöke. A találkozón a kuratóriumban kezdetektől fogva a Henkel képviselőjeként szerepet vállaló Ecseri Józseffel közösen beszéltek meg a további együttműködés lehetőségeit, melynek keretében mindkét fél változatlanul kiveszi a részét az alapítványi teendőkből.

A Henkel Magyarország Kft. a vevők vásárlásai után a jövőben is 4 Ft/kg vagy Ft/db összeggel támogatja az alapítványt; a kuratórium tagjai pedig tevékenységüket továbbra is társadalmi munkában végzik, sem személyi juttatásra sem költségterítésre nem tartanak igényt.

Az alapítón kívül magánszemélyek és cégek is támogatják az alapítványt azon céljai elérésében, hogy a diplomatervezők és a doktoranduszok kutatási munkájához szükséges technikai feltételek megteremtését ezúton elősegíthessék. A pályázati úton elnyert berendezések vásárlásával hosszabb távra szóló, konkrét eszközökben megnyilvánuló fejlesztések biztosíthatók.



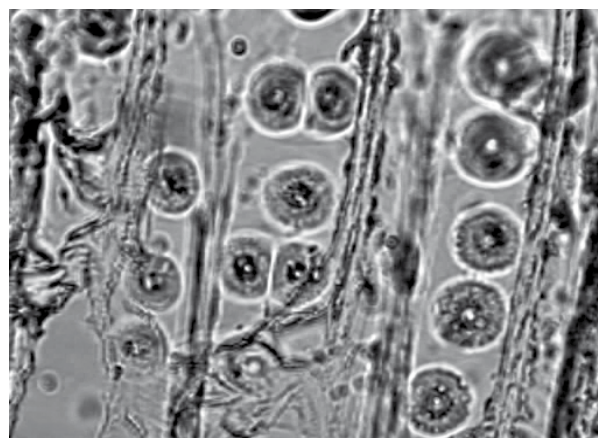
1. ábra Ecseri József és dr. Fábián Ágnes (Henkel Magyarország Kft.) az alapítványt képviselő dr. Molnár Sándor társaságában

A kuratórium ezúton is szeretné kifejezni köszönetét mindazoknak, akik 2009-ben a személyi jövedelemadójuk 1%-ának felajánlásával, valamint 2010-ben nyújtott támogatásuknak köszönhetően a befolyt 434.065 Ft által a tavalyi évben 12 pályázatot tudott támogatni.

Az alábbi nyertes pályázatok bemutatásával elsősorban támogatóinknak kívánunk részletesebb információval szolgálni arról, hogy milyen kutatási területek támogatását tehetjük lehetővé felajánlásuknak köszönhetően.

Pályázó: Antalfi Eszter

Negyedik éve végzek kutatómunkát a 2007 nyarán felfedezett bükkábrányi fosszilis maradványokon. Kutatásaim elsősorban a megtalált fatörzsek fafajának az azonosítására korlátozódtak. A Bükkábrányban 8 millió éven át a föld alá temetett mocsárerdő felszínre kerülésével páratlan jelentőségű fosszilis növénymaradványok vizsgálatára kerülhetett sor. A 16 darabból álló mocsárerdő törzsei eredeti élőhelyükön állva, megőrizve eredeti szerkezetüket olyan ritkaság a tudomány számára, hogy kivételes kutatási lehetőséget nyújt több tudományterület kutatói számára is. A kutatómunka során olyan információk birtokába lehet jutni, amelynek segítségével megismerhetjük a kor növényvilágát, esetleg dendroklimatológiai vizsgálatok alapjait lehet előkészíteni. A kutatómunka anatómiai és makroszkópos vizsgálatainak magas színvonalú



2. ábra LCD kutató mikroszkóp segítségével készült kép

kidolgozását jelentős mértékben elősegítette a digitális technika alkalmazása, azaz egy LCD kutató mikroszkóp használata. Az LCD mikroszkóp beszerzése a továbbiakban nagyszerűen kiegészítette az épségben maradt törzsmaradványok fafajának meghatározására, a fajok részletes anatómiai leírására, valamint a törzsek szövetszerkezeti felépítésére vonatkozó vizsgálatok elvégzését. Az eddigi kutatásaim során, az LCD kutató mikroszkóp segítségével öt törzs fafajának beazonosítása történt meg. Célom a jövőre tekintve a vizsgálatok kiterjesztése a többi fosszilis maradvány fatörzsére, valamint évgűrűelemzés.

Pályázó: Markó Gábor

Az akusztikai vizsgálatokhoz, beleértve a teremakusztikát, utóhang mérést, falak hanggátlását, nyílászárók vizsgálatát, szabványok szerinti minősítést a legtöbb esetben ún. mikrofonpárral végzik. Ezek az eszközök attól különlegesek, hogy teljesen azonos a jelleggörbéjük. Azért árulják párban őket, mert ha két külön vásárolt, nem válogatott mikrofonnal dolgozunk, mindenképp adódik egy mérési differencia, amit nem lehet korrigálni. Ezen túlmenően a mérőmikrofon szintén elengedhetetlen a roncsolásmentes faanyagvizsgálatokhoz. Például hangsebesség mérése, longitudinális illetve tranverzális frekvenciafeldolgozás. A korábban rendelkezésünkre álló mikrofonok – egyszerű számítógépes mikrofonok – nem tették lehetővé a pontos kutatási mérések kivitelezését. Az alapítvány támogatásával viszont sikerült olyan mikrofonokat be-

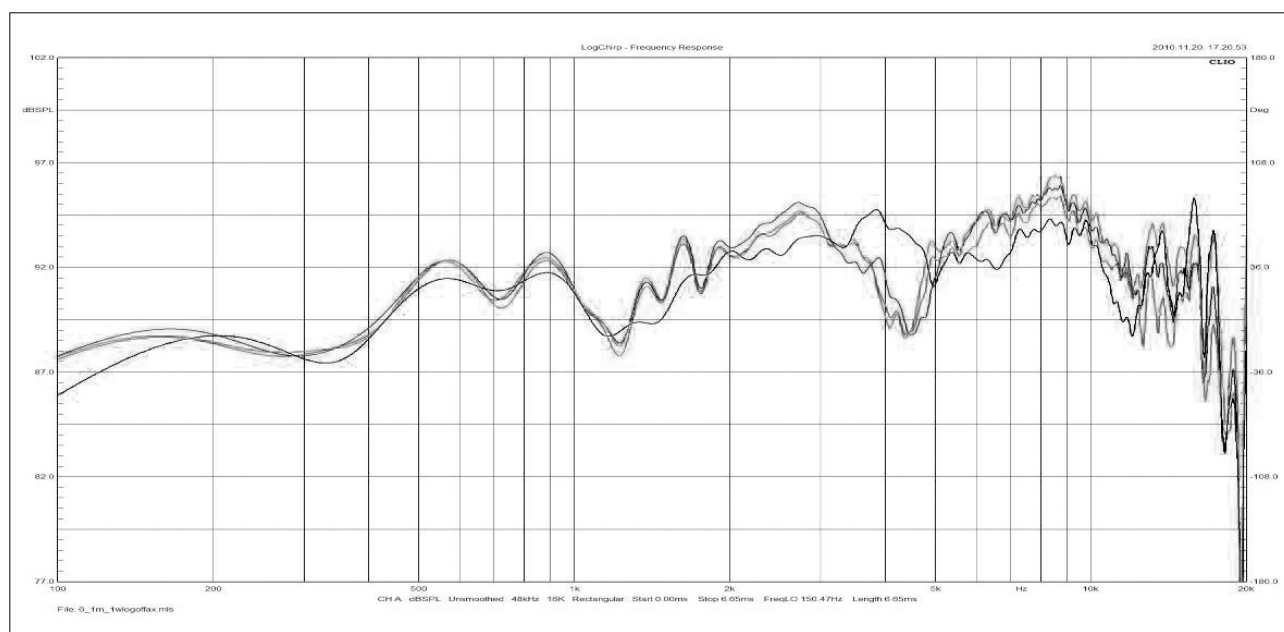
szereznünk, amelyek az érzékelt frekvenciát, átvitt nem torzítják, ezzel nagyban növelve a mérés pontosságát.

A különböző kutatási témákon túl a mérőmikrofon segítségével már egy szakdolgozat is elkészült, amelyben a hangdoboz előlapok kialakításának hatását vizsgáltuk a különböző átviteli tulajdonságokra. A hangfalgyártók a hangdoboz előlapjának fejlesztése után képesek a hangfalaik árát drasztikusan megemelni. Vizsgálatainkat az általunk kialakított hat különböző előlapon végeztük, amelyek esetében a hangnyomást vizsgáltuk a frekvencia függvényében.

Pályázó: Ábrahám József

A fosszilis energiahordozók folyamatos csökkenése következtében a megújuló energiaforrások jelentősége rendkívüli módon megnövekedett, így a biomassza-felhasználás ma már stratégiai szempont az energiatermelésben. A biomasszából készült energiahordozók korszerű hasznosításához azonban feltétlenül szükséges az energetikai jellemzők megismerése.

A biológiai eredetű szervesanyag-termékek egyik legfontosabb forrása az energiaerdők és az energetikai faültetvények. Az energetikai faültetvények telepítésének egyik fő szempontja a megfelelő faj kiválasztása, ahol elsősorban a gyorsan növekvő fajok jöhetnek szóba. A különböző fajok energianyerés céljából történő felhasználását azok fűtőértéke, hamutartalma és egyéb égési jellemzői jelentősen meghatározzák. Az egyes fajok ener-



3. ábra Hangnyomás vizsgálata a frekvencia függvényében (Pályázó: Markó Gábor)



4. ábra A biológiai eredetű szervesanyag-termékek egyik forrása az energiaerdők és az energetikai faültetvények

getikai jellemzőire viszont az adott fafaj genetikai tulajdonságai, szöveti szerkezete, makroszkópos jellemzői, ill. az állomány kora van hatással.

A fa – mint tüzelőanyag szempontjából – tulajdonságai közül négy összetevő az, amely az energetikai hasznosítás tekintetében meghatározó: a fajlagos tömeg, a fűtőérték, a nedvességtartalom és a hamutartalom, hamuösszetétel. Ennek megfelelően kutatásunk célja a különböző korú, különösen energiatermelésre alkalmas fafajokból álló állományok energetikai jellemzőinek meghatározása, továbbá az egyes paraméterek összefüggéseinek kimutatása. A kutatási célok közül különösen fontosnak tartjuk a kor szerepének tisztázását, mivel a vékonyabb, juvenilis faanyagok még kevésbé gesztesednek és anatómiai szerkezetük sem stabilizálódott. Ugyancsak szükségesnek tartjuk a jelentős arányú kéreg energetikai szerepének korrekt tisztázását is.

Az alapítványtól kapott támogatás keretében megvásárolt – az energetikai jellemzők méréséhez szükséges – kiegészítő eszközök segítségével a különböző lombos fajok energetikai hasznosításának előnyeit, hátrányait kívánjuk feltérképezni, illetve korlátait megismerni.

Pályázó: Buza Ágnes Kinga

Az élő fák dinamikus vizsgálata egy új téma, egy továbbhaladási irány az intézetben. A Roncsolásmentes Faanyagvizsgáló Labor által már történtek mérések élő fák stabilitásával kapcsolatban, melyhez egy saját, sikeres műszert is kifejlesztettek. Ennek a témának egy új hajtása a dinamikus vizsgálatok megkezdése, mely most szeptemberben indult, PhD-témaként.

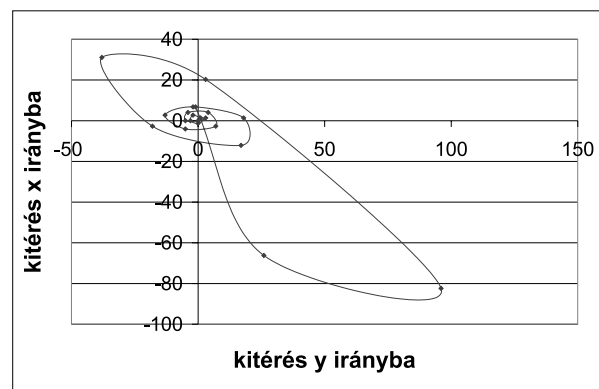
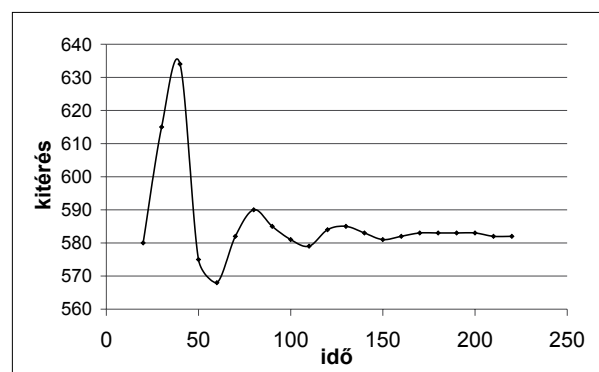
Ezen új téma keretében mérési eljárást is ki kell dolgoznunk. Több ötlet és néhány próbamérés után úgy döntöttünk, hogy optikai megfigyeléssel kíván-

juk megoldani a feladatot. Vagyis vizsgálataink első lépéseként, az adatgyűjtéshez egy markerral látnák el egy fát; annak törzsét, vagy vastagabb ágát, s ennek mozgását rögzítenénk. Ahhoz, hogy három dimenzióban tudjunk dolgozni, kétirányú megfigyelés szükséges.

Az adatok kiértékelése miatt fontos szempont a készülő felvétel minősége is. Ezért jobb felbontású, és optikai zoommal rendelkező fényképezőgépre esett a választásunk, melyekhez rögzítési célból egy-egy állványt is szeretnénk. Ezekkel az eszközökkel teljessé vált egy, a dinamikus vizsgálatokhoz megfelelő rendszer. Ennek segítségével kellő pontosságú méréseket folytatunk, és ez a későbbiekben akár egy újabb, stabilitásmérő eszköz prototípusává is válhatna.

A tervezett munka jelenleg tesztelési szakaszban van, próbaméréseket végeztünk több markerral fák törzsein és ágakon. Az eredmények alapján ki tudtuk választani a legmegfelelőbb markert, valamint három olyan fát, melyeken hetente mérve megfigyelhetjük a nedvkeringés beindulásának hatásait a dinamikus viselkedésre.

Hosszabb távon célunk az, hogy kifejlesszünk egy mérési módszert, melynek segítségével képesek vagyunk megállapítani egy-egy fáról, illetve ágról, hogy az mekkora eséllyel vész el egy komolyabb vihart.



5. ábra Egy ágmozgás, balra a kitérés az idő függvényében, jobbra pedig az x és y irányú kitérések

Pályázó: Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet

A pályázaton elnyert összeget a Faipari Mérnöki Kar ipari termék- és formatervező (ITF) hallgatóinak oktatását és tanulását segítő eszközök beszerzésére használtuk fel. Minden, a pályázat keretében beszerzett eszköz, az eddigiekhez nem mérhető módon javította az oktatás, a tanulás, illetve a hallgatók kutatási lehetőségeit.

A beszerzett eszközök egy komplett 3D tervezőrendszer alapelemeiként kerültek telepítésre. A tervezőrendszer magja a Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet (TGYI) számítógépes parkja és modellezőműhelye. Ehhez illeszkednek a most beszerzett eszközök. A mostani, valamint a korábbi beszerzésekkel gyakorlatilag teljessé vált a VR3D eszközrendszer.

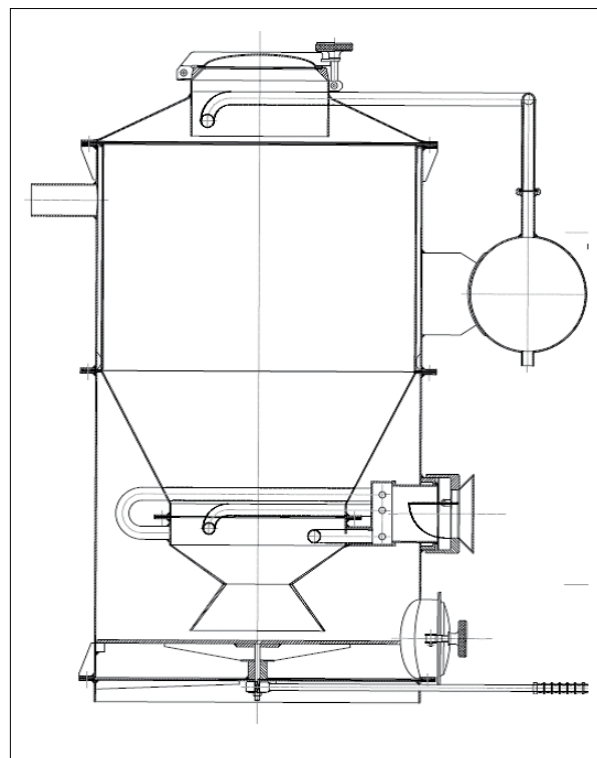
A kiépített infrastruktúra lehetővé teszi a hallgatóknak, hogy ötleteiket a gondolattól a teljes megvalósulásig végigvihessék. A rendszerben a terveket digitális rajztábla segítségével lehet rögzíteni. (A tábla korábbi beszerzés, melynek beszerzése szintén az alapítvány támogatásával valósult meg.) A rögzített terveket a most beszerzett VR tervezői rendszerrel lehet fejleszteni, illetve kidolgozni. A nagyfrekvenciás monitor a jobb, és használhatóbb képi megjelenítést biztosítja. A rendszer egyedülállóságának köszönhetően a tervezői fantáziának a korábbi korlátok már nem jelentenek akadályt. Az így elkészült tervek prototípusa az TGYI modellezőműhelyében, vagy 3D nyomtató segítségével készül el.



6. ábra A Leonar3Do termék alkalmazása

Pályázó: Dr. Magoss Endre

A projekt keretében egy működő, belsőégésű motor meghajtására elegendő fagázt termelő fagásgenerátor építése a cél. A fagásgenerátort későbbiekben egy kis haszongépjárművel, például egy kerti traktorral kívánjuk összeépíteni, ezáltal egyrészt a



7. ábra Fagásgenerátor terve

faenergetikai oktatást és kutatást elősegíteni, illetve egy környezetbarát szállítóeszközt létrehozni a Faipari Mérnöki Kar számára.

Európa több országában (Svájc, Németország) és az USA-ban is találhatóak fagázshajtású haszongépjárművek, sőt a Faipari Mérnöki Karon is készült egy fagásgenerátoros traktor Prof. Dr. Sitkei György vezetésével a hetvenes években.

Célunk egy új, működő, de az eredeti tervekhez képest kisebb méretű átalakított fagásgenerátor építése. Az átméretezést a meghajtandó belső égésű motor lökettérfogata és fordulatszáma alapján végeztük. A projektben részt vevő hallgatók: Sári József és Buday Gáspár II. éves faipari BSc mérnökhallgatók, és Reisz Lajos doktorandusz.

A projektben részt vevő oktatók: Dr. Magoss Endre, Dr. Németh Gábor egyetemi docensek és Tatai Sándor egyetemi adjunktus. A projekt mentora Dr. Sitkei György akadémikus úr.

Már a projekt első fázisában különös gondot fordítottunk az összeépíthetőségre, felerősíthetőségre, és a minél tisztább fagáz előállítására, a minél tökéletesebb belső égés megvalósításának érdekében.

Egy forradalmian új, exkluzív megjelenésű ajtótokszerkezet született a Faipari Mérnöki Karon

Bencsik Balázs

A „Minőségi extra fa ajtószerkezet kifejlesztése” című, 2009-ben elnyert Baross Gábor pályázat (ND_INRG5_07-FA_AJTO) keretén belül egyetemünk egy külső ipari partnerrel konzorciumot alakítva fejlesztett ki egy olyan exkluzív belsőajtó-tokrendszert, amely az eddig megszokott megoldásoktól mind megjelenésében, mind működésében eltér. A szabadalmi védetség alatt álló (P0700406) tokrendszer a legmagasabb esztétikai igényeket is képes kielégíteni és olyan praktikus megoldásokat is tartalmaz, amelyek a szerelés fázisait egyszerűbbé, gyorsabbá teszik az eddig használt szerkezetekhez képest. A tokszerkezet készülhet MDF alapanyagból festve vagy fóliázott kivitelben, vagy exkluzívabb enteriőr esetén tömör faanyagból is.

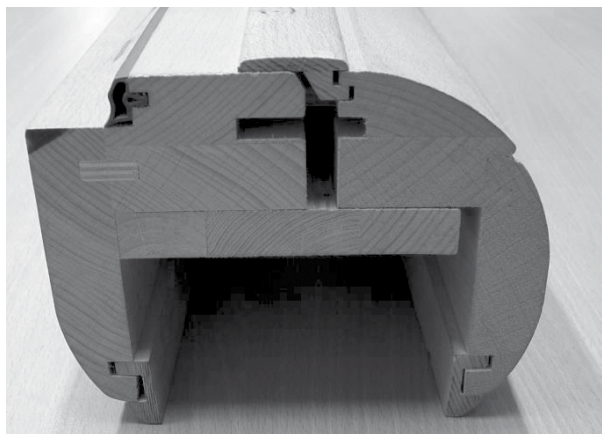
A találmány lényege, hogy a tok két félből áll, amelyeket a helyszínen a falnyílás két oldala felől szembe fordítva helyeznek be. Az illesztés a teljes hossza mentén csap-hornyos megoldással történik, ami nagy pontosságot biztosít. A két tokfél „összepatintásával” és rejtett rögzítésével alakul ki a beépített végleges tok.

A beépítés egyik előnye, hogy szükség esetén a tok mindkét oldala könnyedén, sérülésmentesen visszaszedhető, a másik előnye, hogy a falhibákat egy beépített rugófelezítésű lécc egyenlíti ki, amely íves felületével láthatatlanul simítja be a hibát a tok vonalába. A tokrendszer beépítését követően semmilyen szerelési nyom nem látható.

Az íves gallér jellegű kialakítás a szerkezetet az épület díszítőelemévé emeli. A helyiség bútorzatával, annak színével és anyagával összhangban harmonikusan illeszkedik.



2. ábra A projekt során létrehozott prototípus (fotó: Varga Zsolt)



1. ábra Az új ajtótokszerkezet keresztmetszete (fotó: Bencsik Balázs)

A megszokott szögletes vonalak helyett az íves vonalvezetésű tokrendszer diszkrétebbé teszi az ajtó megjelenését, a rugós falkiegyenlítő lécc pedig biztosítja a tok és a fal tökéletes, hézagmentes illeszkedését.

A szellemi termék hasznosításával kapcsolatban várjuk az érdeklődők jelentkezését, a Nyugat-magyarországi Egyetem Technológia Transzfer Iroda munkatársainál (tti@nyme.hu), műszaki kérdések esetén Faipari Mérnöki Kar, Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézetének munkatársánál, Bencsik Balásznál (bbencsik@fmk.nyme.hu).

Talján túra

Horváth Péter György, Papp Tibor, Elek László
Fotók: Horváth Péter György

A bútortilág hagyományos éves megmérettetése a milánói I Saloni (olaszul: Salone Internazionale del Mobile di Milano). Az idei, 50. jubileumi kiállítást karunk ipari termék- és formatervező mérnökhallgatói is megtekintették egy szakmai tanulmányút keretében.

A kiállítás

Az először 1961-ben megrendezett, a piaci pozíció erősítésére szánt rendezvény az elmúlt 50 évben világméretű eseménnyé nőtte ki magát. Aki számít, vagy számítani akar a világ bútortipacán, annak ott kell lennie. A minden év áprilisában megrendezésre kerülő rendezvény több kiállítás kombinációjából áll össze: Euroluce, Salone Ufficio/International Biennial Workplace Exhibition (páratlan években), Eurocucina/International Kitchen Furniture Exhibition, International Bathroom Exhibition (páros években), és az évenkénti International Furnishing Accessories Exhibition, valamint a SaloneSatellite.

A sokszínű eseménynek helyt adó Milan Fairgrounds (Rho, Milánó) impozáns épületeivel kiváló háttérrel biztosít a sok száz cég, és több ezer tervező bútorának. A kiállítás 230 000 m²-es alapterületével, valamint 24 csarnokkával már az első pillanatban rabul ejti a látogatót. Megtekintése során közel 2500 cég termékeivel ismerkedhetünk meg, mindezek mellett a már említett SaloneSatellite keretében 700 fiatal tervező munkájával találkozhatunk. A kiállítást közel 300 000 szakember látogatja meg, akik a világ több mint 160 országából érkeznek.

Élménybeszámoló

A soproni ipari termék- és formatervező mérnökhallgatók képzésének fontos eleme a gyakorlati képzés. Fontosnak tartjuk, hogy hallgatóink testközelből is szerezzenek tapasztalatot, s leendő szakmájuk és piacuk legjavába betekinthessenek. Ennek jegyében szervezett meg tanulmányutat a Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet a milánói vásárra. A közel ötvenfős utazás költségeit a résztvevők, a kar, valamint az intézet közösen állta.



1. ábra Csarnokbelső, Rho, Milánó

Az ötnapos túra padovai üzemlátogatással (IDEA) és városnézéssel kezdődött. A szakmai program célja az volt, hogy a hallgatók testközelből is láthassák a cég gyártástechnológiáját. Ez több féléves tervezési feladatot, valamint további együttműködést alapoz meg az olasz partnerrel a hallgatók számára.

A szakmai és kulturális program után bergamói szállását foglalta el a csapat. Az este folyamán lehetőség volt megtekinteni a helyi nevezetességeket, valamint alkalom nyílt szakmai kérdések megvitatására.

A „szalon” megtekintésére két nap állt rendelkezésünkre. A kiállítás koncepciójának köszönhetően mindenki megtalálta az érdeklődésének és igényének megfelelőt. Világítástechnika, irodabútor, hálószoba, nappali... A látottakról összefoglalásképpen elmondható, hogy egyre több helyen tapasztalható



2. ábra A kiállításon, Rho, Milánó



3. ábra Scagnet szék, ITF Design

a korábbi évek szögletes divatjának lágyulása. Egyre több bútoron jelennek meg újra az organikus formák, sokszor szabálytalan ívek formájában. A korábban agyonhangsúlyozott rideg anyagok, valamint a színválaszték kötöttségei is enyhültek. Egy könnyedebb, de mégis elegáns világ benyomása marad meg emlékezetünkben. A szakmaszerető ember több kiállítónál is megfigyelhette, hogy a hagyományos anyaghasználatnak, valamint technikáknak még bőven van létjogosultsága. Szerencsére! Továbbá örömmel nyugtázható, hogy a tervezők továbbra sem fogytak ki a kreatív, olykor vicces és meghökkentő ötletekből. Legyen szó sámliról, asztalról, világítótestről, vagy akár beltéri kiegészítőről.



4. ábra Szék, Malinen – Takkinen

A rendkívül hasznos és ismeretszerzés szempontjából is tökéletesre sikerült utat egy kellemes firenzei séta és városnézés zárta. Jó volt érzékelni és összehasonlítani a múlt remekeit a jelen lehetőségeivel és kreativitásával.

Jövőbeni elképzelések

Hallgatóink naprakész szakmai ismerete létfontosságú képzésükben, ezért az intézet a későbbiekben is tervezi hasonló volumenű szakmai utak szervezését (bútorvásár Kölnben, LIGNA faipari technológiai vásár Hannoverben). A tervek között továbbá szerepel az is, hogy a milánói kiállításon saját hallgatóink, mint kiállítók is megjelenjenek.



A FAIPAR megjelenését támogatta a

Talentum

Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszérének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen
Projektazonosító: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

A projekt célja a Nyugat-magyarországi Egyetem tehetséggondozási koncepció, a tudományos utánpótlás-nevelés magas színvonalú megvalósításának biztosítása komplex feltételek megteremtése által, amelyek lehetővé teszik a tehetségek számára az egyéni és közösségi tudományos fejlődést. Ennek az oktatói és hallgatói igények harmonizálásával kell megvalósulnia, a TDK, szakkollégiumi és doktori iskolai tevékenységek hatékony egyetemi koordinálásával, a karokon átívelő regionális, interdiszciplináris hálózat létrehozásával.



Nyugat-magyarországi Egyetem
 cím: 9400 Sopron, Erzsébet u. 9.
 telefon: 06 99 518-453
 e-mail: talentum@sopron.nyme.hu
 web: <http://talentum.nyme.hu>

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
 06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



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 egy rövid (max. 100 szavas) angol összefoglalót kérünk mellékelni.
- A szerzőknél kérjük feltüntetni a tudományos fokozatot, a munkahelyet és beosztást.
- Az irodalomjegyzéket az első szerző neve szerint, ábécésorrendben kérjük. Kérjük, ügyeljenek a hivatkozások pontos megadására (újságcikkek esetén év, évfolyam, szám, oldalak; könyvek esetén év, a kiadó neve, székhelye, oldalak száma.) Kérjük, a cikken belül a szerző és az évszám megadásával hivatkozzanak ezekre.
- Az ábrákat és táblázatokat a benyújtott anyag végén, külön lapokon kérjük megadni. A táblázatokat és ábrákat meg kell számozni, és címmel ellátni. A szövegben ezekre szám szerint kérünk hivatkozni (1. ábra, 2. táblázat, stb.)
- Az egyenleteket az MS Word egyenletszerkesztőjével kérjük elkészíteni (kivéve egészen egyszerű egyenletek esetében), és szögletes zárójelekkel beszámozni: [1]. Az állandóknál és változóknál dőlt betűformátum alkalmazását kérjük.

Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy a Faiparhoz beérkező cikkek lektorálásra kerülnek, ami után azokat, ha szükséges, javításra vagy átdolgozásra visszaküldjük a szerzőknek. A szerzők javaslatait a lektor személyére vonatkozóan örömmel vesszük. A végleges, javított szöveget, elektronikus formában kérjük. A kéziratokat a következő címre várjuk:

Varga Dénes
NymE-ERFARET Nonprofit Kft.
9400 Sopron Bajcsy-Zsilinszky u. 4.
E-mail: vargadenes@nyme.hu
Tel.: 99/518 602 Fax: 99/518 601

FAIPAR

A FAIPAR TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

Szerkesztőség:

Bejó László főszerkesztő
Varga Dénes szerkesztő
Farkas Péter, Somos András tördelőszerkesztő
Kantó-Simon Ildikó olvasószerkesztő

Szerkesztőbizottság:

Molnár Sándor (elnök), Albert Levente,
Csóka Levente, Hargitai László,
Kovács Zsolt, Peszlen Ilona,
Szalai József, Tóth Sándor,
Varga Mihály, Winkler András

FAIPAR - a faipar tudományos folyóirata és a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karának alumni lapja. Megjelenik a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar és a Faipari Tudományos Egyesület közös gondozásában.

Kiadja a NymE-ERFARET Nonprofit Kft.

Design: Farkas Péter

A folyóirat célja tudományos igényű, lektorált cikkek megjelentetése és általános tájékoztatás a hazai és nemzetközi faipar híreiről, újdonságairól.

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

Megjelenik negyedévente.

Megrendelhető a Faipari Tudományos Egyesületnél (1027 Budapest, Fő u. 68.). A kiadványt a FATE tagjai ingyen kapják. Az újságcikkeket, híreket, olvasói leveleket Varga Dénes részére kérjük elküldeni.

A kiadvány elektronikusan elérhető a <http://faipar.fmk.nyme.hu>, valamint a www.erfaret.hu weboldalon.

Készült a soproni ReproLan Kft. nyomdájában, 500 példányban.

HU ISSN: 0014-6897

Címlap:

Csarnokbelső, Rho, Milánó (Talján túra c. cikk illusztrációja)
(Fotó: Horváth Péter György)

