

Paraffinban végrehajtott hőkezelés hatása a bükk és a nyár faanyag egyes tulajdonságaira

CSORDÓS Diána¹

¹ NymE FMK Faanyagtudományi Intézet

Kivonat

Kutatásunk során paraffinban kezeltünk nyár és bükk faanyagot. A kezeléseket 160 °C és 200 °C hőmérsékleten 2 óra, 4 óra és 6 óra időtartamig folytattuk. A teljes színkülönbség (ΔE^*_{ab}) vizsgálata során megállapítható, hogy a színváltozás jelentős mértékű. Csökkent a faanyagok zsugorodása, dagadása és egyensúlyi fanedvesség értéke. A faanyagok vízzel szembeni ellenálló képessége, vagy dimenzióstabilitásának növekedése kültéri felhasználás során nagy jelentőséggel bír. A hajlítási-erővizsgálatok során bebizonyosodott, hogy a kezelés előre haladtával a faanyag szilárdsága 160 °C-os kezelés mellett kismértékben növekedett, míg 200 °C-os kezelés hatására csökkent. Így ezen anyagok teherviselő elemként szerkezetekben történő felhasználása korlátozott, illetve egyedi elbírálást igényel. Nyár és bükk faanyagok egyes tulajdonságai jelentős mértékben javultak a paraffin hőkezelés hatására.

Kulcsszavak: termikus modifikálás, paraffin, hőkezelés, hajlításierő, zsugorodás, dagadás, bükk, nyár

The effect of heat treatment in hot paraffin bath on selected properties of beech and poplar wood

Abstract

In the frame of this research work the effect of heat treatment in hot paraffin bath for poplar and beech wood was investigated. The treatments were performed at 160°C and 200°C temperatures for 2h, 4h, 6h durations. The total colour change (ΔE^*_{ab}) caused by the treatment reached significant values. The shrinking, swelling and equilibrium moisture content values could be decreased for both wood species. The enhanced water resistance or dimension stability is an important material property for outdoor utilization. The bending strength was influenced by the treatment. The lower temperature (160°C) caused slight increase, while the higher temperature (200°C) resulted in decrease in bending strength. The use of the treated material in load-bearing structures is not recommended, or it calls for individual permission.

Key words: modification, paraffin, heat treatment, bending strength, shrinking, swelling, beech, poplar

Bevezetés

A fa egy ősidők óta használt alapanyag, amelynek egyedülálló és kedvező tulajdonságait a nedvesség, a gomba- és rovarkárosítók stb. nagymértékben befolyásolhatják. A faiparban ezeknek a kedvezőtlen tényezőknek a mérséklése, illetve kiküszöbölése fontos feladat.

Tiemann (1920) vizsgálataival bebizonyította, hogy a magas hőmérsékleten történő szárítás növe-

li a faanyag dimenzióstabilitását. Stamm és Hansen (1937) elsők között foglalkoztak a faanyag termikus modifikációjával. Megállapították, hogy kezelések esetében a faanyag nedvességének nagy jelentősége van, továbbá a kezelt anyagok szilárdsági értékeiben az oxigén jelenléte jelentős csökkenést eredményez. Éppen ezért a napjainkban alkalmazott eljárások (például ThermoWood) mindegyike arra törekszik, hogy a levegő oxigénjét elzárja a faanyagtól a folya-



mat során. Erre a célra hőkezelő közegként általában nitrogéngázt vagy telített gőzt választanak (Joscák és tsai 2007; Esteves és tsai 2007). Kedvező eredmények érhetők el azonban növényi olajokban végzett hőkezelésekkel is (Sailer és tsai 2000; Németh és tsai 2009; Bak és tsai 2008). Az oxigén kizárásával a kedvezőtlen oxidációs folyamatok nem játszódnak le, így a mechanikai jellemzők csekély mérséklődése mellett jelentős javulás érhető el a dagadási jellemzőkben. A statikus mechanikai jellemzők általában kis mértékben csökkennek, egyes esetekben még növekedés is előfordulhat. A dinamikus igénybevételekkel szemben azonban jelentősen csökken a faanyag ellenálló képessége a termikus kezelés hatására. Kezelési paramétereiktől függően a dinamikus hajlítószilárdság 30–70%-kal is mérséklődhet (Németh és tsai 2009; Bak és tsai 2008; Horváth 2008).

A hőkezelés eredményeként minden esetben jelentős színváltozással kell számolni, a kezelési paraméterek függvényében. Ez a faanyag sötétedésében nyilvánul meg a legszembetűnőbben, de a sárga és vörös színösszetevők változása is nagymértékű. A fafaj szerepe legalább olyan fontos a színváltozás szempontjából, mint a kezelési paraméterek. A magas járulékos anyag tartalmú fafajok színváltozása általában erőteljesebb, ami ezen összetevők jelentős szerepét mutatja a színváltozással kapcsolatban (Tolvaj és tsai 2010; Varga és tsai 2009; Dénes és Lang 2013).

Pfriem és tsai (2007) kimutatták, hogy a termikusan kezelt fa kevesebb vizet vesz fel és a diffúziós együtthatói is alacsonyabbak. Ennek ellenére a hőkezelt faanyag azonos idő alatt éri el az egyensúlyi nedvességet, mint a kezeletlen. Eszerint a faanyag diffúziós tulajdonságainak mérséklődését, a vizet megkötni képes funkció csoportok számának csökkenése okozza, a faanyag szerkezete nem lesz zártabb a levegő páratartalmával szemben a hőkezelés hatására (Bak és Németh 2012). Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy a diffúziós együtthatóra hatással van az anatómiai irány, és erősen függ a hőmérséklettől. A termikusan kezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermáit vizsgálva megállapítható, hogy a hiszterézis jelensége megmarad a hőkezelés után is a faanyagban, az adszorpciós és deszorpciós görbék közti különbség azonban nem változik (Militz 2002). Hazai lombos faanyagok farontó gombákkal szembeni ellenálló képességének növelésére alkalmazta a száraz termikus kezelést Horváth és tsai (2012), valamint Horváth és Csupor (2012). E cikkek nem foglalkoznak a paraffinban hőkezelt anya-

gok gombákkal szembeni ellenálló képességével, de az említett hazai szakirodalmi források tükrében a kezelés várhatóan javítja a gombaállóságot.

Colak és Peker (2007) bükkfát kezelték különféle átitató anyagokkal (bórsavoldat, bórax, víz és polietilén-glikol elegy). Néhány vízhatlan anyagot, mint például a paraffin waxot, sztirolt (St), metilmetakrilátot (MMA) és izocianátot (ICO) arra használták, hogy velük csökkentse a fa nedvszívó képességét. Kimutatták, hogy ezek az anyagok jelentős mértékben csökkentik a vízfelvevő képességet.

A paraffint gyakran használják fából készült, történelmi tárgyak konzerválására (Timar és munkatársai 2010 és 2011), valamint alkalmazták részlegesen szárító közegként fűrészáru szárításához is (Grothe és tsai 2010). A fa szárítása, áztatása, paraffin fürdőben történő termikus kezelése számos szabadalommal rendelkezik, de kevés a nyilvánosságra hozott tudományos kísérleti eredmény. A paraffin fára gyakorolt víztaszító hatását Garai és tsai (2005) vizsgálták. A kutatók többféle paraffint vizsgáltak és megállapították, hogy a minták helyzete és az időbeli változása befolyásolja a fa felületére jutó paraffinmennyiséget. Egy további fontos megállapítás, hogy a paraffinnal kezelt felület erős víztaszítással bír. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a szénhidrogének sztereokémiai konfigurációja hatással van az érintkezési szögére. A vizsgálati eredmények rámutattak az alkalmazott paraffin fizikokémiai tulajdonságainak fontosságára.

A modifikálás célja a faanyag tulajdonságainak javítása úgy, hogy az életciklusa végén a termék semlegesítése nem hordoz több veszélyt és nem drágább, mint a természetes faanyag esetén (Hill 2006). Modifikálási módszerek lehetnek: impregnációs, termikus, felületi és kémiai modifikációs eljárások. A gyakorlatban ezek közül elsősorban az impregnálás és a termikus kezelés terjedt el. Munkánk során tulajdonképpen ennek a kettő eljárásnak az ötvözésére került sor. Kutatásunk során megvizsgáltuk, hogy miként viselkedik a paraffinban hőkezelt faanyag, hogyan változik a vízzel szembeni ellenállósága, valamint szilárdsága.

A vizsgálatokat bükk (álgesztes, illetve fehér) és nyár faanyagok esetén végeztük el. A bükk Európa egyik meghatározó fafaja. Széleskörű felhasználása ellenére fülledésre, erős zsugorodásra, repedésre rendkívül hajlamos.

Hazánkban a nyár erdőgazdálkodási szempontból nagy jelentőséggel bír. Az egyik leggyorsabban nö-

vekedő és legnagyobb fatömeget adó fajról van szó (Komán és Molnár 2008; Katona és Fehér 2012, Ábrahám és Németh 2012). Gombákkal és rovarokkal szembeni ellenállósága alacsony, ezért kültéren történő felhasználása nem javasolt.

Célunk olyan lehetséges eljárások kutatása, amelyekkel óvhatjuk és hosszú évtizedekkel meghosszabbíthatjuk a faanyag élettartamát úgy, hogy a felhasznált anyagok nem gyakorolnak negatív hatást a környezetre. Napjainkban ennek a feladatnak a növekvő felhasználói igények, szigorú szabályozások és a kielezett ipari verseny miatt is egyre fontosabb szerepe van.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A kezelés előtt, a színvizsgálathoz fafajonként (fehéres álgesztes bükk *Fagus silvatica* L., nyár *Populus* sp.) és menetrendenként 10-10 db, légszáraz nedvességtartalmú, 18×40×220 mm méretű (sugár, húr, rost irányú) próbatestet készítettünk el, majd labormérleggel (XT 1220M – FR) tömegüket lemértük. A színmerést Konica Minolta CM – 2600d típusú spektrofotométer segítségével végeztük el. A próbatetek színkoordinátáit mértük le (L^* , a^* , b^*).

Ezt követően a Gastro Medinox F6L-E típusú fritőzben a szilárd paraffint megolvasztottuk, majd a kezelési menetrendnek megfelelő hőfokon, illetve ideig (1. táblázat.) kezeltük a próbatesteket.

A kezelés majd lecsepegtetést, szikkasztást követően elvégeztük a kezelt próbatetek színének és tömegének a visszamérését, majd ezekből az adatokból számítottuk a teljes színkülönbség változását (ΔE^*_{ab}) az [1] összefüggés felhasználásával.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad [1]$$

ahol:

ΔE^*_{ab} – teljes színkülönbség változása

ΔL^* – világosság változása

Δa^* , Δb^* – színezeti adatok változása

A hajlítószilárdsági vizsgálathoz fafajonként és menetrendenként 20-20 db, 18x18x220 mm méretű próbatestet került kialakításra. A vizsgálatot Instron 4208 típusú berendezés segítségével végeztük el az MSZ 6786-5: 1976 szabvány szerint, három pontos hajlítási elrendezést alkalmazva. A próbatetek zsugorodási, dagadási vizsgálatához – a fentiekhez hasonlóan – 20-20 db 18x18x30 mm-es próbatestet került kialakításra. Tömegmérést ($\pm 0,001$ g) követően, a minták élhosszúságát mérőóra ($\pm 0,01$ mm) segítségével határoztuk meg, majd szárítószekrényben abszolút száraz állapotra szárítottuk őket.

1. táblázat Kezelési menetrend

Table 1 Treatment schedules

Kezelési menetrend	Kezelési hőmérséklet	Kezelési idő
160/2	160°C	2 óra
160/4	160°C	4 óra
160/6	160°C	6 óra
200/2	200°C	2 óra
200/4	200°C	4 óra
200/6	200°C	6 óra

Ezt követően visszamértük tömegüket és az élhosszakat. A dagadási vizsgálatához vízben áztatuk a mintákat egészen addig, amíg a maximális nedvességtartalmat el nem érték, majd visszamértük tömegüket és az élhosszakat.

Az egyensúlyi fanedvesség vizsgálatához 20-20 db 18x18x10 mm-es próbatestet készítettünk. A próbatesteket abszolút száraz állapotra szárítottuk (103+2°C hőmérsékleten), lemértük tömegüket, majd Binder KWBF 240 típusú klímakamrába helyeztük őket. A kamra paraméterei: 20 °C állandó hőmérsékleten, 20%, 40%, illetve 65% relatív páratartalom. Az egyes klímákon beállt tömeg-egyensúly elérése után visszamértük a minták tömegét.

A kezelés dagadási képességet csökkentő hatásának meghatározása a következő képlettel történt:

$$ASE = \frac{D_{kezelt} - D_{kontroll}}{D_{kontroll}} * 100\% \quad [2]$$

ahol:

ASE – dagadást csökkentő hatás [%]

$D_{s_{kontroll}}$ – kontroll minta dagadása [%]

$D_{s_{kezelt}}$ – kezelt minta dagadása [%]

Vizsgálati eredmények

A kezelésekre hatására 160–180 °C hőmérséklet tartományban a színváltozás mértéke ugrásszerűen megnő, amelyért javarészt a járulékos anyagok felelősek. A világosságcsökkenés mellett a faanyag színe a vöröses árnyalatok irányába változik (Németh, 1998). A minták teljes színváltozása a kezelési hőmérséklet és a kezelés időtartamának növekedésével egyre inkább nőtt.

A kezeletlen mintákhoz képest valamennyi alkalmazott kezelési menetrend hatására a világosság (L^*) értéke jelentős mértékben csökkent. Kezeletlen nyár esetén a világosság értéke 85 körül alakult. 160 °C hőmérsékleten, 2 órás kezelést követően ez az érték 70-re csökkent. A legintenzívebb kezelés (200 °C, 6 óra) esetén a világosság értéke 40 körül alakult,

amely a kontroll mintához képest közel 50%-os csökkenést jelent. Fehér bükk és álgesztes bükk minták esetében hasonló tendenciáról számolhatunk be, tehát a nyár fafajhoz hasonlóan, tetszetős barna árnyalatokat sikerült a kezelések segítségével elérni.

A teljes színkülönbség vizsgálatánál (ΔE^*_{ab}) az eredmények alapján megállapítható, hogy a színváltozás jelentős (1. ábra.). Ennek esztétikai szempontból nagy jelentősége van, hiszen egy semleges árnyalatból, a felhasználói igényeknek megfelelő, esztétikus szín érhető el. A különböző menetrendek szerint kezelt próbatestek szín alapján szabad szemmel is jól elkülöníthetők.

A 100 °C alatti hőmérsékleteken a faanyagban található vízzel kapcsolatos folyamatok – fagyás, olvadás, párolgás stb. – játszódnak le. Majd 100–300 °C közötti hőmérsékleten a gyengébb kémiai – elsősorban lignin-hemicellulóz, és a járulékos anyagok – szénhidrát-kötések felhasadása megy végbe (Németh, 1998).

A kezelés megkezdését követően mindkettő fafaj esetében a szilárdsági értékek növekedését tapasztalhattuk (2. ábra). A kontroll mintákhoz képest a 160 °C-on 2 órás, valamint 4 órás menetrendek eredményezték a legmagasabb szilárdsági értékeket. A legalacsonyabb értékek a 200 °C-on, 6 órán át történő kezeléshez tartoznak, amely bükk fafaj esetében kb. 15%-os, míg nyár esetében közel 30%-os csökkenést eredményez.

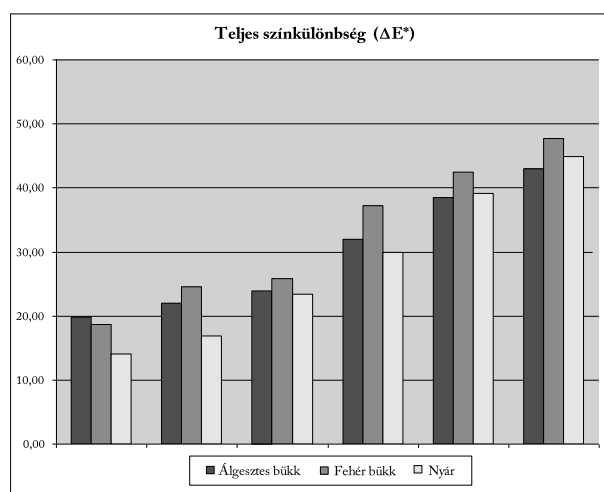
A kezelés során 160 °C-on a hőkezelés egyensúlyi nedvesség csökkentő hatása érvényesült, amely a szilárdsági értékek kisebb mértékű növekedését eredményezte. A 200 °C-os hőmérséklet elérésével azonban a hőkezelés degradáló, szilárdságcsök-

kentő hatása ellensúlyozta azt. A kezelés során a hőmérsékletnek meghatározó szerepe van, hiszen 200 °C-on, azonos kezelési időtartam mellett, alacsonyabb szilárdsági értékeket figyelhetünk meg, mint a 160 °C-os kezelésnél.

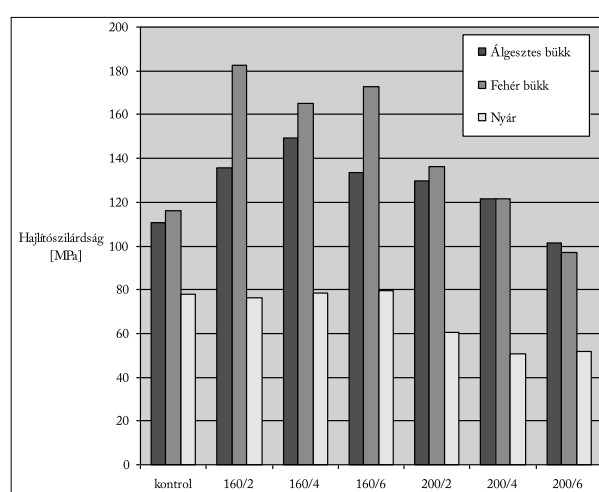
A szilárdságcsökkenés a hőkezelés egyik kedvezőtlen hatása, így a hőkezelt faanyagok felhasználása – például teherviselő elemként – korlátozott, illetve egyedi elbírálást igényelhet.

A 3–4. ábrán a paraffinban kezelt minták húr és sugár irányú dagadásának alakulását mutatjuk be. Bükk faanyag esetén a szakirodalomban, húr irányban (Molnár–Bariska 2005) 11,8%-os, sugár irányban 5,8%-os, nyárfa esetében 6,8–7,8%-os húr irányú, 3,1–5,3% sugár irányú dagadási értékekkel találkozhatunk. A kontroll mintákhoz tartozó értékek mindhárom faanyagnál ehhez közeleiek. A kezelési idő és a hőmérséklet növekedésével a dagadási értékek csökkenése figyelhető meg.

A faanyag dimenzióstabilitásának (5. ábra.) meghatározásához az anatómiai irányokhoz tartozó dagadási értékeket használtuk fel. A dagadási értékek a kezelés hatására húr és sugár irányban egyaránt javultak. Ez bükk mintáknál 160 °C-os hőmérsékleti tartományban, 6 órás kezelésnél húr irányban közel 30%, sugárirányban 27% volt. A 200 °C-on végzett kezelés eredményei ennél is kedvezőbbek. 4 órás kezelésnél a bükk húr irányú dagadása 42%-kal, a sugár irányú 38%-kal csökkent. A hőmérséklet a kezelési időnél jelentősebb tényező. A dimenzióstabilitás növekedése főként a hőkezelésnek köszönhető, illetve az alkalmazott paraffin hidrofób jellegének. A vizsgált két fafajt összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a kezelések



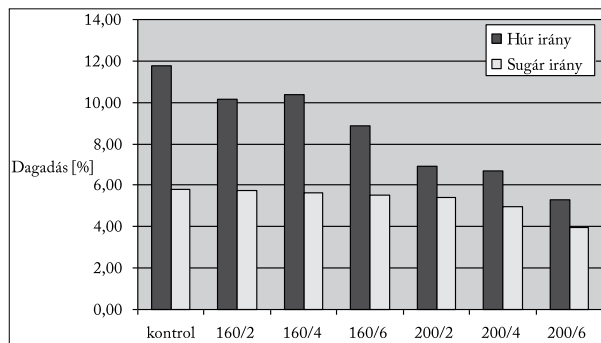
1. ábra A minták teljes színkülönbségének alakulása
Figure 1 The total color difference of the samples



2. ábra A minták hajlítósilárdságának alakulása
Figure 2 Bending strength of the samples

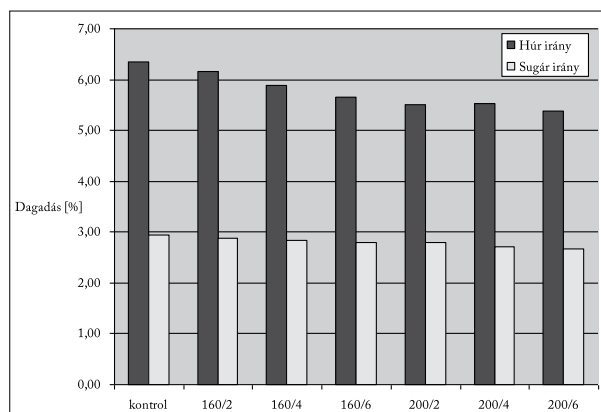
bükk esetében nagyobb mértékben csökkentették a nedvességfelvétel hatására bekövetkező méretváltozási képességet.

Az egyensúlyi fanedvesség vizsgálatának eredményei (6–7. ábra.) alapján megállapíthatjuk, hogy a kezeletlen mintákhoz képest jelentős csökkenés tapasztalható, amely összefüggésben áll a dimenzióstabilitás javulásával. Az ASE értékekhez ha-



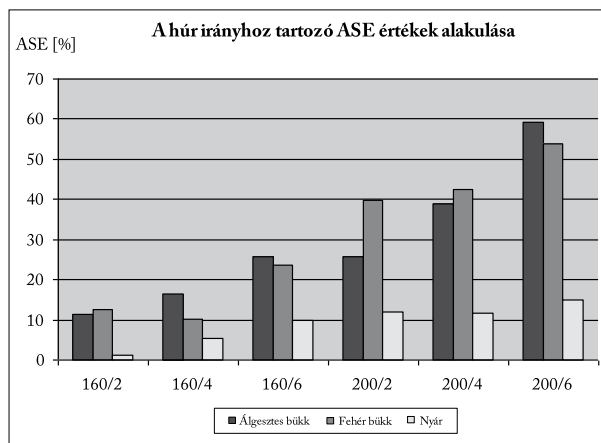
3. ábra Fehér bükk minták húr és sugár irányú dagadásának alakulása

Figure 3 Tangential and radial swelling of beech samples



4. ábra Nyár minták húr és sugár irányú dagadásának alakulása

Figure 4 Tangential and radial swelling of poplar samples



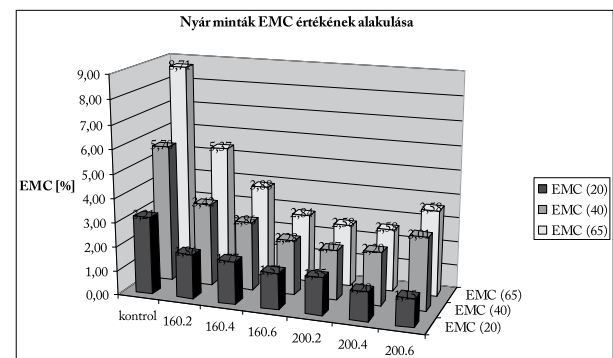
5. ábra A húr irányhoz tartozó ASE értékek alakulása

Figure 5 ASE values in tangential direction

sonlóan, az egyensúlyi nedvesség esetében is megfigyelhető, hogy a hőmérséklet hatása jelentősebb a kezelési időnél. Nyár minták esetében az egyensúlyi fanedvesség értéke nagyobb mértékben csökkent, mint a büknél. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a hőkezelés során mekkora jelentősége van a fafajnak. Továbbá összefüggésbe hozható ez azzal is, hogy a nyár több paraffint vett fel, mint a bükk. Az eredmények tükrében érdemes lenne nagyobb keresztmetszetű minták esetén is vizsgálatokat végezni, valamint kutatásokat, vizsgálatokat végezni abban az irányban, hogy az eljárás ipari méretekben történő alkalmazása hogyan lenne megoldható a lehető leghatékonyabban.

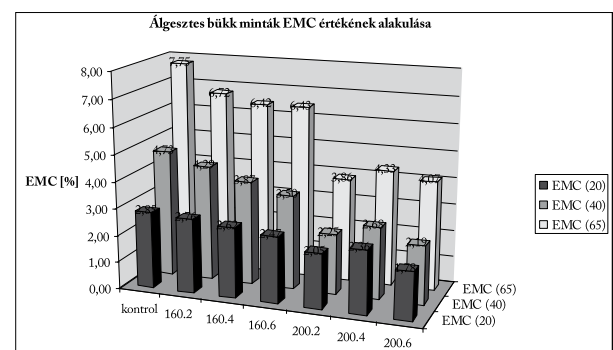
Összefoglalás

Kutatásunk célja a paraffinban hőkezelt faanyag hajlítószilárdságának és vízzel szembeni ellenálló képességének vizsgálata volt nyár, valamint fehér illetve álgesztes bükk fafajok esetén. Elsőként a hőkezelés hatására bekövetkező színváltozást vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a kezelést követően szabad szemmel is jól látható színváltozás ment végbe az egyes mintákon. A világosság (L^*) értéke a kezeletlen mintákhoz képest jelentős mértékben csökkent, tehát a



6. ábra Nyár minták egyensúlyi fanedvességének alakulása

Figure 6 Equilibrium moisture content of poplar samples



7. ábra Álgesztes bükk minták egyensúlyi fanedvességének alakulása

Figure 7 Equilibrium moisture content of red heart beech samples



kezelésekkel sötétebb színű faanyagot állítottunk elő. Napjainkban a faanyag tartóssága mellett az esztétikumnak is kiemelt szerep jut. Hőkezelés segítségével változatos árnyalatok érhetők el mindemellett, hogy egyes fizikai tulajdonságok is javulnak.

A hajlítószilárdsági vizsgálatok eredményeit vizsgálva kis mértékű emelkedését tapasztalhattuk a szilárdsági értékekben. Ezt az egyensúlyi fanedvesség csökkenésével magyarázhatjuk, amely valamelyest ellensúlyozza a hőkezelés szilárdságcsökkentő hatását. A 200 °C hőmérsékleti tartományt elérve azonban a hőkezelés szilárdságcsökkentő hatása kezd érvényesülni.

A zsugorodási, dagadási vizsgálatok eredményei alapján elmondhatjuk, hogy a kezelések hatására csökkentek a zsugorodási, dagadási értékek. A faanyag dimenzióstabilitása nőtt, amelynek gyakorlati jelentősége nagy, hiszen a faanyag kültéren történő alkalmazása során jelentős hőingadozásnak és nagymértékű nedvességváltozásnak van kitéve.

Az egyensúlyi fanedvesség (EMC) értékekben a kontroll mintákhoz képest jelentős csökkenést figyelhetünk meg. Tehát a kezelt minták kevesebb nedvességet vettek fel a levegőből.

Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

Ábrahám J., Németh R. (2012) Physical and Mechanical Properties of Thermo-mechanically Densified Poplar. International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint: The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment. (26-27. Marc.) Sopron. Paper 1

Bak M., Németh R., Tolvaj L., Molnár S. (2008) Ültetvényes természetből származó fafajok anyagának hőkezelése növényi olajban. Faipar 56.(különszám) 22-26

Bak M., Németh R. (2012) Changes in swelling properties and moisture uptake rate of oil-heat-treated poplar (*Populus × euramericana* cv. Pannónia) wood. *Bioresources* 7(7): 5128-5137

Colak M., Peker H. (2007) Effects some impregnation chemicals and water repellents on

the hygroscopicity of beech wood. *Wood Research* 52(1): 87-98

- Dénes L., Lang E. (2013) Photodegradation of heat treated hardwood veneers. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology.* 118: 9-15
- Esteves B., Velez Marques A., Domingos L., Pereira H. (2007) Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood Science and Technology*, 41(2):193-207
- Garai RM, Sa'nchez IC, Garcí'a RT, Valverde MAR Rodri'guez, V'lchez MAC, A'lvarez RH (2005) Study on the Effect of Raw Material Composition on Water-Repellent Capacity of Paraffin Wax Emulsions on Wood. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 26:9-18
- Grothe N., Terziev N., Råberg U. (2010) Drying of Wood in Oil Under Vacuum. *Proceedings of the International IUFRO Wood Drying Conference.* 249-264
- Hill CAS (2006) *Wood Modification. Chemical, Thermal and Other Processes.* Wiley Series in Renewable Resources. John Wiley&Sons, Ltd.
- Horváth N., Csupor K., Molnár S., Németh R. (2012) Chemical-free Wood Preservation – The Effect of Dry Thermal Treatment on Wood Properties with Special Emphasis on Wood Resistance to Fungal Decay. *International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint: The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment.* (26-27. Marc.) Sopron. Paper 49
- Horváth N. (2008) A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra. Doktori PhD értekezés. NymE-FMK. Sopron, 44-49
- Horváth N., Csupor K. (2012) The protective effectiveness of dry heat treatment on Turkey oak against fungal decay. *The 5th Conference on Hardwood Research and Utilisation in Europe* (10-11. Sept.), Sopron, 361-369
- Josák T., Mamonová M., Babiak M., Teischinger A., Müller U. (2007) Effects of high temperature drying in nitrogen atmosphere on mechanical and colour properties of Norway spruce. *Holz als Roh- und Werkstoff* 65(3): 285-291
- Katona G., Fehér S. (2012) Utilization possibilities of poplar species in parquet production in aspect of wood science. *Wood Research* 57 (4): 631-638

- Komán Sz., Molnár S. (2008) A nyárfajták faminőségi és fatechnológiai tulajdonságai és felhasználásuk. In: Tóth B. (szerk.) Nemesnyár-fajták ismertetője. Budapest. Agroinform Kiadó. 2008. 83-90
- Militz H. (2002) Heat treatment of wood: European processes and their background. In: International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 02-40241
- Molnár S., Bariska M. (2005) Magyarország ipari fái Szaktudás Kiadó Ház Rt. Budapest
- Németh K. (1998) A faanyag degradációja. Szaktudás Kiadó. Budapest
- Németh R., Bak M., Tolvaj L., Molnár S. (2009) The effect of thermal treatment using vegetable oils on physical and mechanical properties of Poplar and Robinia wood. *Pro Ligno* 5(2): 33-37
- Pfriem A., Grothe T., Wagenführ A. (2007) Einfluss der thermischen Modifikation auf das instationäre Sorptionsverhalten von Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). *Holz als Roh- und Werkstoff* 65(4): 321-323
- Sailer M., Rapp AO., Leithoff H., Peek RD. (2000) Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment. *Holz als Roh- und Werkstoff* 31(1): 15-22.
- Stamm AJ., Hansen LA. (1937) Minimizing wood shrinkage and swelling: Effect of heating in various gases. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 29(7): 831-833
- Tiemann H. (1920) Effect of different methods of drying on the strength and hygroscopicity of wood. In: 3rd Ed. The kiln drying of lumber Chap. 11. J. P. Lippincott Co.
- Timar MC., Tuduca TA., Porojan M., Lidia G. (2010) An investigation of consolidants Penetration in wood. Part 1: general methodology and Microscopy. *PRO LIGNO* 6(4): 13-27
- Timar MC., Tuduca TA., Paľachia S., Croitoru C. (2011) An investigation of consolidants Penetration in wood Part 2: FTIR spectroscopy. *PRO LIGNO* 7(1): 25-38
- Tolvaj L., Molnár S., Németh R., Varga D. (2010) Color modification of black locust depending on the steaming parameters. *Wood Research* 55(2): 81-88.
- Varga D., Németh R., Molnár S., Tolvaj L. (2009) Bükk (*Fagus silvatica* L.) faanyag színének homogenizálása gőzöléssel. *Faipar* 56 (2): 20-27

Formaldehid-koncentráció egy új építésű vázszerkezetes épületben

PATKÓ Csilla¹, PÁSZTORY Zoltán¹

¹ NymE FMK Innovációs Központ

Kivonat

A formaldehid a legismertebb káros anyag, mely fa és faalapú építőanyagokból kipárologhat. A cikk áttekintést ad a formaldehidről általánosságban, egészségre gyakorolt hatásáról, lehetséges forrásairól, valamint a vonatkozó előírásokról. A természetes faanyagok is van formaldehid kibocsátása. Az esettanulmányban egy olyan új építésű, könnyűszerkezetes faház beltéri formaldehid-koncentrációját vizsgáltuk a téli és nyári időszak alatt, amiben a helyiségek fa burkolata kezeletlen faanyagból készült. A téli időszak alatt mért formaldehid-koncentráció értékei (11–130 µg/m³) emelkedő tendenciát mutattak a kezdeti mért értékhez képest (34 µg/m³), míg a nyári időszak alatt újra lecsökkentek (24–51 µg/m³). A nyári időszak alatt a természetes szellőztetés hatására csökkent a koncentráció. A külső levegő hőmérsékletének emelkedése nem volt hatással a formaldehid-koncentrációra.

Kulcsszavak: formaldehid, emisszió, faalapú építőanyagok, természetes faanyag