

A faanyag színváltozása nedvesítés hatására

TOLVAJ László¹, PREKLET Edina¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem Simonyi Károly Kar, Fizika és Elektrotechnika Intézet

Kivonat

A faanyagok felszínének nedvesítés hatására történő színváltozását vizsgáltuk tíz fafaj esetében. A nedvesítés csökkentette a minták világosságát és növelte a sárga színezetet. A legnagyobb változást a vörös színezet növekedése jelentette. Éger és nyír esetében a vörös színezet közel megduplázódott. Megállapítottuk, hogy a nedvesítés nem változtatja meg a színezeti szöveget, de jelentősen megnöveli a színezet telítettségét. Gőzölt bükknél a változások sokkal nagyobbak voltak, mint a natúr bükknél. A vizes bázisú lakkréteg nagyobb mértékben változtatta meg a faanyagok színét, mint a nedvesítés.

Kulcsszavak: nedvesítés, reflexiós színekép, színmérés, színváltozás

Colour change of wood induced by wetting

Abstract

The colour change of ten wood species was investigated after wetting the surface. The lightness decreased and the yellowness increased due to moisture. The most intensive change was the increase in redness. Redness almost doubled for alder and birch. Hue was found unaffected by moisture, but chroma increased considerably. Steamed beech suffered much greater colour change than natural beech, due to wetting. A water born lacquer layer produced more pronounced colour changes than that induced by simple wetting.

Keywords: moistening, reflection spectrum, colour measurement, colour change

Bevezetés

A tárgyak színét az határozza meg, hogy a rájuk eső látható fényt az egyes hullámhosszakon milyen arányban verik vissza. A faanyag intenzíven elnyeli a fényt, a benne lévő sokféle fényelnyelő kémiai csoportnak köszönhetően. Az elnyelési tulajdonságokkal azért fontos foglalkozni, mert a visszavert fény is behatol a visszaverő közegbe nagyon kis mélységbe, és onnan verődik vissza.

A faanyag fényelnyelése erősen hullámhosszfüggő. Hon és Ifjú (1978) a fény által keltett szabad gyökök vizsgálatával az ultraibolya fény behatolását 75 μm -nek, látható fényét 200 μm -nek mérte. Kataoka és Kiguchi (2001) az infravörös színeképben még 500 μm mélységben is talált változást xenonlámpás besugárzás esetén, ha kellően hosszú idejű (1500 órás) besugárzást alkalmaztak. A jelenség magyarázata abban keresendő, hogy a fény hatására meginduló oxidációs folyamatok a fénynél lényegesen mélyebbre is behatolnak a faanyagba.

A faanyag színét a kémiai szerkezetében jelen lévő konjugált kettős kötések határozzák meg a szelektív és intenzív fényelnyelésükkel. A faanyag esetében ilyen kötések a ligninben és a járulékos (extrakt) anyagokban találhatóak. A lignintartalomban nincsenek nagy eltérések a fafajok között, ezért a fafajok közötti színeltérést az extrakt anyagokban mutatkozó eltérések okozzák. Az extrakt anyagok jelentős része a gesztesedés során rakódik be a faanyagba. Ezért a geszt és a szijács között jelentős színeltérés alakulhat ki. Sok fafajnál, hasonló okok miatt, a korai és késői pászta között is jelentős színeltérés található.

A faanyag színe a vörös és a sárga közötti tartományba esik. A hengerkoordináta rendszerben (L^* ; h^* ; C^*) a h^* színezeti szög segítségével lehet a színezeteket megadni, ahol a 0 fokhoz a vörös színezet, a 90 fokhoz a sárga színezet tartozik. A közbülső értékekhez a vörös és a sárga közötti színezetek tartoznak. A faanyag sárga színezetét mindig jóval nagyobb számértékek jellemzik, mint a vörös színezetét. A nagyon sötét, csokoládébarnára gőzölt akác esetében is 56° fölött marad a színezet (Varga and van red Zee 2008, Tolvaj és tsai 2010). A magas sárga színezet miatt a faanyag barnás árnyalatot vesz fel, ha megnöveljük a vörös színezetét.

Természetes állapotukban a világos faanyagok inkább sárgák, míg a sötét színű faanyagok esetében relatíve magas a vörös színezet. Lineáris kapcsolat van a faanyag színének világossága és színezeti szöge között (Tolvaj and Németh 2008, Tolvaj and Mitsui 2010, Tolvaj és tsai. 2010).

Ha a szabadba kitett faanyag megázik, akkor a színe sötétebb lesz, és a színezete élénkebbnek látszik. A szakirodalom áttanulmányozásakor nem találtunk a jelenséget részletesen leíró publikációt. Ezért méréseket végeztünk tíz fafajon, megvizsgálva a nedvesítés színváltoztató hatását.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A vizsgálatokhoz akác (*Robinia pseudoacacia* L.), bükk (*Fagus sylvatica* L.), gőzölt bükk (gőzölési hőmérséklet 95 °C, gőzölési idő 1 nap), éger (*Alnus glutinosa* L.), hárs (*Tilia cordata* Mill.), nyár (*P. x euramericana* Pannonia), nyír (*Betula pendula* Roth), tölgy (*Quercus petraea*), lucfenyő (*Picea abies* Mill.), erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.) és vörösfenyő (*Larix decidua* L.) minták felületét nedvesítettük desztillált vízzel. A nedves felszínről 30 perc elteltével a fölösleges vizet letöröltük és elvégeztük a színmérést. A lakkok közül a vizes bázisú lakk színváltoztató hatását célszerű összehasonlítani a vizes nedvesítés hatásával. Az összehasonlítás érdekében natúr bükk, gőzölt bükk és nyár faanyag felületére hordtunk fel vizes bázisú lakkot két rétegben.

Megmértük a felület színét a nedvesítés előtt és után. A színváltozást egy Konica-Minolta 2600d típusú színmérő készülékkel követtük. Fa fajonként két próbatestet készítettünk 100x30x10 (mm) méretekkkel. Próbatestenként 10 ponton végeztünk mérést, így az eredményeink 20 mérési adat átlagaként adódtak. Az adatokat a CIE L*a*b* szinkordináta rendszerben adtuk meg. A mérési eredmények a D65 fényforrásra vonatkoznak, 8 mm átmérőjű mérési felület esetén, 10°-os megfigyelési szög mellett.

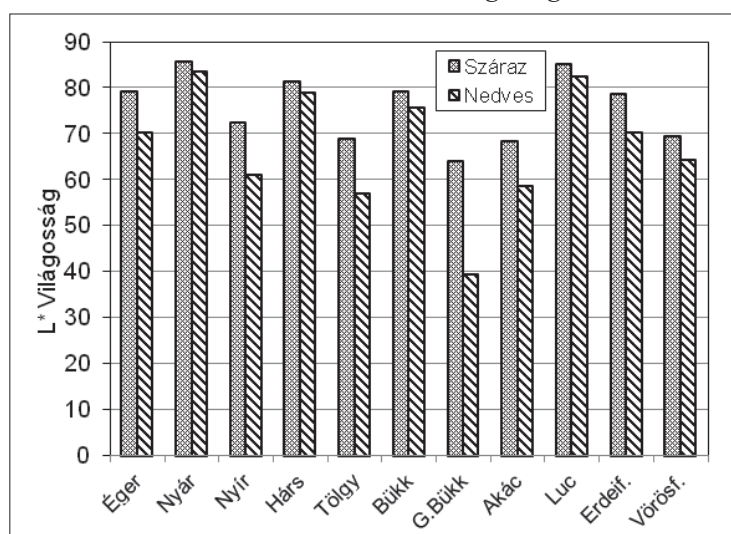
A vizsgálati eredmények értékelése

A faanyag felületének kismértékű nedvesítése is jól látható színváltozást eredményez. A vizuális megfigyelés helyett a színváltozást színmérő készülékkel követtük nyomon, a CIE L*, a*, b* szinkordináták segítségével. A szinkordináták változásait a 1–5. ábrák mutatják be.

A vizsgált fafajok világosságának értékeit száraz és nedves állapotban az 1. ábra szemlélteti. A világosság a vizuális megfigyeléssel összhangban valamennyi mintánál csökkent a nedvesítés hatására. Hasonló eredményekre jutottak Teischinger és tsai is (2012). A faanyag világosságát – ami a visszavert fény intenzitásával arányos – döntően két tényező határozza meg. Az egyik a fény behatolásának mélysége: minél mélyebbre képes behatolni a fény, annál nagyobb az esélye, hogy a diffúz módon visszaverődő fotonok elnyelődnek, mielőtt kijutnának a faanyagból. A másik tényező az anyag fényelnyelő képessége: minél több a fény elnyelésére képes molekula, annál kevesebb foton verődik vissza.

A mérések azt mutatták, hogy a fenyőfélék kisebb világosságváltozást szenvedtek, mint a lomblevelűek. A világosságcsökkenés a fafajok felénél 10% alatt maradt. A legmarkánsabb világosságcsökkenést (38,6%) a gőzölt bükk mutatta. Ezzel szemben a natúr bükknek csak 4,3%-kal csökkent a világossága. Feltűnő volt, hogy a gőzölt bükk jóval több vizet szívott magába, mint a natúr bükk. Ennek következményeként vastagabb réteg nedvesedett át a gőzölt bükk esetében, mint a natúr bükknél. A kialakuló, összefüggő vízrétegek mélyebbre képesek bevezetni a fényt gőzölt bükknél, mint a natúr bükknél. Ez a fő oka a világosság eltérő csökkenésének.

A gőzölés hatására megszaporodnak a kromofor csoportok. A hemicellulózok degradációját követő oxidációs folyamatban keletkeznek az új fényabszorpcióra képes vegyületek. A megnövekedett fényabszorpció a világosság csökkenését eredményezi. Ezek a vegyületek okozzák a gőzölt bükk színének vörös irányú eltolódását is.



1. ábra A világosság változása nedvesítés hatására

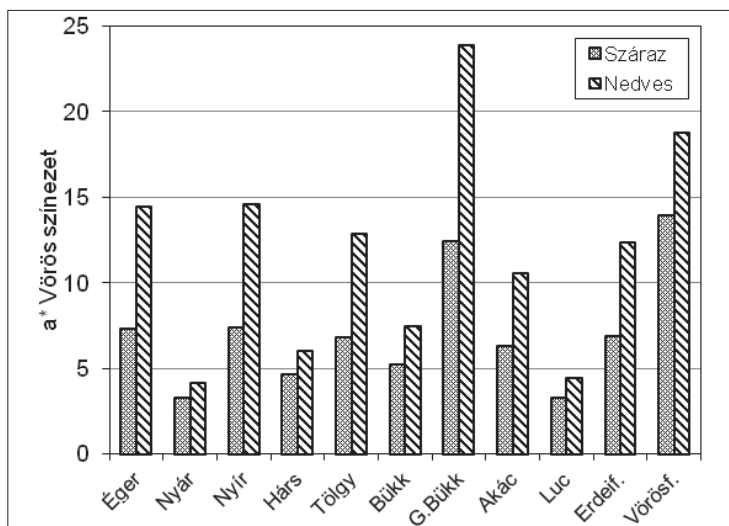
Figure 1 Lightness change due to wetting

A legkisebb mértékű sötétedést a nyár (2,3%) és a hárs (3%) produkálta. A vizsgált fafajok közül ez a két faanyag tartalmazza a legkevesebb extrakt anyagot. Hasonlóan kis értékkel (3,4%) csökkent a lucfenyő világossága is. A nedvesítés hatására történt sötétedés fő oka, hogy a jelenlévő víz mélyebb rétegekbe is bevezeti a fényt, mint amilyen mélységbe a száraz faanyag beengedi azt. A vastagabb rétegben nagyobb az esélye a fényelnyelésnek, és kevesebb fény verődik vissza a felületi rétegből. Ezért érzékeljük sötétebbnek a felületet. Az intenzív fényabszorpciós képességgel rendelkező extrakt anyagok hiánya okozza, hogy a nyár és a hárs csupán kismértékű sötétedést szenvedett.

A nedvesítés hatására a vörös színezet változott a legnagyobb mértékben (2. ábra) a három színkoordináta közül. Ez a változás mindegyik esetben növekedés volt. Néhány faanyag vörös színezete majdnem a duplájára növekedett (éger 97,3%, nyír 96,6%, gőzölt bükk 92%). A legkisebb változás is 25% volt, a nyár esetében. Azok a faanyagok, melyeknek a vörös színezete 5 egység alatt volt száraz állapotban (bükk, hárs, luc, nyár) csak kismértékű színezetnövekedést szenvedtek. Abszolút értékben a gőzölt bükk szenvedte el a legnagyobb változást, ami 11,45 egységnyi volt. Ezzel az értékkel a nedves, gőzölt bükk vörös színezete messze kimagaslik a többi faanyagéhoz képest.

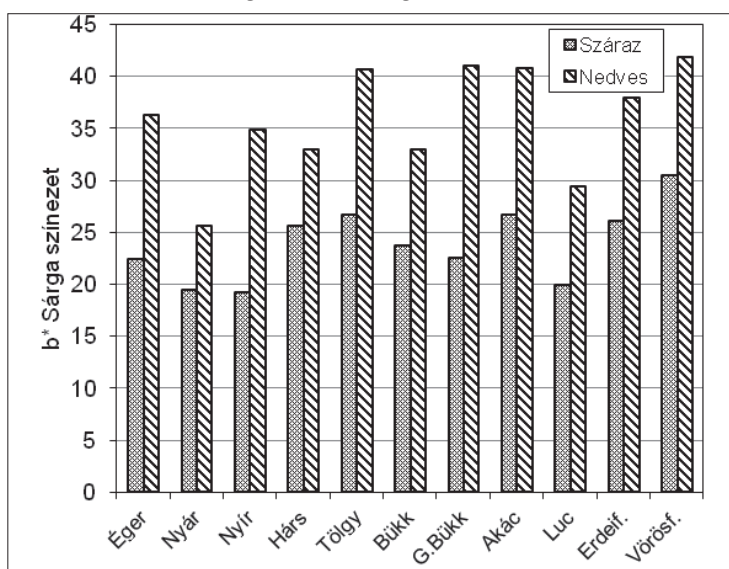
A sárga színezet (3. ábra) sokkal kiegyensúlyozottabban változott a nedvesítés hatására, mint a vörös színezet. A sárga színezet is jelentős növekedést mutatott valamilyen fafajnál. A legnagyobb sárga színezetnövekedést a gőzölt bükk (81,7%) és a nyír (80,6%) produkálta, a legkisebbet pedig a hárs (28,8%) érte el.

A színezeti szög nem változott számottevően a nedvesítés hatására (4. ábra). Kismértékű növekedés és csökkenés is előfordult. A változatlan maradt annak ellenére, hogy a két színkoordináta (a^* és b^*) növekedett. Ezáltal a színpontok távolabb kerültek az L^* világosság tengelytől. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy nem a szín, hanem annak a telítettsége, színezet dúsága emelkedett meg.



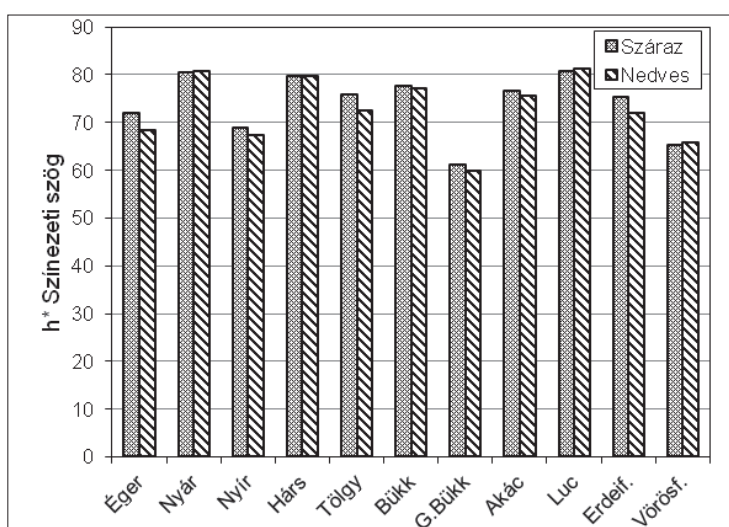
2. ábra A vörös színezet változása nedvesítés hatására

Figure 2 Redness change due to wetting



3. ábra A sárga színezet változása nedvesítés hatására

Figure 3 Yellowness change due to wetting



4. ábra A színezeti szög változása nedvesítés hatására

Figure 4 The colour hue change due to wetting

A feltevést jól alátámasztják az 5. ábrán bemutatott telítettségi adatok. A telítettség valamennyi vizsgált fafajnál jelentősen növekedett a nedvesítés hatására. A legnagyobb telítettség-növekedést a gőzölt bükk (84,2%) és a nyír (82,8%) produkálta. A sorban a következő az éger volt 65,4%-kal. A gőzölt bükk valamennyi színkoordináta esetében a legnagyobb változást mutatta vagy annak közelében volt.

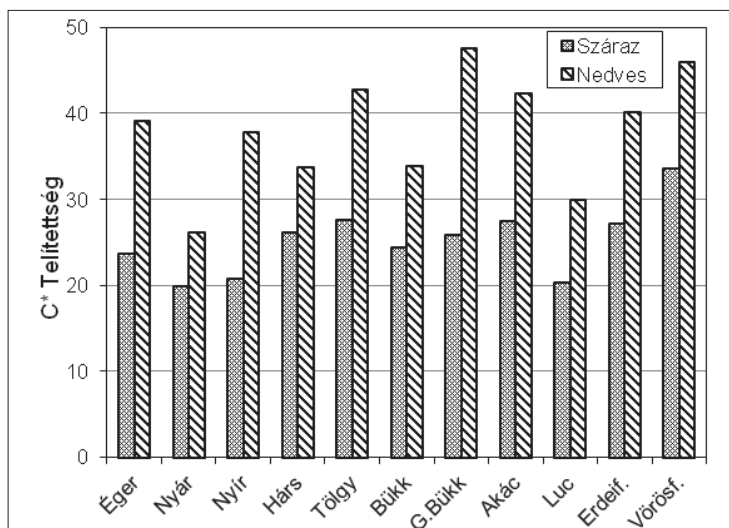
A telítettség növekedése a színek élénkülését jelenti. Minél távolabb van egy színpont az L^* világosság tengelytől, annál élénkebb színt reprezentál. Az L^* tengelyhez közeli színpontok inkább szürkés színekhez tartoznak. Megállapíthatjuk, hogy a faanyag nedvesítése mindegyik esetben az eredeti szín élénkülésével jár.

A színezetváltozások százalékos értékeit mutatja a 6. ábra. Három kivételtől eltekintve (nyár, luc, vörösfenyő) a vörös színezet (a^* koordináta) intenzívebben változott, mint a sárga színezet (b^* koordináta). Ez a három fafaj – a hárssal együtt – produkálta a legkisebb százalékos változást. Négy faanyag esetében (éger; nyír; tölgy; gőzölt bükk) majdnem megduplázódott a vörös színezet. Az erdeifenyő esetében is közel 80%-os volt ez a növekedés. A nyír és a gőzölt bükk esetében a sárga színezet növekedése is 80% körül volt. A többi minta sárga színezetének változása 50% körüli vagy az alatti volt.

A nedvesítésnek a fényt vezető tulajdonsága jól érzékelhető, ha megnedvesítünk egy vékony furnért. A megnedvesített furnér sokkal áttetszőbb lesz, mint a száraz. A bükk faanyagban a gőzölés olyan változásokat hozott létre, melyek hatására a vízfelvevő képesség jelentősen megnőtt. A felületre felhelyezett vízcsepp is jobban szétterült, a gőzölt bükk faanyagon, mint a natúr anyagon. A mélyebb rétegekbe behatoló és szóródó fotonok elnyelődésének nagyobb az esélye, mint sekély behatolási réteg esetén, ezért a reflexió is gyengébb lesz mélyebb behatolásnál. Az elnyelődés növekedése a világosság csökkenésével jár, mert a világosságot a teljes látható tartománybeli reflexió alapján határozzák meg. A színezet dúság növekedésének megértéséhez további optikai vizsgálatok szükségesek.

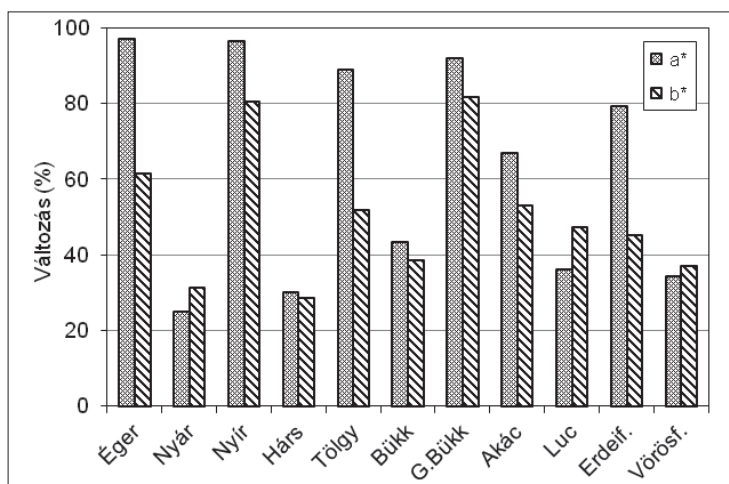
Megmértük a reflexiós színeképek nedvesítés hatására történt változását. Az eredményeket az eltérő tulajdonságú bükk és gőzölt bükk faanyagokkal mutatjuk be a 7. ábrán és nyír esetében a 9. ábrán. A gőzölt bükk reflexiójának mértéke jelentősen csökkent a nedvesítés hatására, összhangban a világosság csökkenésével (1. ábra). Ezzel szemben a natúr bükk esetében alig volt reflexió csökkenés a vörös tartományban, de a kék oldalon a gőzölt bükkével azonos mértékű volt a csökkenés.

A nyír hasonlóan viselkedett, mint a natúr bükk. De a reflexió csökkenése kisebb mértékű volt. A színezet változása annak a következménye, hogy a látható tartományon belül az egyes tartományokban eltérő az abszorpció változása (amit itt a reflexió változása mutat). A bükk faanyag esetében a kék oldalon jelentkezett lényeges abszorpció-növekedés. A változások pontos bemutatásához érdemes elkészíteni a különbségi színeképeket (8. ábra). A különbségi színekép mutatja, hogy a gőzölt bükk esetében a vörös oldalon nagyobb az abszorpció növekedése,



5. ábra A telítettség változása nedvesítés hatására

Figure 5 The change of chroma due to wetting



6. ábra A nedvesítés hatására bekövetkező, százalékos színezetváltozások

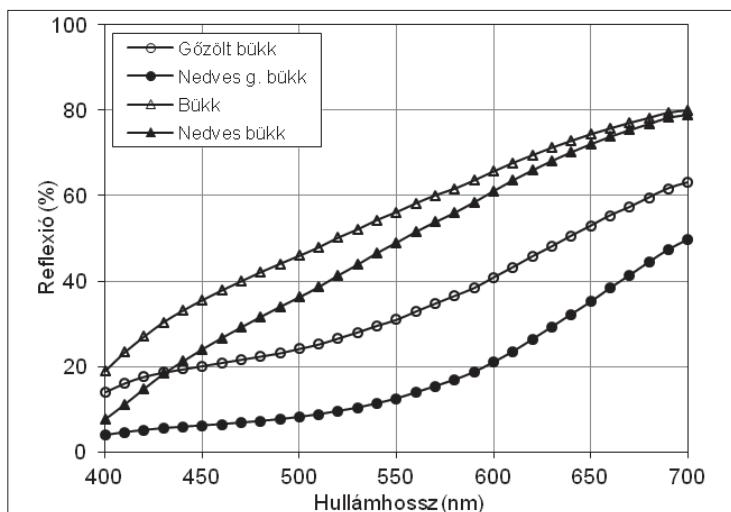
Figure 6 The relative hue change caused by wetting

mint a kék oldalon a natúr bükkhöz képest. A differencia színképen látszik egy jelentős minimum 600 nm környékén. Ezek az eltérések felelősek a színezet változásáért. A bükk és a gőzölt bükk reflexiós színképe változásának mértéke összhangban van a színezeteik változásával (6. ábra).

Az átlátszó lakkréteg a felhordáskor szintén behatol a faanyagba. Megfigyeltük, hogy lakkból kevesebbet nyeltek el a minták, mint vízből. A gőzölt bükk lakkból is többet adszorbeált, mint a többi faanyag. A reflexió változását csak a nyár faanyag esetében mutatjuk be a 9. ábrán. Gőzölt bükknél a lakkréteg valamivel kisebb mértékben csökkentette a reflexió mértékét, mint a natúr bükknél. A jelenség hátterében az áll, hogy a gőzölés hatására már jelentősen csökkent a reflexió mértéke a teljes látható tartományban (7. ábra). A natúr bükknél és a nyár faanyagánál a lakkréteg sokkal nagyobb mértékű reflexió csökkenést okozott, mint a nedvesítés. Az átlátszó lakkréteg esetében egy újabb jelenséget is figyelembe kell venni. A faanyag vékony felületi rétegéből visszaverődő fotonok közül azok, melyek elég nagy beesési szögben érik a lakkréteg belső felületét, nem haladnak át rajta, hanem visszaverődnek a faanyagba, és ott többnyire elnyelődnek. Ezáltal jelentősen csökkentve a szemünkbe (vagy a színmérő készülékbe) visszajutó fény intenzitását. Ez a jelenség okozza a reflexiós intenzitások jelentős csökkenését, ami a világosság csökkenésével jár együtt. Az átlátszó lakkréteg esetében is megfigyeltük a faanyag színének élénkülését. A jelenség megértéséhez további optikai vizsgálatok szükségesek.

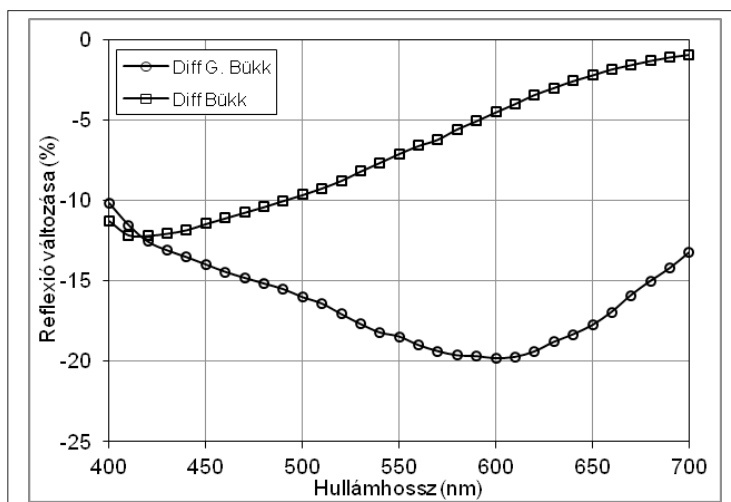
Összefoglalás

A faanyagok felszínének nedvesítés hatására történő színváltozását vizsgáltuk tíz fafaj esetében. A nedvesítés csökkentette a minták világosságát, és növelte a sárga színezetet. A legnagyobb változást a vörös színezet növekedése jelentette. Éger és nyír esetében a vörös színezet közel megduplázódott. Megállapítottuk, hogy a nedvesítés nem változtatja meg a színezeti szöveget, de jelentősen megnöveli a színezet telítettségét. Gőzölt bükknél a változások sokkal nagyobbak voltak, mint a natúr bükknél. A világosság



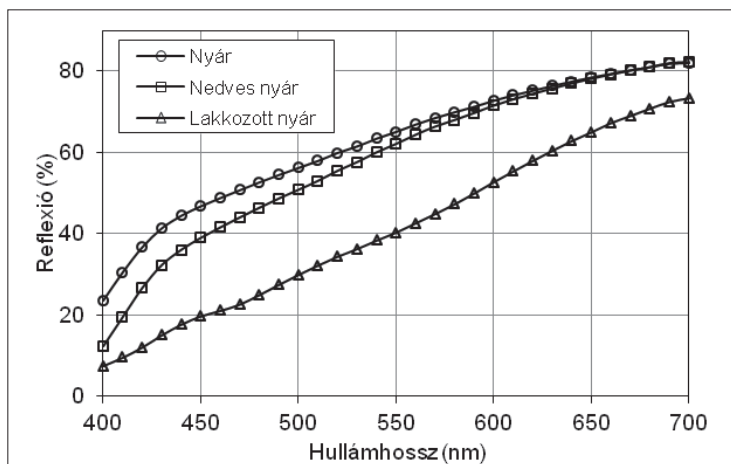
7. ábra A bükk és a gőzölt bükk faanyag reflexiós színképeinek változása a nedvesítés hatására

Figure 7 The change of the reflection spectra for beech and steamed beech caused by wetting



8. ábra A bükk és a gőzölt bükk faanyag különbségi színképe

Figure 8 Difference spectra of beech and steamed beech



9. ábra A nyár faanyag reflexiós színképeinek változása nedvesítés és vizes bázisú lakkréteg hatására

Figure 9 Reflection spectra change of poplar caused by wetting and water based coating

csökkenése azzal magyarázható, hogy a kialakuló vízrétegek mélyebbre képesek bevezetni a fényt, mint a száraz faanyag. Ezzel megnő a fény elnyelődésének lehetősége. A vizes bázisú lakkréteg jóval nagyobb mértékben változtatta meg a faanyagok színét, mint a nedvesítés.

Irodalomjegyzék

- Hon DNS., Ifjú G. (1978) Measuring penetration of light into wood by detection of photo-induced free radicals. *Wood Science* 11 (2): 118-127.
- Kataoka Y., Kiguchi M. (2001) Depth profiling of photo-induced degradation in wood by FT-IR microspectroscopy. *Journal of Wood Science* 47: 325-327. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00766722>
- Teischinger A., Zukal ML., Meints T., Hansmann C., Stingl R. (2012) Colour characterization of various hardwoods. The 5th Conference on Hardwood Research and Utilization in Europe (10-11. Sept.), Sopron, 180-188.
- Tolvaj L., Németh K. (2008) Correlation Between Hue-angle and Colour Lightness of Steamed Black Locust Wood. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 4: 55-59. http://aslh.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/acta_silvatica/cikkek/Vol04-2008/06_tolvaj_nemeth_p.pdf
- Tolvaj L., Mitsui K. (2010) Correlation between hue angle and lightness of light irradiated wood. *Polymer Degradation and Stability* 95 (4): 638-642. <http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2009.12.004>
- Tolvaj L., Molnar S., Nemeth R., Varga D. (2010) Color modification of black locust depending on the steaming parameters. *Wood Research* 55(2): 81-88.
- Tolvaj L., Persze L., Lang E. (2013) Correlation between hue angle and lightness of wood species grown in Europe. *Wood Research* 58(1): 141-145. http://www.woodresearch.sk/articles/7-25-133947_15_Tolvaj.pdf
- Varga D., van der Zee ME. (2008) Influence of steaming on selected wood properties of four hardwood species. *Holz als Roh- und Werkstoff* 66(1): 11-18.