

# A FA ULTRAIBOLYA FOTODEGRADÁCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA A REFLEXIÓS SZÍNKÉP SEGÍTSÉGÉVEL

DR. TOLVAJ LÁSZLÓ

Fizika-elektrotechnika Tanszék

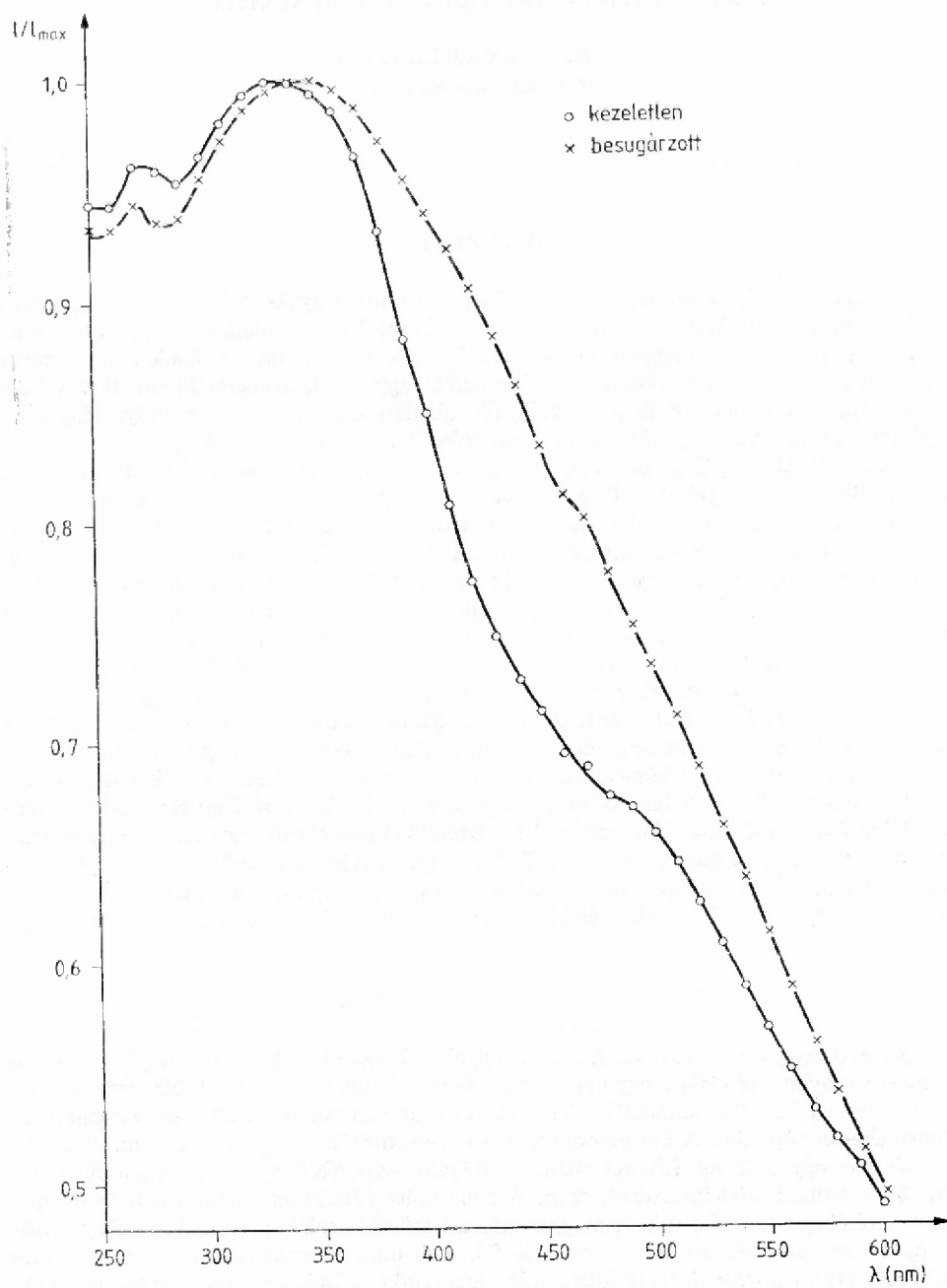
## BEVEZETÉS

A fa egyike az építészetben és a műszaki gyakorlatban gyakran használt anyagoknak. Széles körű felhasználását a kis sűrűsége ellenére jó mechanikai tulajdonságainak, valamint könnyű megmunkálhatóságának köszönheti. Esztétikusan változatos felülete alkalmassá teszi arra, hogy sokféle burkolat készüljön belőle. Így sok faszerkezet ki van téve a Nap ultraibolya sugárzásnak. A fa jó fényelnyelő tulajdonsága miatt az ultraibolya fény csak legfeljebb 75 nm mélységig képes a fába behatolni (D. N.—S. Hon., 1978).

A behatoló UV sugárzás elsősorban a lignint károsítja (D. N.—S. Hon, 1984; S.—T. Chang, 1982). Az elnyelődött fotonok energiája elegendő ahhoz, hogy a kötésben levő elektronokat kiszakítsa, és ezáltal szabad gyököket képezzen. D. N.—S. Hon (1984) szerint a puhafák elveszítik lignintartalmuknak közel 50%-át a felszíni rétegben, ha 40 napig 200 W-os higanygőzlámpa sugárzása éri őket. Az ultraibolya besugárzás hatására szemmel láthatóan csökken a fa felületi fényessége, színei kifakulnak, esztétikus tulajdonságai számottevően károsodnak. Jelentősen csökkennek a felszíni réteg szilárdsági és rugalmassági tulajdonságai (H. Derbyshire, 1981). Sok kutató foglalkozott a fa fotodegradációjával, próbálták tisztázni, hogy a folyamatban milyen szerepe van a jelenlevő oxigénnek, illetve víznek (D. N.—S. Hon, 1980, 1981). Az ultraibolya fény hatására létrejövő kémiai változások ma még pontosan nem ismertek. Nehezíti a jelenség feltárását, hogy a fény degradáló hatása mellett jelen van a hőmérséklettől és a páratartalomtól függő termikus degradáció (B. Holmbom, 1988). A fizika eszközeivel elsősorban a fát károsító fény elnyelésének megakadályozása érhető el. Spektroszkópiai módszerekkel határoztuk meg azt a hullámhossztartományt, amely elsősorban felelős a fa fotodegradációjáért. A reflexiós színeképből következtettünk a fa abszorpciós színeképre. Az ultraibolya sugárzással kezelt és a kezeletlen minta abszorpciós színeképeinek eltéréseiből becsültük meg a káros hullámhossz tartományt.

## A KÍSÉRLET LEÍRÁSA

Nyár és tölgy próbatesteket vizsgáltunk. A gyalult felületű hasábokat (2 cm×2 cm×1 cm) klímaszekrényben 750 W-os higanygőzlámpa fényével sugároztuk be. A 200 órás kezelés alatt a minták 25 °C-os, stabilizált hőmérsékletű légtérben voltak. A reflexiós vizsgálatokat fluoriméterrel végeztük. A két monokromátort szinkronizáltan együtt forgattuk. A kapott színeképeket egy reflexiós feltétellel ellátott OPTICA MILANO spektrofotométerrel ellenőriztük a látható színeképtartományban. A mért reflexióértékeket a magnéziumoxid fényvisszaveréséhez viszonyítottuk. A magnéziumoxid reflexiós színeképét G. W. Luckey (1968) alapján konstans értékre (100%) szoroztuk fel. A fa diffúz fényvisszaverése miatt az egyes reflexióértékek nem voltak reprodukálhatók, de a színekép alakja igen, ezért az összehasonlításához a színeképeket a maximumuknál egységnyire normáltuk. A fluoreszcenciával járó fényelnyelés színeképét úgy határoztuk meg, hogy a megfigyelő monokromátort a fluor-



1. ábra. Nyár probatest abszorpciós színeke.

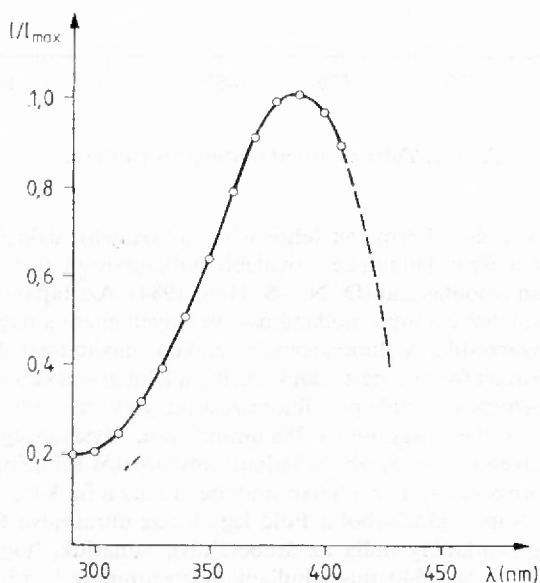
eszencia színekép maximumára (440 nm) állítottuk, és a gerjesztő fény hullámhosszának változtatásával vettük fel a fluoreszcencia gerjesztési színeképet.

A fa abszorpciós színeképe közvetlenül megmérhető, ha kellően vékony, átvilágítható mintát készítünk. A degradációs vizsgálatoknál ez a módszer nem vezet eredményre. Az átvilágítás során a mintának legfeljebb  $10\text{ mm}^2$  területű darabját vizsgáljuk. Attól függően, hogy a vizsgált réteg a korai, illetve a késői pásztaéhoz tartozik, vastagsága és molekuláris szerkezete a leg gondosabb mintakészítéskor is változó lesz. Az inhomogén szerkezet és a változó keresztmetszet az abszorpciós színeképek reprodukálását nem teszi lehetővé.

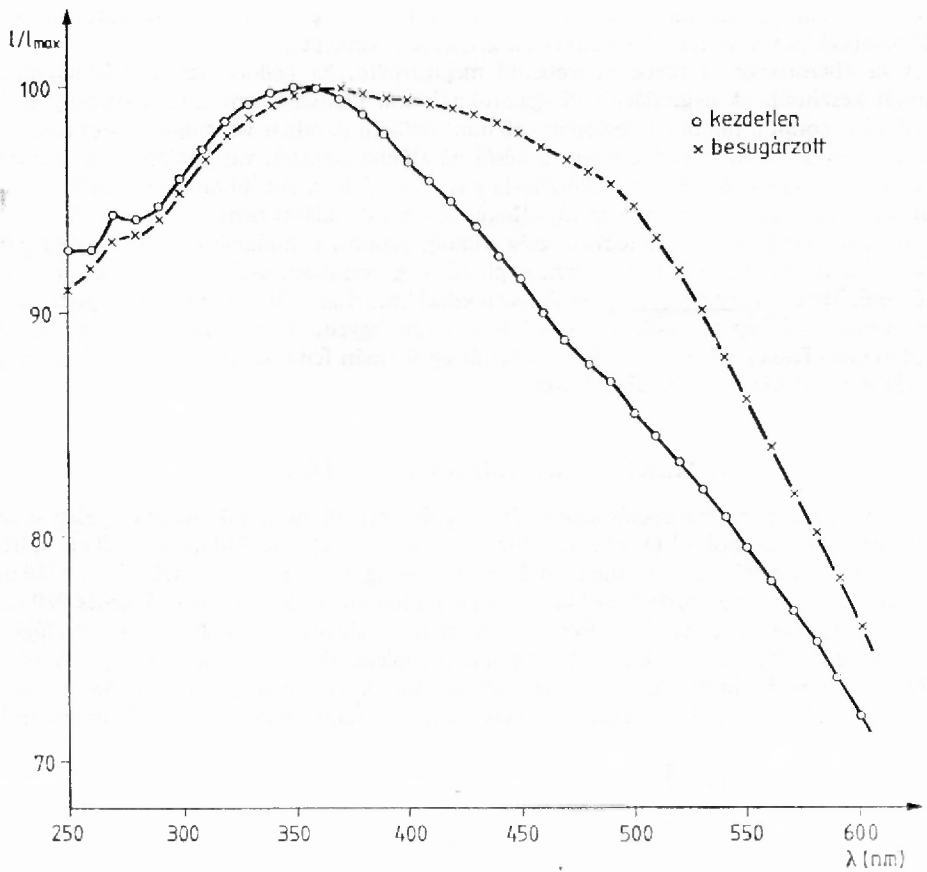
Reflexiós vizsgálatnál a rétegvastagság mindig azonos, a hullámhossz által megszabott érték. Az abszorpciós színekép itt sem kapható meg pontosan, csak a fényszórással együtt mérhető. Mivel a fényszórás a hullámhosszal közel lineárisan változik, a rá szuperponálódott abszorpciós színekép vizsgálható. A mérések során ügyeltünk arra, hogy a megvilágított ( $1 \times 10\text{ mm}$ ) felület a korai és a késői pásztaét egyformán fedje le. Így sikerült elérni, hogy a színeképek alakja reprodukálható volt.

### A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A nyár próbatest abszorpciós színeképet vizsgálva megállapíthatjuk, hogy elnyelési sávok egymásra rakódásából áll (1. ábra). Négy sáv (490 nm, 360 nm, 330 nm és 270 nm körüli maximummal) megkülönböztethető. A 200 órás besugárzás hatására a színekép  $\lambda < 340\text{ nm}$  tartományában az abszorpció csökkent, a másik oldalon pedig nőtt. A csökkenés 280 nm-nél volt a legnagyobb. Mivel az abszorpció mértéke az elnyelő molekulák koncentrációjával arányos, ezért a csökkenés mértéke a lebomlott molekulák mennyiségét mutatja. A 340—600 nm-ig terjedő hullámhossz tartományban mutatkozó abszorpciónövekedés a kötés-felszakadásokból keletkező gyökök, illetve azon produktumok szaporodását mutatja,



2. ábra. Nyár próbatest fluoreszcencia gerjesztési színeképe. A megfigyelés hullámhossza 440 nm. (A szaggatott vonallal jelölt tartományt 470 nm-en regisztráltuk.)



3. ábra. Tölgy próbatest abszorpciós színeke.

melyek a szabad gyökök és a környezet (elsősorban az oxigén) reakciójából keletkeznek. Megállapítható, hogy a fény 340 nm-nél rövidebb hullámhosszú tartománya károsítja a fát. Elsősorban a lignin lebontásával (D. N.—S. Hon, 1984). Azt tapasztaltuk, hogy a nyár fluoreszcenciára képes, tehát bizonyos hullámhosszon elnyelt energia nagyon rövid idő alatt fény formájában kisugárzódik. A fluoreszcencia színeke maximumát 440 nm-nél találtuk meg. Ez az abszorpció azért fontos, mert nem károsítja a kémiai szerkezetet. A fluoreszcencia segítségével felvett abszorpciós színeket (fluoreszcencia gerjesztési színeke) nyár esetében a 2. ábra mutatja. A színeke maximuma 388 nm-nél van, sáv szélessége 90 nm. Ha ezt a gerjesztési színeket elvesszük az 1. ábrán látható abszorpciós színekeből, egyértelműbbé válik, hogy 340 nm környékén van az a határ, ahonnan a fény a fát károsítja. Ha mindehhez hozzátesszük, hogy a Nap sugárzásából a Föld légköre az ultraibolya fény nagy részét elnyeli (280 nm alatt gyakorlatilag nulla az átbocsajtás), láthatjuk, hogy a fa védelméhez elegendő a napfényből a 280—340 nm-es hullámhossztartomány kiszűrése. Ez a sáv nem szélesebb egy molekula egy elektronátmenetéhez tartozó színeknél. Ezért a fa az ultraibolya fény károsító hatásától megfelelően választott anyaggal, melynek fluoreszcencia gerjesztési színeke a fent említett tartományba esik, megvédhető.

A vizsgálatokat elvégeztük tölgyminták esetében is. Az eredményt a 3. ábra szemlélteti. Megállapíthatjuk, hogy a kapott színkép tendenciájában megegyezik a nyárnál tapasztaltakkal. Eltérések az arányokban mutatkoznak. Nincs tehát lényeges különbség a tölgy és a nyár fotodegradációja között. Ez a megállapítás egybeesik a D. N.—S. Hon (1986-ban) leírtakkal.

Érkezett: 1989. augusztus.

#### IRODALOM

- Chang S. T.—Hon D. N.-S.* (1982): Photodegradation and photoprotection of Wood surfaces — Wood and Fiber 14 (2) 104—117.
- Derbyshire H.—Miller E. R.* (1981): The photodegradation of Wood during solar irradiation — Holz als Roh- und Werkstoff 39 341—350.
- Holmbom B.* (1988): Factors influencing the brightness reversion of high-yield pulps- Symposium on Brightness Reversion Finnisch Pulpand Paper Research Institute.
- Hon D. N.-S.—Ifjú G.—Feist W. C.* (1980): Characteristics of free radicals in wood — Wood and Fiber 12 (2) 121—130.
- Hon D. N.-S.—Feist W. C.* (1981): Free radical formation in wood: the role of water — Wood Sci. 14 41—48.
- Hon D. N.-S.—Chang S. T.* (1984): Surface degradation of wood by ultraviolet light — J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed. 22 2227—2241.
- Hon D. N.-S.—Feist W. C.* (1986): Weathering characteristic of hardwood surfaces — Wood Sci. and Techn. 20 169—183.
- Luckey G. W.* (1968): Optical sphere point and a working standard of reflektance — Applied Optics 7 2289—2293.

#### ИЗУЧЕНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ФОТОДЕГРАДАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ РЕФЛЕКТИВНОГО СПЕКТРА

*Д-р Ласло, Толвай*

Кафедра физики и электротехники

#### Резюме

При изучении рефлективного спектра древесины автором определен диапазон длины волны спектра Солнца, которым древесина в первую очередь повреждается. Из различных рефлексии образцов, обработанных и необработанных ультрафиолетовым облучением, сделан вывод об абсорбционном спектре древесины, а также о его изменении. В случае образцов из тополя и дуба вредный диапазон длины волны с учетом эмиссионного спектра Солнца — 280—340 нм.

## EXAMINATION OF ULTRAVIOLET PHOTO-DEGRADATION OF WOOD BY MEANS OF THE REFLECTION SPECTRUM

*Dr. László, Tolvaj*

Department of Physics-Electrotechnics

### Abstract

Examining the reflection spectrum of wood the author determined the wavelength range from the Sun's spectrum that damages wood in the first place. From the difference in reflection of specimen treated with ultraviolet radiation and those untreated the author concluded the absorption spectrum of wood and its changes, respectively. In case of poplar and oak specimen the harmful wavelength range taking the Sun's emission spectrum also into consideration gave 280—340 nm.

## DIE UNTERSUCHUNG DER ULTRAVIOLETTEN PHOTODEGRADATION DES HOLZES MIT HILFE DES REFLEXIONSSPEKTRUMS

*Dr. László, Tolvaj*

Lehrstuhl für Physik und Elektrotechnik

### Zusammenfassung

Der Verfasser bestimmte jenen Wellenlängenbereich aus dem Spektrum der Sonne, der das Holz in erster Linie beeinträchtigt durch Untersuchung des Reflexionsspektrums des Holzes. Aus dem Unterschied der Reflexionen, der sich bei den mit ultravioletten Strahlen behandelten bzw. den unbehandelten Mustern ergab, schlußfolgerte er auf das Absorptionsspektrum des Holzes bzw. dessen Veränderungen. Bei Pappel- und Eichenprobestücken ergab sich der schädliche Wellenlängenbereich, das Emissionsspektrum der Sonne auch beachtet, als 280—340 nm.