

COMCOLOR, a magyar spektrofotométer

Békésy Pál
mondAt Kft.

Évtizedekkel ezelőtt a Könnyűipari Műszaki Főiskolán minden hallgató megismerte a hazai gyártású tristimulusos színmérő műszert, a MOMCOLOR-t. Bár használata a nyomdaiparban nem nagyon terjedt el, kétségtelenül mérőföldkő volt a Magyarországon készített színmérő műszerek között. Hazai gyártású spektrofotométerről azonban kevesen hallottak. Pedig létezik egy, már 1999 óta gyártja a fejlesztő, csak talán a rossz menedzselés miatt, talán annak köszönhetően, hogy az ismeretlen márkával szemben bizalmatlanok az emberek, a műszert nem használják a nyomdák, bár más iparágakban mind a mai napig működtetnek jó néhányat, teljes megelégedéssel, s értékesítésük folyamatos.

Szabados Miklós villamosmérnök érdeklődése korán a világító diódák felé fordult. A családi vállalkozásként működő ELCOMP Kft.-t 1982-ben alapította. Biztonsági beléptető rendszereket, kártyaolvasókat és mérőműszereket fejlesztenek, illetve forgalmaznak, így a saját fejlesztésű COMCOLOR spektrofotométert.

A felhasználók többnyire nem gondolkodnak azon, hogy mi van a spektrofotométeren belül, hogyan működik, és azzal sem foglalkoznak, hogy a színezeteket miként lehet mérni, pedig nem árt tudni, hogy a mérési eredményeink miként is születnek.

Ahhoz, hogy a színezetek méréséről beszéljünk, és gondolatban közelebb kerüljünk a színméréshez, tekintsünk át néhány dolgot. Színmérésnél gyakorlatilag minden, reflexiós minta mérésére készült spektrofotométer esetén a fénysűrűségi tényezőt mérik. Az így mért fénysűrűségi tényezőt összehasonlítják egy ismert tulajdonságú etalon fénysűrűségi tényezőjével.

Egy felület reflexiós tényezőjének (ρ) mérésehez minden esetben rendelkezniünk kell egy reflexiós etalonnal (ρ_E). Egyforma megvilágítási körülmények között megmérve előbb a mérendő minta fénysűrűségét (L_M), majd az etalonét (L_E), aránypárral kiszámíthatjuk a minta felületének reflexiós tényezőjét (ρ_M).

$$\rho_M = \rho_E \cdot \frac{L_M}{L_E}$$

A reflektanciából az alábbi képletekkel számíthatók a színínger-összetevők:

$$X = \sum_{380}^{780} \rho(\lambda) \bar{x}(\lambda) S(\lambda) \Delta(\lambda)$$

$$Y = \sum_{380}^{780} \rho(\lambda) \bar{y}(\lambda) S(\lambda) \Delta(\lambda)$$

$$Z = \sum_{380}^{780} \rho(\lambda) \bar{z}(\lambda) S(\lambda) \Delta(\lambda)$$

ahol: $\rho(\lambda)$ a tárgy spektrális reflektanciája,

$\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$, színínger-megfeleltető függvények,

$S(\lambda)$ a sugárzáseloszlás relatív spektrális teljesítményeloszlása,

$\Delta(\lambda)$ az összegzés intervalluma.

A mérés során a polikromatikus sugárzást monokromatikus sugárzássá bontják az intervallumnak megfelelő lépésekben, és a mérési eredmények összegzéséből adódik az adott színínger-összetevő értéke. Az újabb műszerekben már nem a megvilágító fényforrást bontják fel monokromatikus összetevőkre, hanem a visszavert sugárzást, amit egy érzékelő sorra vetítenek. Ezzel a mérési időt jelentősen le lehet rövidíteni.

A spektrofotométereknél be lehet állítani azt is, hogy melyik szabványos fényforrással mérjen. Általában azonban nem építenek be többféle fényforrást, hanem csak egyet (bár elméletben ennek nem lenne akadálya), és ezzel világítják

meg a mérés elején az etalon fehér felületet. A műszer megméri ennek a spektrális reflexióját az adott fényforrással megvilágítva, és a számításnál ezekből az adatokból meghatározza, hogy mi lenne akkor az eredmény, ha valamelyik szabványos fényforrást alkalmazták volna.

Ha a műszer érzékelője $\varphi(\lambda)$ színinger függvényt számol a műszerbe beépített $S_{BE}(\lambda)$ spektrális teljesítmény-eloszlású fényforrás fényében a $\rho(\lambda)$ reflexió tényezőjű felület mérésekor, viszont $\varphi_{ST}(\lambda)$ színingert kapna eredményül a szabványos $S_{ST}(\lambda)$ spektrális teljesítményeloszlású fényforrás használatakor, akkor

$$\varphi(\lambda) = S_{BE}(\lambda) \cdot \rho(\lambda)$$

$$\varphi_{ST}(\lambda) = S_{ST}(\lambda) \cdot \rho(\lambda)$$

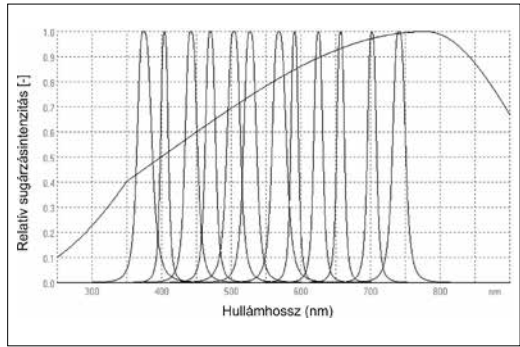
$$\frac{\varphi(\lambda)}{S_{BE}(\lambda)} = \frac{\varphi_{ST}(\lambda)}{S_{ST}(\lambda)}$$

ebből adódik, hogy

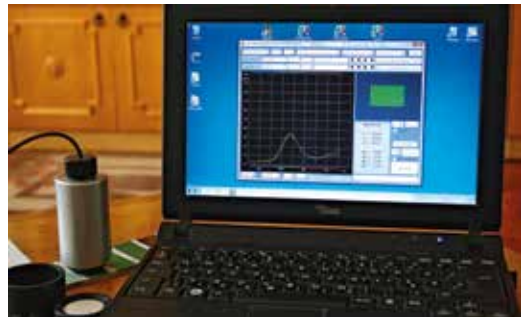
$$\varphi_{ST}(\lambda) = \varphi(\lambda) \cdot \left(\frac{S_{ST}(\lambda)}{S_{BE}(\lambda)} \right)$$

A COMCOLOR esetében a mérésnél teljesen egyedi módon 12 vagy 24 különböző hullámhosszú LED szolgál megvilágításul egy fényforrás helyett, és nincs monokromátor. Az egyes, körkörös elhelyezett világító diódák egymás után világítják meg a mérendő mintát. Mint az 1. ábrán látható, a COMCOLOR spektrofotométerbe beépített LED-ek viszonylag szűk hullámhossztartományban sugároznak, mégsem tekinthetők monokromatikusnak a sugárzásuk, mert nem egyetlen hullámhosszal jellemezhetők. Ezt a problémát oldotta meg Szabados Miklós szabadalma, melynek segítségével a spektrofotométerhez mellékelt program a mérőfej által mért eredményeket korrigálja a diódák sugárzási eloszlására, majd bonyolult matematikai eljárások felhasználásával határozza meg a tényleges reflexió tényező értékét a hullámhossz függvényében. Ez egy teljesen egyedi kialakítású spektrofotométert eredményez, nem található még egy ilyen megoldást használó műszer a világon. A világító diódák ilyen felhasználására még ma sem gondol senki sem, de 1999-ben ez még inkább újdonságnak számított. Azaz egy ember gondolt erre: Szabados Miklós, aki létrehozta a COMCOLOR spektrofotométert.

A mérőműszer határozott előnye, hogy nincsenek benne mozgó alkatrészek, így a mechanikai meghibásodás kizárt. A mérések pontosságára egyedül a diódák melegezése van hatással, ezért a mérőfej pontosan méri az egyes LED-ek hőmérsékletét is. A műszer programja automatikusan módosítja a mért fényerősség-értékeket, a hőmérsékletnek megfelelően, minden egyes diódára külön meghatározott korrekciós tényezőkkel. A méréseket a mérőfejben egy külön mikroszámítógép vezérli a személyi számítógéptől kapott parancsoknak megfelelően. A mikroszámítógépben levő program ügyel arra is, hogy a fényerősség mérése csak a mérőfej stabilizálódott állapotában kezdődjön el. A diódák élettartama legalább 10 millió mérés, de inkább több. A 2. ábrán a COMCOLOR spektrofotométer látható működés közben.



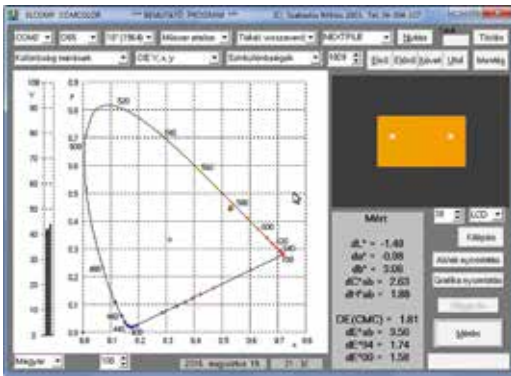
1. ábra. A COMCOLOR spektrofotométerben felhasznált világító diódák spektrális teljesítmény-eloszlása



2. ábra. A COMCOLOR spektrofotométer működés közben

Amennyiben sorozatmérésre van szükségünk, a műszert csak felemeljük, a mért mintára helyezzük, és a mérés megtörténik, majd azt a kö-

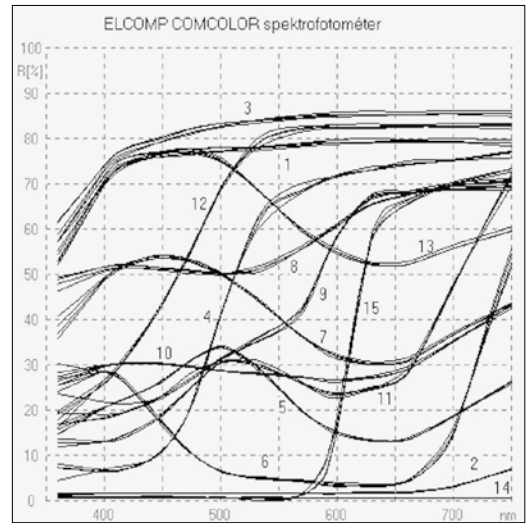
vetkező mintára helyezve mérhető végig a teljes mintasor automatikusan. Nincs szükség semmiféle beállításra, bemelegítési időre, kalibrálásra, azonnal használható üzembe helyezés után. Ez is egyedivé teszi felhasználását. A spektrofotométer kalibrálását tiszta helyen működteteskor elégséges csak negyedévente elvégezni, de porosabb helyen, mint mondjuk a nyomdagépek melletti használatkor, nem árt hetente vagy akár naponta kalibrálni. A műszerben használt alkatrészek megbízhatóan +15°C és +35°C között működnek, amit érdemes figyelembe venni, ha a nyomógépek mellett használjuk a műszert és a helyiség nem klimatizált. A COMCOLOR spektrofotométerhez mellékelte program egy képernyője a 3. ábrán látható.



3. ábra. A COMCOLOR spektrofotométerhez mellékelte program

A mérés gyors, a mellékelte program grafikus is képes kirajzolni a mért színezetek reflektanciagörbéjét, ami az egyik legfontosabb adat az egyes színezetek összehasonlításakor. A mérési eredményeket meg tudja jeleníteni CIE xyY, CIELAB, Munsell, COLOROID színrendszerben is. Számszerűen (a legfontosabbakat felsorolva) képes $L^*a^*b^*$, L^*C^*h , valamint denzitásértékeket megmutatni, a színinger-különbségeket, kitöltési arányokat, relatív denzitásokat, CMYK értékeket, valamint a papír opacitását is. Mentéskor a gép automatikusan eltárolja a mért reflexió 360 és 760 nm hullámhossz közötti értékeit, az újabb verzióban akár 1 nm-es lépésekben, továbbá a mérés időpontját, valamint a használt mérési és kalibrálási beállításokat. A mérési eredmények .txt kiterjesztésű szövegfájlokban tárolódnak, melyek tetszőlegesen szerkeszthetők, így a Microsoft Excel programba is behívhatók to-

vábbi feldolgozásra. A mérőműszereknél mindig sarkalatos kérdés, hogy az egyes forgalmazott példányok között mekkora a színinger-különbség. Bár a mérések eredményére minden esetben hatással van több tényező, így a mért felület minősége is, a gyártó 15 stabil kerámia mintát mért le mindegyik műszerrel. A mérőműszerek mérési eredményeinek összehasonlító vizsgálatát láthatjuk grafikusán a 4. ábrán. Az egyes műszerek között az átlagos eltérés $\Delta E^*_{ab}=0,5$ volt. Ami nagyon jó eredmény.



4. ábra. Különböző COMCOLOR mérőműszerek egymáshoz viszonyított eltérései grafikusán

A COMCOLOR spektrofotométert és a hozzá kapcsolódó számítógépes programot is Szabados Miklós készíti, így bármilyen egyedi igényre testre tudja szabni azt.

A COMCOLOR spektrofotométer néhány műszaki adata:

- ◆ Mérési geometria: 45°/0°
- ◆ Apertúra mérete: 9 mm vagy 4 mm
- ◆ Ismétlőképesség (ΔE^*_{ab}): átlag: 0,01, maximum: 0,02, szórás: 0,01
- ◆ Mérési idő: 1,5 másodperc
- ◆ Mérési tartomány: 380–740 nm, extrapolálva 360, ill. 760 nm-ig, színadatok számítása 360–760 nm között 1 nm-es lépésekben.

Az ELCOMP COMCOLOR spektrofotométerről, az elérhetőségekről bővebb információért lásd a www.elcomp.hu/spektro.html weblapot.