

# A MOMCOLOR színmérők története

Dr. Lukács Gyula

A Magyar Optikai Művek az 1960-as években az ország egyik jelentős ipari nagyvállalata volt. Az ország 30 legnagyobb feldolgozóipari vállalata között létszámban a 30-ik és exportban a 25-ik helyre sorolták, jelentős nyugati kivitele akkor sokat számított. (1) Hagyományos termékei közé tartoztak a geodéziai műszerek, ezek egyik típusával egy nyugati kiállításon aranyérmert nyertek. Ebben az időben alakult ki új termékcsoportként a laboratóriumi műszerek gyártása, amelyek közé jól beilleszthető volt a színmérő műszer.

Ezekben az években a gyárak nem foglalkozhattak kutatással vagy új termékek fejlesztésével, azt az ún. központi kutató intézetekkel kellett elvégeztetniük, amelyek közvetlenül az illetékes minisztériumokhoz voltak rendelve. A műszeriparnak elsősorban a Központi Fizikai Kutató Intézet, az Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium, a Műszeripari Kutató Intézet és a Méréstechnikai Központi Kutató Laboratórium voltak a lehetséges partnerei. A szerződéses kapcsolatot mindkét fél kezdeményezhette.

Korábban foglalkoztam már színmérési kérdésekkel (2) és jó szakmai kapcsolatban voltam a MOM-os kollégákkal. Ekkor a Méréstechnikai Központi Kutató Laboratórium optikai osztályát vezettem és javaslatomra Dr. Striker György igazgató kezdeményezte a MOM-nál, hogy bízzák meg az MKKL-t egy üzemi-laboratóriumi színmérő műszer kifejlesztésével. Posch Gyula, a MOM vezérigazgatója elfogadta az ajánlatot és 1965. 04. 30-án aláírták az erre vonatkozó szerződést. Az MKKL által javasolt és a MOM által elfogadott specifikációt, a szükséges kutatások eredményeit a (3)-ban foglaltam össze. A Méréstechnikai Központi Kutató Laboratórium a MOMCOLOR tristimulusos színmérő kísérleti példányát és annak pausz dokumentációját 1967. 05. 12-én átadta a Magyar Optikai Műveknek.

A MOM eleget tett szerződésben vállalt kötelezettségének és az átvételt követően honosította a dokumentációt, tervcél tárgyaláson elfogadtatta a prototípust, legyártották a kísérleti példányt, annak alapján 1968. 06. 30-ra elkészült a 10 db-os, ún. nullszéria, amely feltétele volt a sorozatgyártás megindításának. Négy év alatt sikerült az ötlettől a sorozatgyártásig eljutni, ami az akkori körülmények között figyelemreméltóan rövid időnek volt mondható.

## A MOMCOLOR tristimulusos színmérő

A műszer talpazatra erősített mérőfejből és villamos egységből állt (1. ábra). A színérésben felületek, folyadékok, paszták és kenőcsök, porok színét kell mérni. Máig nem ismerünk a piacon másik olyan színmérő műszert, amellyel mindezeknek a minta fajtáknak színét könnyen és megbízhatóan mérni lehetne. Másik egyedülálló konstrukciós megoldás volt a mérőfoltnak folyamatos, gumi (zoom) optikával való állítása 5 mm és 15 mm átmérő között. Szükség esetén 2 mm-es mérőfolt átmérőt is be lehetett állítani és az

erre a célra készített mérőrekeszsel mérni. A műszerhez három mérőrekesz tartozott, a szélső határok között a mérőfolt értékét tetszőleges értékre be lehetett állítani és megfelelő határoló rekeszt készítve mérni. A gyakorlatban sokszor vannak ún. metamer minták, amelyeket különböző reflexiós görbéjű színezékekkel festettek meg, de szemmel egyforma színűeknek látszanak. A tristimulusos műszerek egyik érzékeny pontja a minták metamériája. Az ún. illesztő szűrőkombinációkban használt színes optikai üvegek megfelelő kiválasztásával és az egyes elemek vastagságainak optimalizálásával tudunk jó eredményt elérni. Érzékeli a feladatot az első szűrőkombináció adatsora (4). A 0,01 mm-es síkcsiszolási követelményt csak a MOM optikai gyártásának színvonalán álló üzemek tudták teljesíteni. A MOMCOLOR első külföld eladása éppen ezen múlt (5). A mérőfejet a talapzatról le lehetett venni és hat különböző helyzetben rögzíteni, aszerint, hogy mi a minta illetve mi a mérési feladat. Alapállásban (2. ábrán 1a) a műszer tetején lévő mérőasztalra kell helyezni a kalibráló fehér etalont illetve a mérendő mintát. Ha a mérőfejet megfordítva (fejfel lefelé) rögzítjük a mérőállványra (2. ábrán 1b), a külön tartozék kis minták és porok szabad felületének mérésére való asztalt illesztjük a mérőfejhez. Az ebbe helyezett kis fehér zománc etalonnal kalibrálunk és a kismintatartóba tesszük a mérendő tárgyat. Van amikor a mérendő minta nagy és több helyen kell rajta mérni (pl. egy vég textília), akkor a 120 mm x 200 mm-es tárgyasztalt tesszük a mérőasztal helyére (2. ábrán 1c), evvel a mérőfej biztosan felfekszik a mérendő felületre. A műszerhez külön tartozékként kapható 16 db-ból álló interferenciaszűrő készlet, amelyek (2. ábrán 1d) a fényútba hozhatók és a műszer mint egyszerű (abridged) spektrofotométer működik. A 2. ábra 2a szerinti helyzetében kenőcsmérő feltét kerül a műszerre és sötét kenőcsök, paszták színét lehet az azokról visszavert fényvel mérni. Végül a 2. ábra 2b helyzetben lévő műszerrel mérik a küvetába töltött folyadékok színét átmenő fényben. A műszer kezelője a mérőfejen lévő tárcsa forgatásával juttatja a fényútba a  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $Y$ ,  $Z$  színingerősztetevőknek megfelelő szűrőket. Mindegyik színingerősztetevőhöz tartozik egy mérő-helipot a villamos egység alsó részén. A szűrő fényútba forgatásakor kigyullad a megfelelő helipot feletti jelzőlámpa. A helipotot elforgatásával kell a fényelem rövidzárási áramát kiegyenlíteni, amit a galvanométer nullára állása jelez. Ekkor négy jegyre le kell olvasni a helipot állását. A színességi koordinátákat az ismert összefüggésekkel számítjuk:  $x = \frac{X}{X+Y+Z}$  és  $y = \frac{Y}{X+Y+Z}$ . Az adatokat tehát az  $x$ ,  $y$ ,  $Y$  színingertérben adjuk meg. A MOM felkérésére az Országos Mérésügyi Hivatalban berendezkedtek a nagy pontosságú spektrofotometriai mérésekre és rendszeresen szállítottak 16-db-os zománc színetalon készleteket, az ebben lévő fehér etalonnal kalibrálták a műszereket. A színes etalonokkal szabatosan, a piacon egyedülállóan, számszerűen jellemezni lehetett a műszerek ismétlődőképességét és pontosságát a színingertérben. Az etalon-kérdéssel a későbbiekben részletesen foglalkozom.

#### *Főbb műszaki adatok:*

Színingermérő rendszer: CIE 1931 (2°)  
 Mérési geometria: 0° alatti megvilágítás, 45°-os észlelés  
 Tükrös komponens kizárva  
 Sugárzáseloszlások: CIE C és CIE A, külön szűrőkészlettel  
 Fényforrás: 12 V, 25 W, izzólámpa  
 Érzékelő: gyűrűs Se fényelem  
 $X_1$ ,  $X_2$ ,  $Y$ ,  $Z$  illesztése üvegszűrőkkel

Mérőfolt átmérője: 5, 10 vagy 15 mm

Beállítás: OMH kalibrált fehér zománc etalonjával

Folyadékküveték optikai úthossza: 5 mm, 10 mm, 15 mm

Galvanométer érzékenysége:  $10^{-6}$  A/skálaosztás

$10^{-8}$  A/skálaosztás érzékeny állásban

16 db-os zománc etalonkészlet Országos Mérésügyi Hivatal kalibrálásával (1 db fehér, 1 db középszürke, 4 db piros, 4 db sárga, 3 db zöld, 3 db kék etalon)

Színmérési pontossága:  $\Delta x, \Delta y, < 0,005$ , ha  $Y > 10$ , és Munsell-chroma  $> 10$

Színkülönbségmérés pontossága:  $\Delta x, \Delta y < 0,001$ , ha  $Y > 10$  és Munsell-chroma  $> 10$ .

Tápfeszültség: 220 (110, 127) V,  $-15 \% \dots +10 \%$ , 50 Hz

Teljesítmény felvétele: 50 VA

Méreték: mérőfej az állvánnyal 185 mm x 100 mm x 320 mm

villamos egység 400 mm x 400 mm x 275 mm

Tömegek: mérőfej az állvánnyal 3,5 kg

villamos egység 20,5 kg

### A MOMCOLOR továbbfejlesztett típusairól röviden

Ismerünk néhány olyan műszertípust, pl. hőmérőt, gáz- illetve villamos fogyasztásmérőt, amelyet évtizedekig lehet szinte változtatás nélkül gyártani és megfelelni a követelményeknek. A legtöbb műszerrel másképpen vagyunk, néhány év után már jobbat szeretnének a használók: legyen a műszer könnyebben kezelhető, metrológiai tulajdonságai javuljanak stb. A gyártó is figyeli a tudományos eredményeket, a gyártástechnológia fejlődését és állandóan foglalkozik műszerei modernizálásával, tökéletesítésével, s reméli, hogy a javított típussal további vevőket tud szerezni magának. A Magyar Optikai Művek a MOMCOLOR színmérőjéből, 1969-et követően, öt új típussal jelent meg a piacon:

MOMCOLOR tristimulusos nullázó műszerrel,

MOMCOLOR-D digitális tristimulusos színmérő,

MOMCOLOR-DC: színmérő és kalkulátor,

MOMCOLOR-100 tristimulusos színmérő képernyő kijelzéssel,

MOMCOLOR-1000 automatikus tristimulusos színmérő.

Egy későbbi fejezetben fogom részletesen tárgyalni ezeket, mert ehhez ismerni – és előbb nekem ismertetni – kell a CIE (Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság, Commission Internationale de l'Éclairage) által 1975-ben elfogadott és szabványosított CIELAB színingermérő rendszert és az abban értelmezett színingerkülönbségi mennyiségeket. Továbbá a színmérő műszereket jellemző színmérési ismétlőképességet és színmérési pontosságot a CIELAB színingermérő térben. Most előbb nézzük a gyártási és értékesítési adatokat.

## A MOMCOLOR-ok gyártása és értékesítése

A gyártott termék darabszáma a világon mindenütt gyári titok, ezt a MOM-ban a műszer tervezésével foglalkozóknak nem is kellett tudniuk. Ebben az időben Magyarországon az éves terv elkészítésében és teljesítésében gondolkoztak a vezetők. Ha egy évet lezártak, senkit nem érdekeltek azután annak az adatai. A gyártás át is húzódhatott az egyik évről a másikra, így az irodában nagyon nehéz volt tisztában lenni a gyártási számokkal. Persze, ha valaki, mint a műszer gazdája a konstrukciós osztályon, vette magának a fáradságot és végigjárta azokat az osztályokat, ahol adatokkal rendelkeztek, összeszedhette magának a keresett számokat. Ennek előrebocsátásával következik az *1. táblázat*:

**1. táblázat. A MOMCOLOR-típusok gyártási évei és a darabszámok**

MOMCOLOR Galvano- méteres	0-műsze- res	MOMCOLOR-D Digitális műszeres	ua. + kalkulátor	MOMCOLOR-100 Képernyő kijelzéssel	MOMCOLOR-1000 Automatikus, nyomtatóval
1969–1976		1974–1985		1986–1990	1991–1994
230		528	10	115	19

A MOMCOLOR-1000-ből 30 db-os sorozatot indítottak és a mechanikai alkatrészek el is készültek. 19 db-ot összeszereltek és értékesítettek. Ekkor jött a Magyar Optikai Művek felszámolása, nem tudni, hogy hova lett 11 db félkész műszer. A táblázatban összesen 902 db műszer szerepel, ha ehhez hozzávesszük azt a 22 db-ot, amit a Méréstechnikai Központi Kutató Laboratóriumban gyártottak, biztosan mondhatjuk, hogy legalább 924 db MOMCOLOR színmérő műszer került a felhasználókhoz. Összehasonlításképpen a világszerte bevezetett, USA-beli Hunterlab színmérőket gyártó cég, fennállásának első 15 évében, 1957 és 1972 között, mintegy 1000 db színmérő műszert adott el. (6)  
A MOMCOLOR-ok értékesítési adatait a *2. táblázat* tartalmazza:

**2. táblázat. A MOMCOLOR-ok értékesítése országonként.**

Országonként, db			
Albánia	1	Kuba	7
Ausztria	1	Lengyelország	125
Bulgária	46	NDK	160
Csehszlovákia	85	NSZK	6
Franciaország	4	Olaszország	1
Görögország	6	Románia	94
Jugoszlávia	3	Spanyolország	3
Kína	5	Szovjetunió	19
Korea	4	Vietnam	1
	Export		571
	Magyarország		353
	összesen		924

**3. táblázat. A MOMCOLOR színmérők hazai használóiból**

Állami Pénzverő:	1	Kutató Intézet:	
Bányászat: szén	3	Ásványolaj	1
bauxit	1	Automatizálási	1
érc, arany	1	Bőripari	1
Belügyminisztérium:	1	Élelmezési	1
Bőripar:	2	Építéstudományi	1
Egyetem: Agrártud., Debrecen	1	Építőipari	1
Agrártud., Keszthely	1	Faipari	1
Erdészeti, Sopron	1	Fémipari	1
Kertészeti, Bp.	5	Gabonatermesztési, Szeged	2
Műszaki, Bp.	5	Gyógyszer K.	1
Orvosi, Bp.	1	Gyógyszerészeti	1
Veszprémi	3	Gyógyszertechn. Szeged	1
Ellenőrző Int.: Élelmiszer	12	Közp. Élelmiszeripari	2
Gyógyszerészeti	1	Kertészeti, Bp.	1
Kereskedelmi	1	Kertészeti, Fertőd	1
Elektrotechn.	1	Kolorisztikai	1
Papír-nyomda	1	Konzerv, paprika	2
TEXIMEI	1	KÖTUKI	1
Fajtakísérleti Áll.:	3	Közlekedéstud.	1
Festék-lakkipar:	6	Malom, sütőipari	1
Fémű, Mátravidéki:	1	Papíripari	1
Finomkerámia:	2	Szerves Vegyipari	1
Főiskola: Élelmiszerip. Szeged	2	Szeszipari	1
Ker. Vendéglátóipari	1	Szilikátipari	1
Könnyűipari	4	Szőlészeti	1
Vegyipari, Kazincbarcika	1	SZOT	1
Villamosipari, Kandó	1	Textilipari	1
Gépipar:	6	Zöldségkutató, Bp.	1
Gumiipar:	1	Műanyagipar:	13
Gyógyszeripar:	6	Műszeripar:	1
Híradástechn. ip.:	3	MTA Műszerügyi Szolg.:	1
Honvédség:	3	Nyomdaipar:	2
Kerámia, cserépkályha:	1	Olajipar: növény	2
Konzervgyár:	2	kőolaj	2
Kozmetikai ipar:	2	Papíripar:	1
Középisk. Petrik L. vegyipari:	1	Paprika feldolgozás:	1
Közlekedés:	2	Porcelángyártás:	3
		Tervezőiroda:	2
		Textilipar:	10
		Üveggyártás:	2
		Vegyipar:	11
		Zománcipari:	4

A MOMCOLOR-ok exportképesek voltak: a termelés 62 %-át külföldön lehetett értékesíteni. Ebből a KGST országok részesedése 60 %. Feltűnően kevés műszer került a Szovjetunióba, aminek az az oka, hogy a MOM vezetősége nem is akart oda többet eladni, mert a kapott keretét a Nyugatra nem szállítható termékeivel töltötte ki. A tőkés világ öt országába tudtunk MOMCOLOR-t eladni, ebből Franciaországba, Görögországba, Jugoszláviába, NSZK-ba és Spanyolországba egynél több darabot. Műszereink jó hírnevére példa lehet, hogy a MOM volt spanyolországi képviselője 2003-ban ajánlatot kért a MOMCOLOR-1000 színmérő műszerre. Színmérési tájékozottság szempontjából a nyugati országban sem volt jobb a helyzet mint nálunk, csak az akkori körülményes érintke-

zés miatt nehezebb volt elhárítani az akadályokat, jellemzőnek tartom egy franciaországi tapasztalatomat (7).

A hazai vásárló megvehette a MOMCOLOR-t valamelyik belkereskedelmi szervnél, pl. a MIGÉRT-nél, akkor a MOM-ban nem tudtuk meg, hogy kihez került a műszer, csak ha szervizre volt szüksége, de ez ritkán fordult elő. A vevő fordulhatott közvetlenül a MOM kereskedelmi osztályához is, ekkor a kiszállítás előtt a Szerviz osztályon kartont állítottak ki, s ezekről a vásárlókról volt áttekintésünk. 1970 és 1989 között 177 db karton készült, vagyis a 353 hazai felhasználó 50 %-át ismertük. A 3. táblázatban a műszerek tulajdonosai így oszlanak meg:

Volt az	db műszer
Oktatásban	27
Kutató intézetekben	31
Ipar, bányászat, mezőgazdaság területén	109
Egyéb felhasználónál	10
összesen	177

Szánalmasan kevés felsőfokú intézményünk tartotta szükségesnek, hogy a színmerést tanítsa és ehhez MOMCOLOR műszert vásároljon. Legalább tizenhat területen kellene a színmérés fogalmaival és mérésével tisztában lenni (8). Ez csak akkor következhet be, ha az illető terület egyetemén vagy főiskoláján végző tanulóit megtanítják a szükséges ismeretekre. Tudomásom szerint ma legfeljebb öt felsőfokú intézményben oktatják a színmerést. Kevés vigasz a számunkra, hogy Németországban sincs a felsőfokon rendszeres színmérési oktatás (9).

Figyelemre méltó és pozitív a 3. táblázatban, hogy 29 kutató intézet szerzett be MOMCOLOR műszert (volt, amelyik több darabot), ami a színmérési módszernek az azon technológia területén való bevezetését jelentheti. Dicséretes, hogy a megyei Élelmszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézetek egész hálózata berendezkedett színmérésre. Ismert dolog, hogy az ún. hagyományos iparágakban nehezen lehet valami újat bevezetni: a konzerv- és papíriparban alig vettek színmérő műszert.

A Magyar Optikai Művekben kiváló mérnökök és technikusok, jól képzett szakmunkások, valamint sikeres kereskedők fogadták a MOMCOLOR színmérő műszert úgy, hogy a színmérésről addig nem is hallottak. Egy új gyártmány sikere sok műszaki tényezők múlik, de talán még többet nyom a latban, hogy a műszer terjesztése és a felhasználókkal való kapcsolat megfelelő-e vagy sem. A siker érdekében mindenütt be kellett kapcsolódnom ebbe a folyamatba, ahol színmérési tudásra volt szükség. Így a gyári kollégákkal együtt oldottuk meg a problémák egész sorát: a gyártásban az alkatrész kérdéseket, a műszer kalibrálását és ellenőrzését; a műszerkönyvek összeállítását; a típusfejlesztések előkészítését és kezdeményezését; prospektusok és szóróanyagok megírását (különös tekintettel a szakkifejezések helyességére az angol, francia, német és orosz nyelveken); a szakmai tájékoztatást – ismét több nyelven – a kiállításokon és vásárokon; a potenciális vevők és a műszereinket használóknak bevezetését a színmérés elméletébe és gyakorlatába (tanfolyamok különböző nyelveken); az alkalmazástechnikai információs szolgáltatást hazaiaknak és külföldieknek; a műszerrel kapcsolatos tudományos szereplést hazai és nemzetközi szinten stb. Jelentős volt kezdeményezésem a helyes hazai szóhasználatra a 80-as évek elején, bár eredménye csak napjainkban lett. Hamarabb célt értünk a CIELAB

bevezetésével. Az utóbbiak is fontos elemei voltak a MOMCOLOR-ok sikerének, ezeket is ismertetem.

### A szavak helyes használata: a *szín* szó száműzése

Az 1960-1970-es években minden területen a koloristák (festő mesterek) szemmel állapították meg, és a szakmában elfogadott jelzőkkel nevezték meg, hogy a termék színe megfelel-e az előírásnak, valamint, hogy az egyes gyártási sarzsok közti különbségek megengedhetőek-e még. Az átadás-átvételkor a vevő sokszor, a szerinte megengedettnél nagyobb színi eltérésre hivatkozva, árengedményt kért, ilyenkor nehezen eldönthető viták voltak. Az egységes gondolkodásra, a színmérésre való áttérés nehezen ment, mert még a nálunk fejlettebb Németországban is az érdekeltek az új rendszert „bonyolultnak”, meg sem érthetőnek találták. (10)

Az emberi együttlét minden vonatkozásában elengedhetetlen, hogy egyetértés legyen a fogalmak tartalmában és megnevezésében. Mintegy 2500 évvel ezelőtt Konfuciusz (Kr.e. 551-470), a nagy kínai filozófus azt mondta, hogy a bölcs ember: „Nem tűri, hogy a szavaiban rendetlenség legyen. Minden ezen múlik.” (11) Ma már minden területen vannak a fogalmakat definiáló és azok megnevezéseit megadó értelmező szótárak. Egyesek több területre is vonatkoznak, ilyen pl. – a színmérésre is érvényes – metrológiai szótár (12), amelyet jó ha ismerünk. A színmérés fogalmait és azok megnevezéseit a CIE által kiadott Szótár (13) tartalmazza. A Szótárban azonban a *színészlelet* és a *színinger* fogalmak elnevezésében „rendetlenség” van. A következőket találjuk:

02.18 (perceived) color; Farbe, Farbempfindung. (színészlelet)

03.01 (psychophysical) color; Farbe, Farbvalenz. (színinger)

A Megjegyzésben (amely a szabvány magyarázó része) az van, hogy az angolban, ha félreértést nem okoz, mindkét esetben használható magában a color szó. A németek azt mondják, hogy a Farbvalenz helyett a Farbe szó csak akkor használható, ha a környezet teljesen egyértelművé teszi, hogy a Farbvalenz-ről van szó. Tehát mindenki maga állapíthatja meg, hogy az adott esetben félreérthető-e a *szín* (color, Farbe) szó magában való használata vagy sem. A gyakorlatban tehát minden maradt a régiben, csak a jó szakkönyvekben és a színvonalas szakmai folyóiratokban vált egyértelművé a szóhasználat. A Szótárat, mint nemzetközi szabványt Magyarországnak is honosítania kellett, ami az MSZ 9620 szabvánnyal meg is történt. (14, 15) A magyar fordítás Megjegyzésébe be lehetett volna venni, hogy a magyarban a *szín* szó magában való használatát kerülni kell és mindenütt a *színészlelet* illetve *színinger* szavakat célszerű használni, a szabványt honosító magyar bizottság azonban ezt a javaslatot nem fogadta el, bár a (16)-ban már megvalósítottam. Így a hazai szakmai konferenciák előadásain továbbra sem lehetett tudni, hogy az előadó színészleletre vagy színingerre gondolt, amikor a szín szót említette. 1991-ben javasoltam (17), hogy használjunk egy olyan táblázatot, amelyben egymás mellett szerepelnek a fizikai-pszichofizikai és színészleleti fogalmak. 1999 nyarán azután a szakma képviselőivel megegyeztünk egy ilyen összeállításban, amit az 4. táblázatban láthatunk (18, 19). Azóta a konferenciákon, nyilvános alkalmakkor a résztvevők észreve-

hetően egyértelműbben fejezik ki magukat, s örvendetes, hogy ebben a fiatalok élenjárnak.

4. táblázat. A színészlelet jellemzői és az azt létrehozó fizikai és pszichofizikai mennyiségek

Fizikai mennyiségek	Pszichofizikai mennyiségek		Színészlelet
<i>Radiometria</i>	<i>Fotometria</i>	<i>Színíngermetrika (Színmérés)</i>	<i>Pszichológiai jellemzők</i>
optikai sugárzás ( $1 \text{ nm} < \lambda < 1 \text{ mm}$ )	<b>látható sugárzás</b> (380 nm – 780 nm)	<b>színínger</b> CIE 1931 (1964) színíngermérő rendszer	vizuális megjelenés
	spektrális fényhatásfok, láthatósági függvény ( $V(\lambda), V'(\lambda)$ )	<b>színíngerösszetevők, X, Y, Z</b>	
sugárerősség	fényerősség	<b>CIELAB színíngermérő-rendszer, <math>L^*, a^*, b^*</math></b>	<b>színészlelet</b>
sugáráram	fényáram		
sugársűrűség	<b>fényűrűség</b>		
besugárzás	megvilágítás		
		CIE 1976 világossági tényező, $L^*$ CIELAB színezeti szög, $h_{ab}$ CIELAB króma, $C_{ab}^*$	világosság színezet színezetdússág
		<b>CIELAB színíngerkülönbség, <math>\Delta E_{ab}^*</math></b>	<b>színészlelési különbség</b>
		CIE 1976 világossági tényezőbeli különbség, $\Delta L^*$	világossági különbség
		CIELAB színezeti különbség, $\Delta H_{ab}^*$	színezeti különbség
		CIELAB króma-különbség, $\Delta C_{ab}^*$	színezetdússági különbség

*Megjegyzés:* A helyes szóhasználatban – így a táblázatban – a *szín* szó magában nem szerepel, csak *színínger* vagy *színészlelet* található.

### A CIELAB, az antropomorf színíngermérő rendszer

Antropomorf az a színíngermérő rendszer, amely az emberi észleléssel összekapcsolható és avval – jó közelítéssel – egyenlő léptékű. Az ember – megfelelő körülmények között – két egymással érintkező minta között igen kis színbeli különbséget tud megállapítani. A különbségtétel azonban mindig csak kvalitatív: egyforma, nem egyforma; kicsit különböző, egymástól nagyon eltérő stb. a két minta. Az emberi színészlelés „nincs skálázva”, az ember a különbségekhez nem tud számszerű értékeket rendelni. Visszatérve a korábbi



átadás-átvételi vitához, azt csak egy antropomorf színíngermérő rendszerben lehet megoldani. A CIE színíngermérő rendszer  $x$ ,  $y$ ,  $Y$  számhármának  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta Y$  különbségei nem hozhatók elfogadható kapcsolatba az emberi színkülönbségi észleléssel. Az ún. MacAdam-féle tolerancia ellipszisekben csak olyan minták közötti különbséget lehet jellemezni, amelyek  $Y$ -jai közötti eltérés kisebb 0,25 %-nál, tehát majdnem teljesen egyforma világosak. (20) Ilyenek pl. az ugyanolyan típusú fénycsövek, közlekedési jelzőlámpák színes üvegei stb. Másmilyen mintákra a tolerancia ellipszisek nem alkalmazhatók. A színmérést használók másik igénye az volt, hogy a két minta közötti különbséget egyetlen számmal lehessen megadni. 1936 és 1977 között 29 olyan színíngerkülönbséget jellemző számmal próbálkoztak, amelyet itt-ott használtak is (16). McLaren (21) publikálta – az irodalom alapján – az alábbi színíngerkülönbségi képleteknek a vizuális elfogadási döntésekkel (acceptibility) való megegyezését jellemző korrelációs együtthatókat:

CIELAB (1975)	0,672
Glasser Cube Root (1958)	0,671
ANLAB (1944)	0,664
Saunderson-Millner (1946)	0,650
National Bureau of Standards:	
NBS (1939)	0,640
FMC-2 (1967)	0,610
Hunter (1958)	0,605
CIE 1964, $U^*$ , $V^*$ , $W^*$	0,588
FMC-1 (1966)	0,445
$X$ , $Y$ , $Z$ ; $x$ , $y$ , $Y$ (1931)	0,230

A zárójelben lévő számok a képletek közreadásának, publikálásának éveit mutatják. A számítási módszereket részletesen ismerteti a (16). A fenti első négy színíngerkülönbségi számítás a Munsell-féle színminta gyűjteményt leíró összefüggésen alapul. Az ANLAB-rendszer ötödfokú, vagy egyszerűsített formájában harmadfokú polinomokból álló számítását a CIELAB színíngermérő rendszerben köbgyökös összefüggésekkel közelítették, l. (22)-ben a 5. táblázatot. A CIELAB színíngermérő rendszer alkalmazásában nagy előrelépést jelentett, amikor az angol papíriparban megállapították, hogy a szemmel való észleléskor megállapított színkülönbségi osztályok határait a  $\Delta E_{ab}^*$  színíngerkülönbségi értékekkel az alábbi 6. táblázat szerint lehet meghatározni.

6. táblázat. Szemmel észlelt színkülönbség határai  $\Delta E_{ab}^*$  értékében

$\Delta E_{ab}^x$	Szemmel észlelt különbség
<0,5	nem észrevehető
0,5 ... 1,5	alig észrevehető
1,5 ... 3,0	észrevehető
3,0 ... 6,0	jól látható
6,0 ... 12,0	nagy

Huszka Tibor és szerzőtársai evvel megegyező eredményre jutottak paprika-örleményeken végzett méréseikben l. a 7. táblázatot a (24)-ben. A teljesség kedvéért említtem, hogy a mostani közlés idejére bevezették a CIELAB színíngerkülönbség javított alakjait: a  $\Delta E_{94}^*$  és a CMC kifejezéseket, valamint a CIEDE2000,  $\Delta E_{00}$ , összefüggést (25).

## A MOMCOLOR-ok színmérési ismétlőképessége és a színmérési pontossága

A színingermetrikában a metrológia más területén ismeretlen követelményeket kell teljesíteni. Egyetlen műszerrel kell átfogni az egész színingertert: a fehér és nagyon sötét szürke, a majdnem fehér és a legszínezetdúsabb mintákat. A színinger három dimenziós mennyiség, a színészleletnek ebben a színingertérben egy pont felel meg, és ez az elméleti eset, kérdés, hogy a valóságban milyen térrészt kell odagondolni, és hogyan lehet azt meghatározni.

**A színmérési ismétlőképesség.** (27-30) A mérőeszköz ismétlőképességét a metrológiai szótár a (12) szerint értelmezi, ahol a Megjegyzés 2. pontjában az áll, hogy „Az ismétlőképesség mennyiségileg az értékmutatások szóródásának jellemzőivel fejezhető ki.” A mérés technikában az esetek túlnyomó részében erre a mért értékek szórását ( $s$ ) illetve a  $2s$  értéket használják. A színingermetrikai mérésekben három mennyiség pl.  $XYZ$ ,  $L^*a^*b^*$  stb. szóródik, ennek megfelelően választották kezdetben a különböző mennyiségek szórását az elméleti szakemberek éppen úgy, mint a műszergyártó cégek l. a 8. táblázatot a (31)-ben. Senki sem vitathatja, hogy ezekben az adatokban zűrzavart lehet megállapítani. A műszer használója pedig csak a „megengedhető különbségben” tud gondolkodni, vagyis, hogy a színingertérben az elméleti pont helyett mekkora térrész van, s ez észrevehető-e szemmel vagy sem ( $\Delta E_{ab}^* < 0,5$ ). Ezért értelmeztem az általam színmérési ismétlőképességnek nevezett mennyiséget az alábbiak szerint.

A színmérési ismétlőképességet a színingertérben különböző nagyságú gömbök testesítik meg, a gömbök sugarait a következőképpen határozzuk meg. A – mérés tartama alatt stabil – mintát tízszer lemérjük közvetlenül egymás után úgy, hogy minden mérés után a mintát a műszertől el(le)vesszük és újra visszatesszük. Leírjuk az így kapott  $X_i$ ,  $Y_i$ ,  $Z_i$  színingerösszetevőket és kiszámítjuk az átlagaikat:  $X_{\text{átl}}$ ,  $Y_{\text{átl}}$ ,  $Z_{\text{átl}}$ . Meghatározzuk az egyes színingerösszetevő hármassok és az átlag közötti  $(\Delta E_{ab}^*)_i$  színingerkülönbségeket, amelyek az általuk meghatározott egyes pontok és az átlagukat reprezentáló pont közötti távolságok. Ezeknek az átlaga, a  $\Delta \bar{E}_{ab}^*$ , adja meg a keresett gömb sugarát (3. ábra). Völz szerint ennek a térrésznek forgási ellipszoidnak kell lennie. A színingerpontok kis környezetében (amint ez a színmérési ismétlőképességkor is van) a gömbök jól közelítik a Völz-féle adatokat (32). A színmérési ismétlőképesség függ a mérendő minta felületének egyenletességétől, síktól való eltérésétől stb. A mérés megkezdése előtt először meg kell határozni a mérendő minta színmérési ismétlőképességét, l. a (33)-ban a 9. táblázatot. Sem az olcsóbb tristimulusos műszerek, sem a kb. tízszer drágább spektrofotométeres színmérők nem mérnek egyformán az egész színingertérben, amint ezt az alábbi 10. táblázatból megállapíthatjuk.

**10. táblázat. A MOMCOLOR-D, MOMCOLOR-100, MOMCOLOR-1000 színmérők és az OMH spektrofotométereinek színmérési ismétlőképessége**

OMH színetalonok	Y	MOMCOLOR	MOMCOLOR	MOMCOLOR	Orsz. Mérésügyi Hiv. spektrofotométere (1986)
		D (1974)	100 (1986)	1000 (1991)	
1. 05, világospiros	56,0	0,2	0,03	0,03	0,03
12, világoszöld	58,0	0,2	0,03	0,03	0,02
14, középkék	23,0	0,2	0,03	0,03	0,02
00, fehér	84,0	–	0,05	0,05	0,03
15, világoskék	42,0	0,2	0,05	0,05	0,03
2. 09, világossárga	58,0	0,1	0,06	0,06	0,04
03, sötétpiros	5,0	0,2	0,07	0,07	0,15
01, sötétszürke	7,0	–	0,08	0,08	0,06
04, középpiros	21,0	0,2	0,09	0,09	0,11
13, sötétkék	5,0	0,3	0,10	0,09	0,07
3. 08, középsárga	27,0	0,2	0,10	0,12	0,14
07, sötétsárga	7,0	0,2	0,20	0,15	0,10
11, sötétzöld	4,0	0,4	0,20	0,16	0,09
02, telített piros	4,0	0,3	0,20	0,20	0,21
06, telített sárga	56,0	0,2	0,20	0,20	0,10
10, telített zöld	7,0	0,2	0,30	0,28	0,10
átlag		0,2	0,11	0,11	0,08

Megjegyzés. Az Y értékek csak tájékoztatásra vannak.

A színmérés addig nem tisztázott két alapkérdését sikerült a 10. táblázat számsorai alapján megválaszolni: a) a tristimulusos és a spektrofotómetéres színmérők színmérési ismétlőképessége nem állandó az egész színíngermérési tartományban, hanem változik; b) a kétféle színmérő műszer színmérési ismétlőképessége egyenértékűnek tekinthető. Ezzel megdőlt az a vélelem, hogy a tízszer drágább spektrofotómetéres műszerekkel „tíz-szer” jobban lehet mérni. Fenti megállapításokat a 10. táblázat alábbi tartományok szerinti bontásával világosabbá teszem:

**11. táblázat. Színmérési ismétlőképesség tartományonként.**

A CIELAB színíngertér tartományában		MC-D (1974)	MC-100 (1986)	MC-1000 (1991)	OMH (1986)	KCS-18 (1977)
		$\Delta\bar{E}_{ab}^*$				
1. tart.:	öt pont átlaga	0,2	0,04	0,04	0,03	0,19
2. tart.:	öt pont átlaga	0,2	0,08	0,08	0,08	0,12
3. tart.:	hat pont átlaga	0,2	0,20	0,16	0,12	0,11
teljes átlag		0,2	0,11	0,11	0,08	

A Kollmorgen Color Eye KCS-18 spektrofotómetéres színreceptszámító műszerének adatai mutatják, hogy egy kereskedelmi csúcskészülék teljesítménye elmaradt az OMH automatikus spektrofotómetétereinek adatai mögött, ha tehát az OMH-hoz hasonlítjuk a MOMCOLOR-okat akkor szigorúbb összehasonlítási alapot vállalunk. A MOMCOLOR típusok közötti eltérések egyik oka, hogy a szűrőkombinációkat időnként újra kellett számítani, mert az addig használt színes üvegek egy-egy öntésszámú tétele a raktárból kifogyott. N.B. az ugyanolyan betűjelű, de különböző öntésszámú optikai színes üvegek

között sokszor nagy eltérések vannak. A MOMCOLOR-ok közötti eltérések másik oka, hogy az újabb típusok stabilabbak lettek, mint a korábbiak. A 11. táblázat adataiból következik, hogy csak az 1. tartományban lévő pontokra lehet a  $\Delta \bar{E}_{ab}^*$  értékét két tizedessel megadni, a színingertér többi tartományában csak egy tizedesjeggyel való megadásnak van értelme. Mivel ritka a gyakorlatban az olyan mérés, ahol a minták közötti  $\Delta E_{ab}^*$  színingerkülönbséget tized pontossággal kell mérni, ezért általában javasolható a színmérési ismétlőképesség és összetevőinek megadására, ha a mérendő minta felülete a zománc etalonokéhoz hasonló,  $\Delta \bar{E}_{ab}^* 0,2$  (a gömb sugara),  $\Delta L \pm 0,03$ ,  $\Delta C_{ab}^* \pm 0,1$ ,  $\Delta H_{ab}^* \pm 0,1$  tizedekkel megadni.

**A színmérési pontosság.** A mindennapi színmérési gyakorlatban legtöbbször rendelkezésre áll a kívánt színt megvalósító minta és így közvetlen méréssel tudjuk meghatározni a minta és mérésünk tárgya közötti  $\Delta E_{ab}^*$  színingerkülönbséget. Előfordulhat, hogy nincs ilyen minta, csak az  $X, Y, Z$  színingerösszetevőkkel, vagy  $L^*, a^*, b^*$  koordinátákkal van a megvalósítandó minta meghatározva. Ilyenkor ismernünk kell színmérő műszerünk pontosságát (34). A metrológiai szótár szerint (35) a műszer pontosságát a mért értéknek a valódi értéktől való eltérése adja meg. A valódi értéket az etalonok testesítik meg. A színméréstechnika gyenge pontja, hogy kevés színetalont hoznak forgalomba és a kalibrálásuk drága. A MOMCOLOR-ok egyik piaci előnye volt, hogy minden műszerhez, rendes tartozékként kapott a vevő egy 16 db-os zománc színetalon készletet, amelyet az Országos Mérésügyi Hivatal kalibrálva bocsátott ki (36, 37). Az angol National Physical Laboratory, Teddington hozott még forgalomba 11 db-os, kerámiából készült színetalon sort, kalibrálása azonban sokba került (38).

12. táblázat. A MOMCOLOR-D, MOMCOLOR-100 ÉS MOMCOLOR 1000 színmérők átlagos színmérési pontossága

		MOMCOLOR D (1979)	MOMCOLOR 100 (1986)	MOMCOLOR 1000 (1991)
OMH színetalonok				
$Y$				
		$\Delta \bar{E}_{ab}^*$		
1.	05, világospiros 56,0	0,8	1,4	0,5
	01, sötétszürke 7,0	0,6	1,1	0,8
	15, világoskék 42,0	1,4	1,4	0,8
	09, világossárga 58,0	1,5	1,4	0,9
	14, középkek 23,0	1,3	2,5	0,9
	04, középpiros 21,0	2,2	2,5	1,0
2.	08, középsárga 27,0	2,6	2,5	1,1
	12, világoszöld 58,0	0,9	1,4	1,3
	07, sötétsárga 7,0	1,4	2,5	1,5
	11, sötétzöld 4,0	1,8	2,5	1,8
	13, sötétkek 5,0	4,7	2,5	1,8
3.	06, telített sárga 56,0	6,0	5,4	2,2
	10, telített zöld 7,0	4,5	4,2	2,3
4.	03, sötétpiros 5,0	4,6	5,4	3,6
	02, telített piros 4,0	6,2	4,2	5,2
átlagok		2,7	2,7	1,7

Megjegyzés. Az  $Y$  értékek csak tájékoztatásul szerepelnek.  
19-19 db-os gyártási sorozatokon végzett mérések átlagai

A 12. táblázatban (17) három MOMCOLOR-típus átlagos pontosságának adatait látjuk. Mindegyik műszertípusból 19-19 darabbal lemértük a hozzátartozó OMH etalonok mindegyikét, és minden etalonra átlagoltuk a 19 mérés eredményét, ezek szerepelnek a 12. táblázatban. A MOMCOLOR-1000 eredményei a legjobbak, ennek az illesztő szűrői voltak a legsikerültebbek. A színmérési pontosság is a színíngertér egyes tartományaiban különböző. Az 1. tartomány eredményei nagyon jók, a 2. tartományban szereplők elfogadhatók és csak az utolsó négy színetalon közelében nagyobbak a hibák. Hogy egy-egy készüléknek mi a színmérési pontossága, azt a MOMCOLOR műszer használója a műszeréhez mellékelte, kalibrált OMH etalonokkal meghatározhatta, az így kapott számok a táblázatban szereplő adatoknál kisebbek is és nagyobbak is lehettek.

### A tudományos tevékenységek

**A színmérési információs rendszerem.** Az 1970-es évek elejétől egyre többen belátták az iparban, a mezőgazdaságban, a kereskedelemben stb., itthon és külföldön, hogy a színekkel kapcsolatban felmerült vitákat csak műszeres mérésekkel lehet eldönteni. Ezért tudtunk a piacon való megjelenésünk után rögtön, nehézség nélkül eladni MOMCOLOR műszereket. Az új felhasználók egy része azonban már kezdetben olyan elméleti, a minta előkészítésével és a kapott mérési eredményeinek értelmezésével kapcsolatos kérdésekkel találta magát szemben, amelyeket nem tudott megválaszolni (1. pl. (7)). Hazai és külföldi vásárlóink egyaránt természetesnek találták, hogy problémáik megoldásában segítséget fognak kapni a műszerük gyártójától, és a MOM-hoz fordultak. Ezt a feladatot úgy tudtam megoldani, hogy dokumentációs rendszert építettem ki magamnak (39). Teljes terjedelemben gyűjtöttem folyóiratcikket és más dokumentumokat, 32 db nagy iratgyűjtőben, 1983-ban 2154 db volt belőlük. Rendszeresen átnéztem és kicéduláztam 226 folyóiratot, a cédulák száma 1988-ban elérte a 2300-at, persze ezek szak szerint el voltak rendezve.

A MOM-nak nagyon jó könyvtára volt, ide kerültek az átalakult Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium optikai tárgyú könyvei is. Jártak a legfontosabb külföldi folyóiratok: Journal of the Optical Society of America (JOSA), Applied Optics, Optik stb. és megvolt a JOSA valamennyi évfolyama reprint formában, ebben jelentek meg az alapvető szintani közlemények.

**A Mérés és Automatika folyóirat szerepe.** A műszereink használóival folytatott megbeszélésekből gyakran megállapítottuk, hogy új, publikálható eredményei vannak a tanácskérőnek. Néha érvelnem kellett, hogy „ami eredmény nem jelenik meg nyomtatásban – az nincs”, és így mindig elértem, hogy folyóiratcikk formában kidolgoztuk a mérési eredményeket. Ekkor tagja voltam a Mérés és Automatika folyóirat szerkesztő bizottságának és a megfelelő színvonalú közlemények ott megjelenhettek. 1971 és 1992 között, ekkor a lap megszűnt, 128 optikai tárgyú, zömében a színméréshez kapcsolódó közlemény látott napvilágot. A szerzők munkahelyeik szerinti megoszlását a 13. táblázatban látjuk:

**13. táblázat. A Mérés és Automatikában 1971-1992 között publikálók munkahely szerinti megoszlása**

Egyesült Izzó:	2	Kozmetikai ipar:	6
Egyetem: Eötvös L.	1	Könnnyűipari Min.:	1
Kertészeti, Bp.	4	Kutató Intézet:	
Műszaki, Bp.	2	Gabonatermesztési	1
Orvosi, Bp.	6	Közp. Élelmiszeripari	5
Ellenőrző Int.: Élelmiszer	3	Malom-sütőipari	1
Elektrotechn.	1	MKKL	1
Papíripari	1	Műszaki Fizikai Kut. Int.	21
TEXIMEI	2	Zöldségtermeszt. Kecskemét	1
Festék-lakkipar:	4	Magyar Opt. Művek:	23
Fotokémiai ipar:	2	Nyomdaipar:	3
Főiskola: Élelmiszer, Szeged	3	Orsz. Mérésügyi Hiv.:	21
Könnnyűipari	3	Papíripar:	1
Gyógyszeripar:	7	Textilipar:	2

A három nagy „műhely” mellett elég sok iparágban jutottak el a tudományos publikáláshoz. Meg kell jegyezni, hogy más periodikákban is jelentek meg színmérési eredményeket bemutató közlemények, pl. Acta Pharmaceutica Hungarica, Borgazdaság, Gyógyszerészet, Kolorisztikai Értesítő, Magyar Kémikusok Lapja, Műszerügyi Közlemények stb. A Műszer és Automatikát referálta a szovjet Referativnűj Zsurnal, ami akkor derült ki, amikor szovjet kollégák a Mérés és Automatikában megjelent közleményeimet kérték tőlem. (40)

A **Hungarian Scientific Instruments** c. angol nyelven megjelenő, tudományos cikket közreadó periodika öt magyar vállalat: a Chinoin, a Labor MIM, a Magyar Optikai Művek, a Műszeripari Kutató Intézet és a Radelkis közös kiadványa volt, Pungor Ernő akadémikus főszerkesztővel. Az 1977/40–1987/63 számaiban 16 színméréssel foglalkozó közlemény jelent meg, amelyek a Mérés és Automatikában már közreadott cikkek fordításai voltak. Az 1981/52 színmérési különszám volt s 8 tanulmányt tartalmazott. Minden cikkből több száz különlenyomatot kaptunk. Nekem volt egy 600 névből álló névjegyzékem, az azon szereplőknek ezeket a különlenyomatokat is postáztuk. Így azután a MOM neve és tudományos eredményeink is ismertek voltak a külföldi szakmai körökben. Az egyetlen európai tudományos színtani folyóirat, a Die Farbe is felvette szakmai bibliográfiájába a mi 9 beküldött különlenyomatunkat is (41).

Az **Országos Mérésügyi Hivatalban** folyó nagy pontosságú mérések és azokkal előállított etalonok nélkül nem lehetne biztosítani az iparban gyártott mérőműszerek visszavezethetőségét (42). Az OMH-ban az ötvenes évek közepétől foglalkoztak spektrofotometriai mérésekkel és színméréssel. Színmérési célra automatikus spektrofotométert fejlesztettek (37), amellyel kalibrálták a tűzi zománczóással, vaslemezekre felvitt 16 db-os színetalon készleteket (43). Az ipari színminták mérésekor fellépő egyik hibaforrás azok termokromizmusa, vagyis hogy színük függ a hőmérsékletüktől. Az OMH-ban megvizsgálták a 16 db-os színetalon készletük változását +10 °C és +20 °C felmelegedés hatására. A 14. táblázat tanúsága szerint a felmelegedés után a legtöbb színetalon színingermerési adatai megváltoztak, csak a 00, fehér; 01, szürke; 05, világospiros; 11, sötétzöld és 13, sötétkék etalonok értékei maradtak az OMH spektrofotométere színmérési ismétlőképességének közelében (44). A másik fontos tulajdonsága az etalonnak, hogy értéke mennyire állandó, illetve idővel mennyit változik, vagyis milyen időközönként kell az etalonokat

újra kalibráltatni. Az 1975-ben és 1980-ban ugyanazon spektrofotometriai mérőrendszerrel lemerített OMH színetalonok színváltozása kicsi volt: fehérenél  $\Delta\bar{E}_{ab}^x = 0,07$ , a világos színeknél  $\Delta\bar{E}_{ab}^x < 0,5$ , ezt a mérőrendszer hosszúidejű változásaitól nehéz elválasztani. Egyes sötét és telített színű ipari felhasználóknál volt etalonok a felület kopása, a környezeti és egyéb hatások miatt valamivel nagyobb mértékben változtak; ezekre  $1 \leq (\Delta E_{ab}^x)_{\max} \leq 2$  értékeket kaptak, amint az a 14. táblázat jobb szélső oszlopában látható (45). Megnyugtató, hogy a 00, fehér etalon, amellyel a MOMCOLOR műszereket a méréskor beállítják, nem termokróm, és az ipari felhasználóknál is átlagban csak  $\Delta\bar{E}_{ab}^x = 0,07$  érték változott öt év alatt. Mindenesetre célszerű az OMH színes etalonjait ötévenként újra kalibráltatni, és közben gondosan, a dobozukba zárva tárolni.

Az addig használt fehér etalonok: magnéziumoxid, bárium-szulfát, tejüveg és zománc felületek, nem közelítik meg kielégítően az ideális diffuzor felületét és nem teljesítik a fehér etalonokkal szemben támasztott más követelményeket. A szakirodalomban ismertett politetrafluoretilénből (PTFE, HALON márkanévvel) készített fehér etalon az eddigieknél jobbnak tűnik. Reflexiós tényezője a 380 nm – 760 nm-es tartományban nagyobb, mint 0,99. Nem szelektív és nem változtatja az időben reflexiós tényezőjét. Ilyen halonból készült fehér színetalonokat készített és hozott forgalomba az OMH (46).

**14. táblázat. Az Országos Mérésügyi Hivatal zománc színetalonainak termokrómiája és öt éves stabilitásuk**

OMH színetalonok	Színmérési ismétlődőképesség $\Delta\bar{E}_{ab}^*$	Termokrómia		Öt éves stabilitás nyolc ipari felhasználó etalonjaira	
		23 °C + +10 °C	+20 °C	$\Delta\bar{E}_{ab}^*$	$(\Delta E_{ab}^*)_{\max}$
00, fehér	0,03	0,05	0,03	0,07	0,2
01, szürke	0,07	0,05	0,03	0,3	0,6
05, világospiros	0,03	0,05	0,04	0,2	0,4
09, világossárga	0,04	0,1	0,2	0,2	0,4
12, világoszöld	0,02	0,08	0,2	0,2	0,3
15, világoskék	0,03	0,07	0,2	0,3	0,4
04, középpiros	0,11	0,8	1,0	0,4	0,6
07, sötétsárga	0,10	0,3	0,6	0,8	1,6
08, világossárga	0,14	0,6	1,1	0,5	1,1
14, világoskék	0,02	0,1	0,3	0,4	0,7
11, sötétzöld	0,09	0,1	0,4	0,6	1,8
13, sötétkék	0,07	0,1	0,6	0,5	0,8
02, telített piros	0,21	1,2	2,6	0,8	1,9
10, telített zöld	0,10	0,8	1,9	0,6	1,7
03, sötétpiros	0,15	0,5	1,2	0,9	1,9
06, telített sárga	0,10	0,8	1,6	0,9	1,9
Átlag 16 etalonra	0,08	0,4	–	0,5	–

**Tudományos előadásaim és tanfolyamaim.** A hazai és külföldi tudományos konferenciákat, a szimpóziumokat a szereplők legfrissebb eredményeinek bemutatására rendezik. Ezek alkalmasak arra is, hogy a különböző szakterületeken, más országokban dolgozó szakemberek megismerjék egymást és személyes kapcsolatokat teremtsenek. A tanfolyamok célja a szakmai alap- illetve továbbképzés. Minden alkalomra külön előadás szöveget írtam itthonra és külföldre is, kivétel volt, ha egy külföldi utazáskor több helyen kellett szerepelnem, pl. I. Lengyelország.

*Tudományos konferenciái előadásaim és tanfolyamaim itthon.* Nem sorolom fel azt, amikor csak magam tartottam egy előadást, mert feleslegesen növelné a terjedelmet. Emiatt hagytam el a kétévenként rendezett Kolorisztikai Szimpóziumokon elhangzottakat is. A Mérnöki Továbbképző Intézeti előadásokból nem sorolom fel azokat, ahol többedmagammal szerepeltem. A konferenciák és a tanfolyamok:

- IV. Országos Gyógyszertechnológiai Konferencia, 1968. 09. 26-28.
- Élelmiszeripari Mérés és Szabályozástechnikai Konferencia, 1971. 05. 26-27.
- MOMCOLOR műszert ismertető tanfolyam. MOM rendezés. 1971. 06. 21-22.
- Internationales CONFRUCTA-Symposium 1973 in Budapest. 1973. 04. 16-17.
- Műszaki Fizikai Kutató Intézet színmérési szeminárium. 1973. 03. 27-én és 1973. 04. 10-én
- Original-Hanau GmbH. Szimpózium. 1976. 04. 27-28.
- Kertészeti Egyetemen az 1985/86. tanévben Színmérés előadást tartottam, két féléven át heti 2 h-ban.
- Méhnöki Továbbképző Intézetben:
  - 1972 tavasszal: Színmérés, 9 h.
  - 1976 őszén: A színmérés elmélete és gyakorlata. I. 16 h.
  - 1980 tavasszal: A színmérés elmélete és gyakorlata. II. 13,5 h.

*Tudományos előadásaim és tanfolyamaim külföldön:* Az előadásokat angol, francia, német illetve szerb nyelven tartottam, a helyzetnek megfelelően, egyedül Moszkvában a tanfolyamon volt tolmácsra szükségem. Számos esetben – elsősorban a MOM rendezvényeire – előadásaim teljes szövegét az idegen nyelvre fordítva magammal vittem és kiosztottam a hallgatóságának.

- Anglia: 1975. London, a CIE 18-ik ülészakán (27).
- Ausztria: 1975. Wien, Magyar Gazdasági Napokon.  
1976. Wien, Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein meghívására (47).
- Berlin, Ny.: 1973. Elektrisches Institut der TU, Prof. Krochmann meghívására.
- Bulgária: 1976. Szófia, a MOM kiállításán.  
1980. Plovdiv, az Élelmiszeripari konferencián.  
1984. Plovdiv, a Naucsribor Szev '84 konferencián.
- Csehszlovákia: 1974. Prága, a Magyar Műszaki Napokon.  
Pozsony, a Magyar Műszaki Napokon.
- Egyiptom: 1970. Kairó, a Drug Research and Control Centerben MOM rendezés.  
Alexandria, a Textilipari szakembereknek Metrimex rendezés.
- Franciaország: 1977. Bordeaux, a Festékipari szakkiállításán.
- Jugoszlávia: 1977. Újvidék, a Műszaki Egyetem meghívására.



- Lengyelország: 1971. Poznan, az egyetemen MOM rendezés.  
Lodz, a Textilipari Kutatóban MOM rendezés  
Varsó, az egyetemen MOM rendezés.
- Németország, NDK: 1968. Drezda, az Interlack-Interfarbe '68 konferencián (5).  
1972. Lipcse, a III. Műszeripari szakkiállításon.  
1974. Drezda, az Interlack-Interfarbe '74 konferencián.  
1976. Lipcse, az V. Műszeripari szakkiállításon.  
1979. Jena, an kéton C. Zeiss rendezés.  
1982. Lipcse, tanfolyamon C. Zeiss rendezés.  
1983. Drezda, tanfolyam a malomipariaknak.  
1990. Drezda, a Magyar Műszaki és Gazdasági Napokon.
- Románia: 1986. Bukarest, MOM rendezés.
- Svájc: 1989. St. Gallen, az IARIGAI Symposion on Colorimetry-n.
- Szovjetunió: 1970. Moszkva, a Papíripari Kutatóban.  
1977. Moszkva, az Automatizáció kiállításon.  
1978. Moszkva, a Naucspribor Szev '78 konferencián.  
1982. Moszkva, 3 napos MOM tanfolyam térképészeknek.

### **A MOMCOLOR továbbfejlesztett típusai**

A MOMCOLOR tristimulusos színmérő mozgatható mérőfejből és villamos egységből állt. A mérőfej a 2. ábrán látható helyzetekbe volt állítható és ily módon minden előforduló mérendő mintát lehetett vele mérni. A mérőfej változatlan maradt mindvégig, csak a kézzel történő szűrőváltást szüntették meg az automatikus kivitelben egy léptető motor beépítésével. A fejlődést, a kényelmes kezelést a műszer által adott  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $Y$ ,  $Z$  színíngerösszetevőknek más színíngerrendszerekbe való átszámítása és kinyomtatása jelentette. Erről ad áttekintést a 15. táblázat.

15. táblázat. MOMCOLOR-ok összehasonlítása

MOMCOLOR-1000 (1991)	MOMCOLOR-100 (1986)	MOMCOLOR-DC (1977)
Színhőmérséklet automatikus korrekciója	Szűrőtárcsa forgatása kézzel	Szűrőtárcsa forgatása kézzel
Automatikus mérés és kalibrálás		
Önteszt bekapcsoláskor és üzem közben		
Skálák: $X_1X_2YZ, XYZ, xy,$ CIELAB, Hunter, $\lambda_d, p_e, Y_C$	$xy, CIELAB,$ ANLAB, Hunter	$XYZ, xyY, CIELAB,$ ANLAB, Hunter
$\Delta E_i$ $\Delta E_{ab}^*, \Delta E_{Hu}, \Delta E_{AN},$ $\Delta E_{FM-2}, \Delta E_{uv}^*$	$\Delta E_{ab}^*, \Delta E_{AN}, \Delta E_{Hu}$	$\Delta E_{ab}^*, \Delta E_{AN}, \Delta E_{Hu}$
$\Delta_i$ $\Delta a^*, \Delta b^*, \Delta L^*,$ $\Delta a, \Delta b, \Delta L$ $\Delta C_{ab}^*, \Delta H_{ab}^*, \Delta L^*$	$\Delta C_{ab}^*, \Delta H_{ab}^*, \Delta L^*$ $\Delta A, \Delta B, \Delta L$ $\Delta a, \Delta b, \Delta L$	$\Delta a^*, \Delta b^*, \Delta L^*$ $\Delta A, \Delta B, \Delta L$ $\Delta a, \Delta b, \Delta L$
Indexek: WI ( <i>fehérség</i> ) ASTM E-313 (Taube) Hunter, Berger, Stensby, CIE YI ( <i>sárgaság</i> ) ASTM E-313 ASTM D-1925	WI <sub>Taube</sub>	–
Kijelzés: 2x40 karakteres Számító egységen: alfanumerikus, LCD	140 mm átlóméretű képcső, 16 sor 32 karakter	Villamos egységen: 4½ digites digitális voltmérő
Nyomtató: beépített, két színű, 40 karakteres	Villamos egységen: 4½ digites digitális voltmérő	Kalkulátorba beépített nyomtató
Kimenet: RS 232C		RS 232C

A MOMCOLOR-D típusban (1974) megszűnt a beállító helipotok állítása minden egyes méréskor, mert a galvanométer helyére került digitális voltmérőről közvetlenül lehetett leolvasni a színíngerösszetevőket (48). Ekkor került a választékba az ún. nagyátmérőjű mérőfej, amellyel 15 mm és 50 mm közötti átmérőjű mérőfolttal voltak mérhetőek a minták. A műszer B5-ös formátumú, 16 oldal terjedelmű, 1979-ben megjelentetett, színes prospektusában hét, fél-oldalnyi Compendium Coloris (Színtani Tudnivalók) volt, messze megelőzve más cégek hasonló összefoglalásait (49). Ez is, mint a legtöbb prospektus angol, francia, német, orosz és spanyol nyelven is elkészült, a magyar mellett.

A MOMCOLOR-DC típus (1977) volt az első megoldásunk, amelyben a más színínger-mérő rendszerekbe való átszámítást és a színíngerkülönbségek számítását is megkapta a felhasználó. A színmérőhöz csatlakozó kalkulátort az Elektronikus Mérőműszerek Gyárában tervezték és készítették. A célkalkulátorba a színmérőből közvetlenül jöttek az adatok, de átszámításokat lehetett végezni kézi adatbeadással is. A CIE által szabványosított CIELAB rendszer mellett, az Európában korábban már elterjedt Adams-Nickerson-féle és az USA-ban legtöbbször használt Hunter-féle Lab rendszerbe lehetett átszámolni. A kalkulátorba nyomtató volt beépítve. Az EMG célkalkulátor adatai:

mérete: 260 mm x 320 mm x 85 mm  
 tömege: 2 kg

A *MOMCOLOR-100* típus (1986) fejlesztésekor, 1983-ban derült ki, hogy az illesztő szűrőkhöz addig használt színesüveg öntések elfogytak és új szűrőkombinációkat kell számítani. A MOM-ban nem volt olyan spektrofotométer, amellyel a szükséges pontosságú méréseket el lehetett volna végezni, ezért a szűrők számításával az Országos Mérésügyi Hivatal Optikai Laboratóriumát bízták meg (50). A színmérőhöz külön számító egység csatlakozott, amelyben az Egyesült Izzó kaposvári gyára által szállított 140 mm átlóméretű, 16 sor 32 karakter, alfanumerikus képcső volt. A képcsőn megjelentek a használt etalon és mért minta  $X, Y, Z$  színingerösszetevők, a transzformált rendszerben, pl. a CIELAB-ban az  $a^*, b^*, L^*$  koordináták és a  $\Delta E_{ab}^*, \Delta C_{ab}^*, \Delta H_{ab}^*, \Delta L_{ab}^*$  színingerkülönbségi értékek. A műszerrel meg lehetett kapni az ANLAB és a Hunter *Lab* rendszerben számított értékeket, valamint a Taube-féle fehérségi mérőszámot is. A műszerhez is készült színes, 17 A4-es oldalnyi prospektus a szokott nyelveken. A számító egység adatai:

mérete: 520 mm x 335 mm x 240 mm  
 tömege: 10 kg

A *MOMCOLOR-1000 automatikus tristimulusos színmérőt* (1991) Mara József vezetésével tervezték a MOM Globios Kft. Számítástechnikai Osztályán (51) (4. ábra). A műszer mérőfejből és elektronikai egységből állt. A mérőfejbe beépített motor automatikusan váltotta a szűrőkészleteket; a mérőfejjel valamennyi korábbi mérést el lehetett végezni. A szűrőkombinációk és az érzékelő Se-fényelemek készülékeként össze voltak válogatva. A lámpa színhőmérsékletének korrekciós utánállítása automatikusan történt. Az elektronikus egység a mérőfejből érkező villamos jeleket feldolgozta és tárolta. A tároló első részébe a kiindulási adatok és az abból számított függvényértékek, a második részbe a referencia értékek és abból számított függvényértékek kerültek. A különbségi értékek meghatározásakor a – méréssel vagy kézzel – bevitt értékekből kivonták a referencia értékeket. A harmadik tároló részben voltak a műszer automatikus kalibrálásához használt etalonok színingerösszetevői. A műszer öntesztje bekapcsoláskor és üzem közben is automatikusan működött. A 15. táblázaton látható, hogy a MOMCOLOR-1000-ben megvoltak a használatos skálák, ki lehetett számítani a szükséges színingerkülönbségi mennyiségeket, továbbá a fehérségi és a sárgasági indexeket is. Az elektronikus egység adatai:

mérete: 360 mm x 280 mm x 100 mm  
 tömege: 5,2 kg  
 teljesítményfelvétele: 70 VA

## Összefoglalás

A MOMCOLOR jól szerepelt az 1968. évi külföldi bemutatkozásán (5), az 1971-ben végzett hazai összehasonlító vizsgálatokon (52) pedig egyenértékűnek találták az akkor minta-műszernek tekintett, az angol Hilger cég által gyártott J 40 típusú tristimulusos színmérővel. A D, DC és 100 jelű továbbfejlesztésekben javultak a műszaki jellemzők (10. és 12. táblázat) és az adatok feldolgozása is bővült (15. táblázat). Ugrásszerű fejlődés volt a MOMCOLOR-1000, amely teljesen automatikusan működött, valamennyi szükséges átszámítást el lehetett végezni, ezen túlmenően a statisztikai számításokkal (átlag, szórás) és a színmérési ismétlőképesség meghatározásával olyat adott, amely egyetlen külföldi színmérőnél nem volt található. A MOM átalakulás és az utód Globios megszűnte miatt a típus már nem tudott teljesen kifutni. A közel 10 év után érkezett spanyol megrendelési szándék arra mutat, hogy sikere lehetett volna a MOMCOLOR-1000-nek is.

Az 1970-1980-as években a MOMCOLOR-ok használatba vételével széles körben elterjedt a színmérés és kialakult annak hazai tudományos ága is. Ennek egyik megnyilvánulása volt, hogy a két évente rendezett Kolorisztikai Szimpóziumokra egyre több színmérési előadással jelentkeztek. Kezdetben egy-két ilyen szerzőt találunk, de az 1999. évben (53) az előadások 66 %-a, 2001-ben (54) a 74 % foglalkozott színmérési és színészlelési kérdésekkel. A Veszprémi Egyetem Képfeldolgozási és Neuroszámítógépek Tanszéken széleskörű szintani kutató munka folyik. Az évenként rendezett Lux et Color Vespremiensis konferenciákon találkoznak a hazai szintannal és színészleléssel foglalkozó szakemberek. A veszprémi kutatás irányítója, dr. Schanda János professzor angolul megjelent kitűnő összefoglalását (55) le kellene fordítani magyarra is.

A sorok írója abban bíz, hogy lesz rövidesen újra magyar gyártású színmérő műszer, s az tovább pezdíti a hazai színmérési elméleti és gyakorlati tevékenységet.

LUKÁCS  
2003. 10.20.

## Jegyzetek

- 1 *Népszabadság*, 1972. 05. 28.
- 2 Lukács Gyula: Színmérés. In: *Bárány Nándor: Optikai műszerek elmélete és gyakorlata*. 4. k. Bp. Nehézipari kvk. 1952. 661-685. p.
3. *A MOMCOLOR a Méréstechnikai Központi Kutató Laboratóriumban*. A színméréstechnika helyzetét és a piacon kapható színmérőket bemutató tanulmány alapján elfogadták, hogy négy szűrővel működő, ún. tristimulusos színmérő az a korszerű megoldás, amely jól illeszkedik a MOM profiljába. A tervcélban rögzített jellemzők:
  - a)  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $Y$ ,  $Z$  szűrők lesznek. A négyszűrős megoldás ismétléképességben felveheti a versenyt a sokkal drágább spektrofométeres megoldással.
  - b) Fényforrás mindenütt beszerezhető autólámpa lesz, helyzetének pontos beállítását meg kell oldani.
  - c) Az érzékelő Se-fényelem.
  - d) Az illesztő szűrőket optikai üvegből kell készíteni. A fémgőzölt vagy a zselatin szűrők nem időállóak, bár jobban illeszthetők.
  - e) A mérési geometria: merőleges megvilágítás és 45°-os észlelés. A tükrös komponenst a mérésből ki kell zárni.
  - f) Az  $X = X_1 + X_2$ ,  $Y$ ,  $Z$  színingerösszetevők a CIE 1931-es 2°-os látómezőre és a CIE C sugárzáseloszlásra vonatkoznak.
  - g) A műszer a többféle helyzetben használható mérőfejből és az elektromos egységből áll. A műszer a megfelelő tartozékokkal alkalmas legyen felületek, porok, folyadékok, kenőcsök színének mérésére.
  - h) A műszer érzékenyebb legyen, mint a szem. Már nem észrevehető kis színészlelési különbségekhez is tartozzék mérhető és megmért színíngerkülönbség.

A munka befejezésére: a kísérleti példány elkészítésére és dokumentációjának leadására vállalt határidő 1967. 04. 30-ika abban az időben szokatlanul szoros vállalás volt, de 1967. 05. 12-re sikerült teljesíteni. Két év alatt elvégezték a választott lámpatípus tartóssági vizsgálatát a tervezett aláfeszítésnél; Blazsó Tibor, Kiss Barna és Lukács Gyula gumioptikás módszert szabadalmaztatott a mérőfolt 5 mm és 15 mm közötti folyamatos beállítására; Blazsó Tibor kidolgozta a szűrőszámítás matematikai módszerét; Lukács Gyula és Rohály Gáborné mérésekkel megállapították, hogy milyen típusú Se-fényelemet kell használni; Lukács Gyula és Rohály Gáborné összehasonlító mérésekkel tisztázták az objektív színmérés fölényét a vizuális színméréssel szemben; Bábi Ferenc a műszer villamos egységét tervezte. Elkészült a kísérleti összeállítás, a működési minta (az ún. deszka-modell) végül a sorozatgyártására alkalmas kísérleti példány és annak pausz dokumentációja. Az MMKL – a MOM engedélyével – a gyártás megindulásáig kísérleti műhelyében legyártott majd értékesített 22 db MOMCOLOR-t. A termelési adatokban ezek is szerepelnek. A fontosabb tudományos publikációk:

Változtatható átmérőjű homogén fényfolt előállítására szolgáló optikai rendszer. Szabadalom. Alapszám: ME-818. Bejelentés: 1966. november 17. Szabadalom megadása: 1968. július 31.

Lukács, Gy. – T. Blazsó – M. Rohály: Untersuchungen an Selen-Photoelementen, COLOR 69, Stockholm, E 8. 489-499. p.

Lukács, Gy. – M. Rohály: Neue Untersuchungen über die spektrale Empfindlichkeit von Selen-Photoelementen. Fourth IMEKO Symposium, Prague June 23-25, 1969, 123-133. p.

Lukács, Gy. – M. Rohály: Farbmessung nach objektiven und subjektiven Methoden – ein Vergleich. *Tenside*, 7. 5/1970, 254-258. p.

Lukács, Gy.: MOMCOLOR, ein neues Farbmessgerät. *Die Farbe*, 18. Nr. 1/6, 1969. 65-76. p.

4 *A MOMCOLOR első szűrőkombinációinak adatai:*

$X_1$ : GG 20 7,38 mm  $\pm$ 0,05 mm, TP 58 öntésszám  
 BG 14 3,70 mm  $\pm$ 0,03 mm, TP 203 "

$X_2$ : GG 3 0,83 mm  $\pm$ 0,01 mm, G 6100 "  
 BG 3 1,55 mm  $\pm$ 0,01 mm, 74792 "

Y: GG 8 4,57 mm  $\pm$ 0,05 mm, T 7752 "  
 BG 23 0,96 mm  $\pm$ 0,01 mm, 78308 "

Z: GG 15 4,36 mm  $\pm$ 0,05 mm, FG 2785 "  
 BG 1 2,25 mm  $\pm$ 0,02 mm, 6915 "

- 5 Az Interfarbe '68 Drezda-i konferenciára, ahol először állítottuk ki a MOMCOLOR-t, meghívtak néhány nyugati, német színmérési szakembert, így a Bayertől Anni Bergert. Berger a MOMCOLOR bemutatás során leült a műszer mellé és hosszasan mérte a magával hozott metamer papír mintákat. Az öt feszülten figyelő NDK-beli kollégákra mély benyomást tett, amikor kiszaladt a száján az „unglaublich” (hihetetlen) szó. A konferenciáról írt hazai beszámolójában megemlíti a MOMCOLOR-t is. A műszert megvették, ami jó volt referenciának.

*Berger, Anni: Bericht über die Interfarbe '68 in Dresden. Farbe und Lack, 74. Nr. 9. 1968. 905-907. p.*

- 6 *Farbmessung an industriellen Produkten mit dem neuen Hunterlab D25D-2. Sprechsaal, 105, Nr. 20, 1972. Beilage Prozesstechnik, 17-18. p.*

- 7 1978-ban a francia Institut Expérimental du Tabac, Bergerac, dohányipari kutatóintézet kérte NSZK-beli képviselőnk, hogy mutassuk be a MOMCOLOR DC-t. Szeptember elején jelentkezett és azonnali látogatást kértek. Wiesbadeni állandó kiküldöttünk gépkocsival Párizsba vitt egy műszert, ott találkoztunk, s elmentünk a kb. 600 km-re lévő kisvárosba. 1978. október 31-én egész délelőtt mértem dohánylevelet zölden és szárítva, dohány csirát, vágott dohányokat, szivarokat stb., sorakoztak a szalagok a mérési eredményekkel. Amikor elfogyott a mérnivaló, F. Schütz úr, francia partnerem így szólt hozzám: És én most mit csináljak ezekkel a szalagokkal? Ezt a kérdést jól ismertem, ilyenkor irodalmazni kell és kideríteni, hogy milyen információt tartalmaznak a kapott számok. Sajnos a dohányszakmával akkor még nem volt tapasztalatom, így csak széttártam a karjaim. Nem vették meg a MOMCOLOR DC-t.

8 *A színmérés alkalmazási lehetőségei*

„Színes a világ, alig lehet az életünkben olyan területet találni, ahol a megfelelő színezés kérdésébe ne bukkannánk.

Néhány alkalmazási terület:

borászat	gumiipar	oktatás
bőripar	gyapot	papíripar
bútoripar	gyógyszeripar	paprika
cementipar	híradástechnika	paradicsompüré
detergensok	italok	pasztillák
dohány	kenőcsök	pigmentek
drázsék	kerámiaipar	petrokémia
élelmiszeripar	konzervipar	porok
emberi bőr	korrózióvédelem	rúzs
építőipar	kozmetikumok	szappan
faipar	légiközlekedés	színvisszaadás
festékipar	malomipar	szén
fóliák	mosodák	textilipar
fotóipar	műanyagipar	üvegipar
gépkocsiipar	műemlékvédelem	vegyipar
	nyomdaipar	

MOMCOLOR-D digitális tristimulusos színmérő. Prospektus. 1978. 4 p.

- 9 Witt, Kl. Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung, Berlin információja a Tatán, 2001. szeptember 3-5. tartott 28. Kolorisztikai Szimpóziumon.
- 10 „Azok, akiknek szükségük lenne rá, nem ismerik a színmérés elemeit és húzódoznak attól, hogy a mérés technikának erre a látszólag bonyolult területére behatoljanak.” Richter, M.: Farbmessung und ihre praktische Anwendung in den Vereinigten Staaten von Amerika. *Die Farbe*, 13. 1964/1-3. 89-131. p.
- 11 Megkérdezték a Mestert, hogy ha átveszi a kormányzást mi lesz az első, amit tenni fog. A Mester így válaszolt: „A szavak helyes használata” „Ha a szavak használata nem helyes, a fogalmak értelme zavaros; ha a fogalmak értelme zavaros, nem lehet szabatosan cselekedni; ha nem lehet szabatosan cselekedni, az erkölcs és művészet nem virágozik” „A bölcs első dolga, hogy fogalmait szavakká, a szavakat tetteké tegye. Nem tűri, hogy szavaiban rendetlenség legyen. Minden ezen múlik.”
- Kungfutse*: Lun Yü. Kung mester beszélgetései. Ford.: Hamvas Béla. Bp. Bibliotheca, 1943. 95. p.
- 12 *Nemzetközi metrológiai értelmező szótár*. Angol-magyar. Bp. Országos Mérésügyi Hivatal – MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat, 1998. 49 p.
- 13 *Vocabulaire Internationale de l'Éclairage*. CIE Publ. No. 17.4 Chapitre 845: Éclairage. Genève, CIE. 1987. 326 p.
- 14 MSZ 9620 Fénytechnikai terminológia. 1990.
- 15 Lukács Gyula: Helyes szóhasználat a színmérésben. *Mérés és Automatika*, 1992/4. 228-235. p.
- 16 Lukács Gyula: Színmérés. Bp. Műszaki kvk. 1982. 341 p.
- 17 Lukács Gyula: A korszerű színmérés mérés technikai és műszeres kérdései. *Mérés és Automatika*, 1991/1. 17-30. p.
- 18 Lukács Gyula: A színmérésről (alapvető problémák). *Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények*, 64. szám, 1999. 63-72. p.
- 19 Schanda János–Kovácsné Stahl Ágnes–Lukács Gyula: A színinermetrika fogalmai. 27. Kolorisztikai Szimpózium, 1999. szeptember 27-29. Tata. Előadások. 7-20. p.
- 20 Hadnagy András–Bozóki Gábor–Hadnagy Andrásné: Ajakrúzsok színstabilitásának vizsgálata. *Mérés és Automatika*, 1971/12. 462-471. p.
- 21 McLaren, K.: An Investigation into Alleged Bias of Textile Shade Passers. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 1976/10. 346-367. p.
- in: Lukács Gyula: A CIELAB az ipari gyakorlatban. *Mérés és Automatika*, 1981/7. 265-271. p.

## 22 5. táblázat. A CIELAB színinermérő rendszer

A CIE 1931 színinermérő rendszer  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  színinermösszetevőiből a CIELAB színinermérő rendszer  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordinátáit és azokból a színinermkülönbségi mennyiségeket az alábbiak szerint számítjuk:

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)],$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)], \text{ ahol}$$

$$f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3}, \quad \text{ha } X/X_n > 0,008856;$$

$$f(X/X_n) = 7,787(X/X_n) + 16/116, \quad \text{ha } X/X_n \leq 0,008856;$$

$$\begin{aligned}
 f(Y/Y_n) &= (Y/Y_n)^{1/3}, & \text{ha } Y/Y_n > 0,008856; \\
 f(Y/Y_n) &= 7,787(Y/Y_n) + 16/116, & \text{ha } Y/Y_n \leq 0,008856; \\
 f(Z/Z_n) &= (Z/Z_n)^{1/3} & \text{ha } Z/Z_n > 0,008856; \\
 f(Z/Z_n) &= 7,787(Z/Z_n) + 16/116, & \text{ha } Z/Z_n \leq 0,008856. \\
 L^* &= 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16, & \text{ha } Y/Y_n > 0,008856; \\
 L^* &= 903,3(Y/Y_n), & \text{ha } Y/Y_n \leq 0,008856.
 \end{aligned}$$

Az egyes színíngerek közötti  $\Delta E_{ab}^*$  színíngerkülönbséget azoknak az Euklidész-i térben számított távolsága adja:

$$\Delta E_{ab}^* = \left[ (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2 \right]^{1/2}$$

Az  $L^*$  neve: CIE 1976 világossági tényező. A CIELAB színíngertérben az egyes színpontoknak az  $L^*$ -tengelytől való távolságát CIELAB krómának nevezzük és így számítjuk:

$$C_{ab}^* = \left[ (a^*)^2 + (b^*)^2 \right]^{1/2}.$$

A CIELAB színezeti különbséget így kapjuk meg:

$$\Delta H_{ab}^* = \left[ (\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C_{ab}^*)^2 \right]^{1/2}.$$

Lukács Gyula: A CIELAB az ipari gyakorlatban. *Mérés és Automatika*, 1981/7. 265-271. p.

- 23 *Routine Test Method for Paper and Board. Instrumental Measurement of Colour. Paper Technology and Industry*, August 1977, 217-218. p.
- 24 Huszka Tibor–Halászné Fekete Mária–Lukács Gyula: Fűszerpaprika-őrlemények színtoleranciája. *Mérés és Automatika*, 1984/5. 193-197. p.

**7. táblázat. A színészlelési különbségi osztályok és az azokhoz rendelt  $\Delta E_{ab}^*$  értékek két iparágban**

Papíripari $\Delta E_{ab}^*$ határok	Szemmel észlelt különbség	Paprikaipari $\Delta E_{ab}^*$ átlagok
0 ... 0,5	nem észrevehető	
0,5 ... 1,5	alig észrevehető	1,3
1,5 ... 3,0	észrevehető	2,3
3,0 ... 6,0	jól látható	4,5
6,0 ... 12,0	nagy	8,2

- 25 Witt, K.–Schanda J.: CIEDE2000 színíngerkülönbség.  $\Delta E_{00}$ . 28. *Kolorisztikai szimpózium*. 2001. szeptember 3-5. Tata. Előadások. 89-95. p.
- 26 „5.27. **ismétlőképesség (mérőeszközé)**. A mérőeszköznek az a képessége, hogy azonos mérendő mennyiséget azonos feltételek között ismételtlen megmérve egymáshoz közeli értékmutatásokat ad.  
*Megjegyzések.* 1. Ezek a feltételek: – a mérőszemély által okozott eltérések minimálisra csökkentése; – azonos mérési eljárás; – azonos mérőszemély; – változatlan környezeti feltételek mellett használt, azonos mérőeszköz; – azonos helyszín; – rövid időtartamon belüli ismétlés.  
2. Az ismétlőképesség mennyiségileg az értékmutatások szóródásának jellemzésével fejezhető ki.”



*Nemzetközi metrológiai értelmező szótár.* Angol-magyar. Bp. Országos Mérésügyi Hivatal–MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat. 1998. 43. p.

- 27 Lukács, Gyula: How to draw up specifications for colorimetric instruments. *Compte rendue 18<sup>e</sup> Session.* Londres. CIE № 36 (1976) P–75–12. 184–191. p.
- 28 Lukács Gyula: A színmérők metrológiai minősítése. *Mérés és Automatika*, 1977/8. 281–287. p.
- 29 Lukács Gyula: A színmérés ismétlőképessége. *Mérés és Automatika*, 1978/6. 201–206. p.
- 30 Teszár Jenő–Lukács Gyula: A színmérési ismétlőképesség fogalma és alkalmazása. *Mérés és Automatika*, 1989/5. 278–283. p.
- 31 Lukács Gyula: A színmérők metrológiai minősítése. *Mérés és Automatika*, 1977/8. 281–287. p.

### 8. táblázat Az ismétlőképesség megadása (1965–1975)

#### *Irodalmi közlések:*

1965, Billmeyer	$1,96 s_{xy}, 1,96 s_Y$
1966, Barlee	$2s$ reflectance
1967, Morley	$\Delta E$
1968, ASTM D 2244-68	$s_{\Delta E}, s_a, s_b$
1969, Brodd	$s_x, s_y$
1969, Hunter	$s_{\Delta E}$
1973, Wyszecki	$\pm 0,001$ reflectance (XYZ) $\pm 0,01$ %
1975, Lukács	$\Delta \bar{E}_{AN}, \Delta E_{max}$

#### *Prospektusok adatai:*

(é.n.) Automatics Color Eye, KCS-18	Y szűrőre $\pm 0,02$ %
1969, DMC-25	X, Y, Z-re $\pm 0,03$ %
1975, DIANO/Hardy II.	$\Delta E < 0,5$ MacAdam
1976, PRETEMA SF-4	R = 0 %-ra $s = \pm 0,01$ % R = 20 %-ra $s = \pm 0,03$ % R = 90 %-ra $s = \pm 0,04$ %
(é.n.) DATACOLOR 3500	Színkülönbségre $\Delta E_{AN} < 0,1$

Lukács Gyula: A színmérők metrológiai minősítése. *Mérés és Automatika*, 1977/8. 281–287. p.

- 32 Völz, G. Hans: Über die Signifikanz von Farbemessungen an pigmentierten Systemen. Das Prüffehler-Ellipsoid. Teil II. *farbe+lack*, 1982/6. 44–447. p.
- A 444. p.: az 1. sz minta  $\pm \sigma$  értékei:

$\Delta E_{ab}^*$	$\Delta L^*$	$\Delta C_{ab}^*$	$\Delta H_{ab}^*$
$\pm 0,10$	$\pm 0,08$	$\pm 0,14$	$\pm 0,14$

A hasonló OMH 04, középpiros zománc etalonra kapott értékeink:

$\Delta \bar{E}_{ab}^*$	$\Delta L^*$	$\Delta C_{ab}^*$	$\Delta H_{ab}^*$
0,2	$\pm 0,05$	$\pm 0,20$	$\pm 0,10$

A forgási ellipszoidnak a gömbbel való helyettesítése nem okoz számottevő torzítást, de sokkal egyszerűbb.

**9. táblázat. Különböző mérendő minták színmérési ismétlőképessége a MOMCOLOR színmérővel**

	Színmérési ismétlőképesség	
	$\Delta\bar{E}_{ab}^*$	$(\Delta E_{ab}^*)_{max}$
16 db OMH színetalon		
két észlelő: átlagai	0,2	0,4
szélső értékek	0,1...0,3	0,2...0,7
Kamillaolaj	0,06	0,09
Vörösbor	0,09	0,2
Festett fémlemez	0,1	0,2
Paradicsom sűrítmény	0,1	0,3
Préselt teakeverékek, pasztillázva	0,2	0,3
Gyógyszer draszték	0,2	0,5
POPRIL vágott színes műanyag szálak	0,2...1,1	0,5...2,5
CRUMERON műanyag konverter szalagok, több színben	0,4...1,3	0,9...2,8
Kék gyapjú skála: átlag	0,5	0,7
szélső értékek	0,1...0,8	0,3...1,1
Almafajták:		
Jonathan, piros része	0,5	1,6
Starking, piros része	2,0	3,4

In: Lukács Gyula: A tristimulusos színmérés metrológiája. Kandidátusi értekezés. I. rész. 1984. 14. p.

- 34 Lukács Gyula: A tristimulusos színmérés pontossága. *Mérés és Automatika*, 1980/7. 241-250. p.
- 35 „**5.18 pontosság.** A mérőeszköznek az a tulajdonsága, hogy a mérendő mennyiség valódi értékéhez közeli értékmutatást vagy választ szolgáltat.  
Megjegyzés. A pontosság kvalitatív fogalom.”
- Nemzetközi metrológiai értelmező szótár.* Angol-magyar. Bp. Országos Mérésügyi Hivatal–MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat. 41. p.
- 36 Dézsi Gyula–Fillinger László–Virághalmy Géza: Színetalonok képzése. *Mérésügyi Közlemények*, 1968/1-2. 34-36. p.
- 37 Fillinger László: Nagy pontosságú spektrofotométeres színmérés az OMH-ban. *Mérés és Automatika*, 1975/5. 161-165. p.
- 38 Clarke, F.J.J.–Malkin, F.: Development of a Series of Ceramic Standards. *Journal of the Society of Dyers and Colourists*. 1981/12. 503-504. p.
- 39 Lukács Gyula: Egy méréstechnikai személyi információs rendszer. *Mérés és Automatika*, 1984/1. 17-25. p.
- 40 1984. júliusában felkeresett a MOM-ban Turszunov Akabir és Tottanov Abdrasid, a taskenti Műegyetem Politechnikai Intézetének két munkatársa. Magukkal hoztak egy bibliográfiát, amely felsorolta a *Mérés és Automatika*-ban addig megjelent 15 közleményem pontos adatait. Arra kértek adjak nekik egy-egy különnyomatot, mert a referáló lap csak a rövid összefoglalókat közli, s a teljes szöveghez otthon nem tudnak hozzájutni. Van valaki Taskentben, aki tud magyarul és lefordítja a cikkeket, ezért kéri a teljes szövegeket. Egyetemük a pesti Műegyetemmel volt rendszeres kapcsolatban, így kerültek Budapestre.
- 41 *Die Farbe*, Bd. 32/33. 1985/86. 2. Heft. 481-482. p.

- 42 „6.10 **visszavezethetőség** Egy mérési eredménynek vagy egy etalon értékének az a tulajdonságai, hogy ismert bizonytalanságú összehasonlítások megszakítatlan láncolatán keresztül kapcsolódik megadott referenciákhoz, általában országos vagy nemzetközi etalonhoz.  
*Megjegyzés.* 1. A fogalom gyakran mint jelző is használatos: **visszavezethető**. 2. Az összehasonlítások megszakítatlan láncolatát gyakran **visszavezethetőségi láncnak** nevezik.”
- Nemzetközi metrológiai értelmező szótár.* Angol-magyar. Bp. Országos Mérésügyi Hivatal–MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat. 1998. 47. p.
- 43 *Fillinger László:* A színérés metrológiai háttere az Országos Mérésügyi Hivatalban. *Mérés és Automatika*, 1984/9. 323-326. p.
- 44 *Fillinger László–Lukács Gyula–Andor György:* Színetalonok termokromizmusa. I. Az Országos Mérésügyi Hivatal színetalonjai. *Mérés és Automatika*, 1976/9. 342-346.p.
- 45 *Fillinger László–Lukács Gyula:* Az OMH színetalonjainak öt éves stabilitása. *Mérés és Automatika*, 1981/11. 405-408. p.
- 46 *Fillinger László–Dézsi Gyula:* HALON – a színérés új fehér etalonja. *Mérés és Automatika*, 1987/8. 298-302. p.
- 47 A bécsi Magyar Gazdasági Napok előadásait 1975. 11. 20-án 14 h-ra hirdették meg. Aznap déli egy óra körül a városban iszonyatos felhőszakadás kezdődött és vagy két óra hosszat tartott. Emiatt az előadásomon öten jelentek meg, köztük volt Dr. Rotter az ottani Arbeitsgruppe Farbe vezetője. Az előadás után Rotter kérte, hogy ismétljem meg az előadást, mert az sok távolmaradt osztrák kollégát érdekel. Felajánlotta, hogy a következő alkalmat szakmai szervezetük az Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein megszervezi. Így került sor a második előadásra 1976. 11. 8-án 14,30 h-kor, amelyen kb. 70-en jelentek meg.
- 48 Soproni Jenő volt az elektromos rész fejlesztője, a mechanikai tervező pedig Kertai Miklós.
- 49 *HUNTERLAB Color and Appearance Seminar.* 1994. 136 p.  
*Precise Color Communication* Minolta. 1994. 49 p.  
*COLOR Makes the Difference.* Gretag Macbeth. 1999. 24 p.
- 50 *Szőnyi László–Fillinger László–Dézsi Gyula:* A MOMCOLOR-100 színmérő metrológiai háttere az Országos Mérésügyi Hivatalban. *Mérés és Automatika*, 1989/5. 272-277. p.
- 51 Mara József munkatársai voltak: Vihar Levente, Megyeri István, Magyar László, Mezei László.
- 52 *Andréné, Stiglmayer Magda–Bontovics Lajos:* Tristimulusos színmérők összehasonlítása. *Mérés és Automatika*, 1971/12. 446-451. p.
- 53 *XXVII. Kolorisztikai Szimpózium.* 1999. szeptember 27-29. Tata.  
[Kovácsné dr. Stahl Ágnes] Előadások. 233 p.
- 54 *XVIII. Kolorisztikai Szimpózium.* 2001. szeptember 3-5. Tata.  
[Kovácsné dr. Stahl Ágnes] Előadások. 194 p.
- 55 *Schanda János D.:* Colorimetry. *In: Handbook of Applied Photometry.* N.Y. Am. Institut of Physics, 1997. 327-412. p.

*Ábrák aláírásai:*

- 1. ábra. A MOMCOLOR tristimulusos színmérő (1969)*
- 2. ábra. A MOMCOLOR mérőfeje különböző minták mérésekor*
- 3. ábra. A színmérési ismétlőképességet megadó,  $\Delta\bar{E}_{ab}^*$  sugarú gömb*
- 4. ábra. A MOMCOLOR-1000 automatikus tristimulusos színmérő (1991)*