

Fénykorában a fénycső

Kezdetektől a T 5-ig – I. rész

Nagy János

I. Bevezető

Arról a termékről, amit gyakran használunk mindennapi teendők, vagy éppen munkánk során, általában hajlamosak vagyunk azt hinni, hogy mindent tudunk róla, tökéletesen ismerjük. Éppen ezért az alkalmazástechnikáját is oly mértékű rutinnal kezeljük, hogy az időközben bekövetkező kisebb – nagyobb paraméterszámításoknak nem tulajdonítunk kellő fontosságot, esetenként észre sem vesszük.

Ez így van a fénycsövek – az általános célú világításra egyik leggyakrabban használt fényforrások – esetében is, ezt mi sem bizonyítja jobban, mintsem az, hogy számtalan felhasználó még ma is a T 12-es fénycsöveket alkalmazza. Pedig ma már a világítástechnikai eszköztárban óriási választékban található eltérő fényhasznosítású, színvisszaadású, színhőmérsékletű, geometriai méretű és működtetésű fénycsövek.

II. Történeti áttekintés

A legtöbb, ma már általunk korszerűnek nyilvánított termék fejlesztéséhez hasonlóan, a fénycsövek megalkotását is számtalan kísérlet és próbálkozás előzte meg. Az első kísérletek a múlt század közepére tehetőek, amikor *Geissler* elkészítette a róla elnevezett csövet. Igaz ugyan, hogy az 1854-ben készített gázkisülős, amely már kisnyomású higanyt tartalmazott, gyenge hatásfoka miatt világításra nem volt alkalmas, de mindenképp a mai fénycső elődjének tekinthető. Újabb próbálkozásnak számít az 1896-ban *Moore* által alkotott gáztöltésű cső, amelyet nagyfeszültségű transzformátorral tápláltak. Érdekessége ennek a konstrukciónak, hogy a töltőgázokat az üvegszőrű működés közben elnyelte, ezért a gázutánpótlásra töltőszelvényes berendezést kapcsolnak a csőhöz. A korabeli szakirodalom szerint a *Moore-fényt* sok helyen használták. *Claude* 1910-ben feltalálta a nemesgázzal töltött, nagyfeszültségű hidegkatódos csövet, amely elsősorban a reklámvilágításban használatos mai „neoncső” elődjének tekinthető. *Claude*-nak sikerült kiküszöbölni a gáznyelést, így utántöltés nélkül is hosszú élettartamú volt a cső. Az eddigi találmányok további tökéletesítésre szorultak, mivel a nagyfeszültségű működtetés, a színes fényük, a viszonylag kis fényhasznosításuk nagyon leszűkítette alkalmazhatóságukat. A kutatómunka a gázkisülés során nyert sugárzás láthatóvá tételét

Nagy János okl. világítástechnikai szakmérnök, a PROLUX Kft. ügyvezető igazgatója, a MEE tagja

Szakmai lektor: *Poppé Kornélné* okl. fizikus

A Világítástechnikai Társaság 1997. évi Világítástechnikai Ankétján elhangzott *Fénykorában a fénycső* c. előadás alapján



célozta meg. Így kerültek a kutatás előterébe a fluoreszkáló anyagok, a „luminoforok”, amely anyagok képesek rövidebb hullámhosszúságú sugárzást látható sugárzássá alakítani.



1. ábra. A Pillitz-könyv

E cikk anyagának gyűjtése során örömmel és egyben meglepetéssel fedeztem fel a következőket *Pillitz Dezső* 1942-ben kiadott (1. ábra) könyvében: „A luminoforok ipari előállítására csak azóta sikerült, amióta a magyar származású Nobel-díjas *Lénárd* professzor atomszerkezeti vizsgálataival segítségével tisztázta a lumineszcencia fizikáját. Az ő vizsgálatai alapján megállapítást nyert u. i., hogy a luminofor-tulajdonság az atom szerkezetében beálló változással áll

összefüggésben. Ilyenek bekövetkezhetnek akár kémiai hőhatások, akár pedig az atomszerkezetbe bevitt idegen atomok által.”

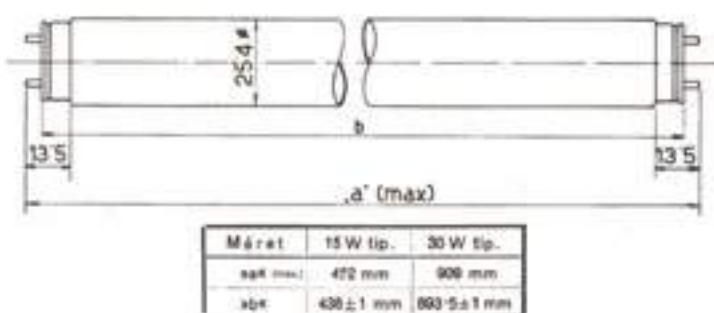
Nagy előrelépésnek számított *Urban* 1935-ben végzett sikeres kísérlete, amelynek során megvalósította a fehér színben világító fényport, a zöld, a kék és a rózsaszínű fényt kibocsátó fényporok megfelelő arányú összekeverésével. Több szakirodalom tulajdonképpen ettől az évtől számítja a fénycső megjelenését a világítástechnikában.

1936-ban elkezdődött a 24,5 mm átmérőjű fénycsövek gyártása. Ez a csőátmérő a fényport gerjesztő 253,7 nm rezonancia-vonal önabszorpciója szempontjából kedvező, mivel csökkenti a térfogati veszteséget. Nagy eseménynek számított 1937-ben, a Párizsban megrendezett Világkiállításon a korszerű fényforrás: a fénycső bemutatása. Érdekes, hogy az izzólámpát is egy régebbi párizsi világkiállításon mutatták be először. Kétségkívül előrelépésnek számított a világítástechnikában a fénycső, mivel fényhasznosítása 15–30 lm/W volt. A gyakorlati alkalmazhatóság a fejlesztőket a termék további tökéletesítésére sarkallta. Rövid időn belül már méretmódosításra került sor, és körülbelül 1940-re tehető a 38 mm átmérőjű fénycsövek kifejlesztése és gyártása. A méretmódosításra a fényporra ható UV-terhelés csökkentése érdekében volt szükség. A T 12-es (Ø38 mm) fénycső fényessűrűsége elérte a 3500–7000 cd/m² közötti értéket.

Hogy mennyire tulajdonítottak nagy fontosságot a fénycsőnek, azt egy 1941-ben magyar nyelven kiadott Siemens füzetből is megtudhatjuk: „A napfényhez hasonló színösszetételű lámpák a jelenleg elképzelhető legelőkeltebb napfényutató világitást nyújtják, amelynek színösszetétele a felhős égbolt természetes fényének színösszetételéhez hasonló. Ezen fény mellett a tesztszínek gyakorlatilag éppen úgy hatnak, mint szórt napfényenél. Tekintettel arra, hogy ezeknek az Osram Luminofor lámpáknak, amelyek hálózati feszültségnél használhatók, fajlagos fényáram kihasználásuk jobb, mint az eddig ismert mesterséges napfényforrások kihasználása, ezeket a lámpákat ma nemcsak a legjobb, hanem a leggazdaságosabb olyan fényforrásoknak tartják, amelyek a legnagyobb igénybevételekre és legelőnyösebb igényekre is megfelelnek.”

A hazai fényforráspár számára is fontos volt a fénycsőgyártás, a termék (2. ábra) széles körű megismertetése és a világítástechnikába történő bevezetése. Az Orion-Fény 1944-ben a fénycsővekről egy ismeretterjesztő kiadványt szerkesztett, amely a következő mondatokkal kezdődik: „Az utolsó száz év hatalmas fejlődése a világítástechnika terén is nagymértékben érezte hatását. A múlt egészen kezdetleges fényforrásai után az acetilén, a gázláng, a villanykörte mind egy-egy korszakát jelöli ennek a nagyarányú fejlődésnek, amely még ma sem áll meg, sőt nagyjelentőségű új állomásához érkezett. Ha régen az volt a jelszó: praktikusabb fényforrást, a mai jelszó már ez: egészségesebb fényt! A fluoreszcens fénycsővel köszöntött be a világítástechnikának legújabb korszaka, amely ezt a mai jelszót valósítja meg. Az Orion „F” lámpa a fluoreszcens fénycsőveknek legmodernebb s a mindennapi élet általános szükségleteihez alkalmazott alakja, amely a fénycsővek gazdaságosságát is fokozott mértékben érvényesíti.”

A hazai gyártmányok átmérője 25,4–38 mm volt, hosszuk a 0,5–1,0 m között változott. Az „F”-lámpák fényhasznosítása elérte a 35 lm/W-ot, és 15, illetve 30 W teljesítményű típusokat



2. ábra. Az ORION „F”-lámpa

Névleges teljesítményfelvétel	W	15	20	30	40	65	85	90	100
Hossz csapok nélkül (l)	max. min.	437,4 435,4	589,8 587,8	894,3 892,3	1199,4 1197,4	1499,4 1497,4	1480,8 1475,8	1480,8 1475,8	1480,8 1475,8
Hossz csapokkal (L)	max.	451,8	604	908,7	1213,8	1513,6	1512,9	1512,9	1512,9
Névleges csőátmérő (D)	mm	38	38	38	38	38	54	54	54
Fej		Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Mogul	Mogul	Mogul
Égési feszültség (V _é)	V	45	60	95	105	115	85	63	68
Üzemi áram (J _ü)	A	0,33	0,37	0,35	0,42	0,88	1,54	1,60	1,45
Előfűtési áram (J _e)	A	0,55	0,56	0,56	0,65	1,0	1,8	1,8	1,8
Előfűtési idő (t)	sec	1	1	1	1	1	2	2	2
Átlagos kezdeti fényáram (Φ)	lm								
F 2		650	900	1550	2300	3320	4400	4750	4490
F 3		600	900	1450	2100	3040	4000	4340	4100
F 6		570	850	1400	2000	2890	3820	4130	3900
F 7		525	750	1250	1900	2750	3640	3920	3700
Fényűrűség (B) F 3-nál	sb	0,40	0,44	0,45	0,48	0,64	0,59	0,64	0,60
Teljesítményfelvétel főtókekeres előfűtési együttes (N _g)	W	20,5	27	38	49	78	100	105	115
Fényhasznosítás (η) Nettó (előfűtés nélkül)	lm/W								
F 2		43,3	47,5	51,3	57,5	51,2	51,7	53,8	44,9
F 3		40,—	45,—	48,5	52,5	46,7	47,2	48,2	41,—
F 6		38,—	42,5	46,7	50,—	44,5	45,—	45,9	39,—
F 7		35,—	37,5	41,7	47,5	42,3	42,8	43,8	37,—
Bruttó (előfűtési együttes)									
F 2		31,8	35,2	40,8	47,—	43,7	44,—	45,3	39,—
F 3		29,3	33,4	38,2	42,9	40,—	40,—	41,3	35,6
F 6		27,8	31,4	36,9	40,8	38,—	38,2	39,4	33,9
F 7		25,8	27,8	32,9	38,8	36,2	36,4	37,4	32,2

3. ábra. A Tungstam fénycsővek jellemző adatai (1956)

gyártottak. Érdekessége az Orion „F”-lámpáknak, hogy fejlecsük lehetővé tette a ma is használatos foglalatos alkalmazását. Sőt a gyújtóhoz is a maihoz hasonló foglalatot használtak. E foglalatok mindössze anyagukban (bakelit) és elnevezésükben (FO1, FO2) különböztek a mostanitól, konstrukciójuk gyakorlatilag azonos volt.

A sorozatgyártásban készült fénycsővek a gyártók termékatalógusaiba is bekerültek. Az itt közölt műszaki paraméterváltozások a fejlesztők további munkáját tükrözték. A fényhasznosítás növelése, a színvisszaadás tökéletesítése, a teljesítményválaszték szélesítése következtében folyamatosan bővült a termékpaletta (3. ábra).

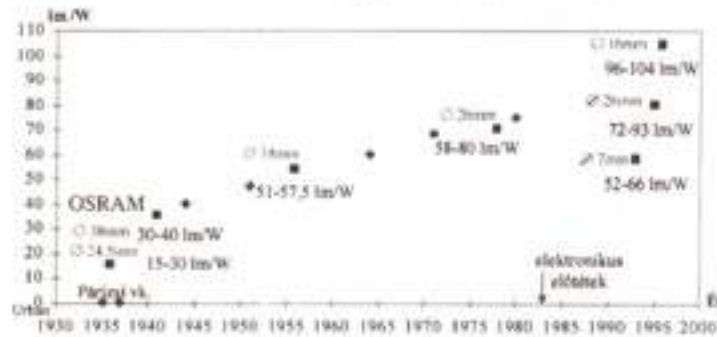
A fénypor stabilitásának növelése következtében 1978-ban elkezdődött a 26 mm átmérőjű fénycsővek gyártása. E T 8-as fénycsővek elődeikhez képest nemcsak a méretekből adódóan gazdaságosabbak, hanem 10% energiamegtakarítást is lehetővé tettek.

1980-ban kezdtek el a háromsávú fénycsővek gyártását. Ezek a korrelált színhőmérsékletű – a típusjelükben megjelölt színváltozatokban kapható – fényforrások a jó színvisszaadás mellett nagyobb fényhasznosítást is eredményeztek.

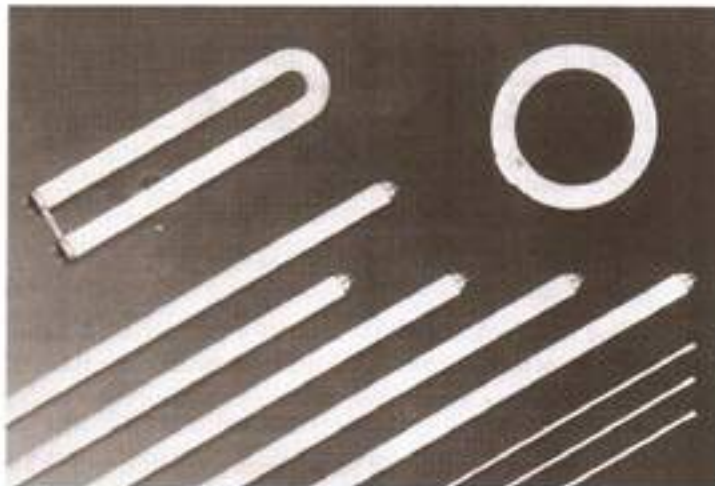
Az elektronikus előfűtést 1984-ben kezdték alkalmazni. Ez újabb mérföldkövet jelentett a fejlesztésben, mivel az elektronikus előfűtés használata közvetlen és kedvező befolyással van az élettartamra, a sztrobozkóphatás megszűnésére, az áramkörü energiafogyasztás mérséklésére, a karbantarthatóságra, valamint a méretbeli- és súlyviszonyokra is. A fénycsővek működési frekvenciájának növelése önmagában is javítja a fényhasznosítást.

A Hannoveri Vásáron 1994-ben bemutatták a 7 mm átmérőjű fénycsövet. A kuriózumnak számító T 2-es fénycsőnek általános világítási szempontból nem tulajdonítottak nagy jelentőséget. Legfőképp a dekorációs- és biztonsági világítás területén alkalmazható.

1995-ben megjelent a fénycsővek új generációja: a 16 mm átmérőjű (T5-ös), amelyet szintén a Hannoveri Vásáron mutattak be a fénnyforrásgyártók. E termék fényhasznosítása már eléri a 104 lm/W-os értéket. A T5-ös fénycsővek fénysűrűsége 17000-31000 cd/m² között van (4-5. ábra).



4. ábra. A fénycsőfejlesztés áttekintése (1936-1997)



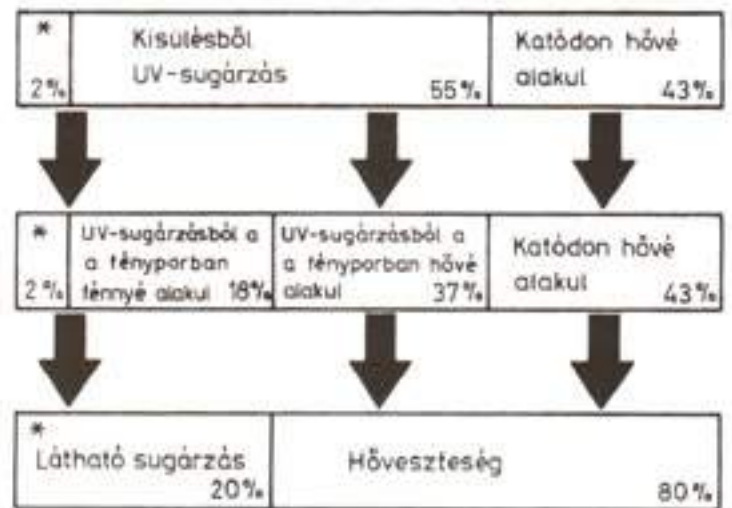
5. ábra. Fénycsőválaszték

III. Energiamérleg

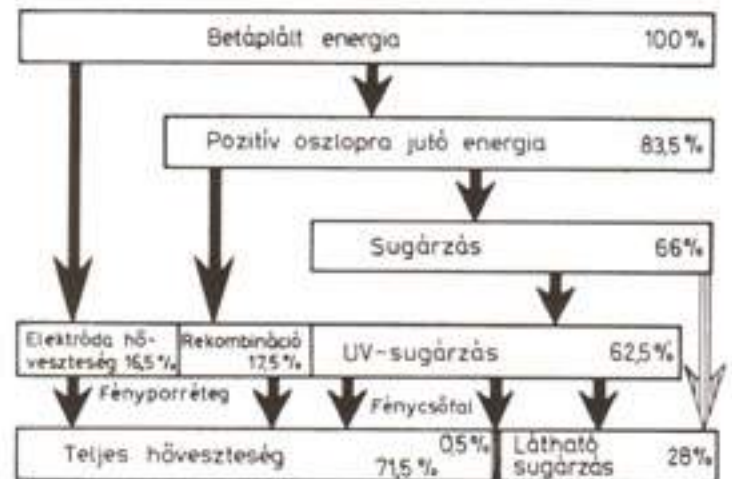
A mesterséges fénykeltés esetében a gazdaságosság vizsgálata bonyolultabb, mint más műszaki területen, ugyanis a fizikai szempontok mellett pszichofiziológiai szempontok (pl. fény- és színérzet) is döntő fontosságúak.

A fényhasznosítás a mesterséges fénykeltés objektív, mennyiségi mércéje. A fényhasznosítás valamely fényforrás által a térbe kisugárzott fényáram és a felvett villamos teljesítmény hányadosa. E hányados nagyságából lehet következtetni valamely fényforrás gazdaságosságára.

Ahhoz, hogy megtudjuk, mi is történik a fényforrásba bevitt 1 W villamos teljesítménnyel, el kell készítenünk energiamérleget. A fénycsővek energiamérlege tartalmazza az elektródákon, a fénnyporban, a csőben, a rekombináció során és az UV-sugárzásban keletkező veszteségeket, valamint a látható fény-sugárzássá alakuló energia mértékét. Ha összehasonlítjuk az egykori „F”-cső 1941-ben készült energiamérlegét (6. ábra) a napjainkban használatos T 8-as fénycső energiamérlegével (7. ábra), azt tapasztaljuk, hogy a látható sugárzás aránya 20%-ról 28%-ra növekedett, azaz időközben ennyivel javult az optikai hatásfok. E növekedést csak úgy lehetett elérni, hogy időközben a kutatók javították a fénnyporok stabilitását és egyben terhelhetőségét, az elektródák anyagát és a katódmassza összetételét, változtatták a töltőgázok arányain és parciális nyomás-



6. ábra. Energiamérleg (1941)



7. ábra. Energiamérleg (Ø 26 mm)

viszonyokon stb. A jelenleg gyártott T 8-as fénycsővek fényhasznosítása 72-93 lm/W közötti értéket ér el.

A T 8-as fénycső energiamérlegét elemezve egyértelműen kiderül, hogy még mindig nagy a keletkező hővesztesség (annak ellenére, hogy nem hőmérsékleti sugárzó e fényforrás). Miből is adódik a kimutatott nagy veszteség, ami a fényhasznosítás rovására megy? A legfontosabb veszteségforrások a következők: az elektródák izzításához szükséges energia; a katód- és anódosés miatt fellépő energiavesztesség; a beadagolt higany elpárologtatásához szükséges energia; a lámpaalkatrészek hőelvezetése; a fénnypor energiaátalakításából származó veszteség; a gerjesztést nem eredményező elektronütöközések miatti veszteség. Amennyiben a felsoroltakat elhanyagolható szintre lehetne csökkenteni, úgy az energiamérleg jelentősen javulna. Ám ez nem ennyire egyszerű, mert közben figyelni kell a fénnypor terhelhetőségére és stabilitására, a fénycső begyűjtására és élettartamára, a méretekre, az égési feszültség nagyságára, a környezeti hőmérséklet és fényáram közötti összefüggésre stb.

Az újonnan kifejlesztett T5-ös fénycsővek fényhasznosításának növelését elsősorban is a felhasznált fénnypor fizikai tulajdonságainak, a parciális nyomásviszonyok és a hidegpont helyének megváltoztatásával érték el.

A fénycső fényhasznosítása, azaz gazdaságossága közvetlenül befolyásolja annak a lámpatestnek a hatásfokát, amelybe beszerelik. Ezért egy lámpatest energiamérlegének fontos összetevője a benne felhasznált fényforrás vesztesége. Amennyiben a tervezés vagy a kivitelezés során egy adott lámpatestbe nem a gyártó által ajánlott típusú fénycsövet szerelik be, úgy a lámpatest fényeloszlási görbéje alapvetően megváltozik, tehát a lámpatest hatásfoka csökken, és egyben energiamérlege is kedvezőtlenebb. Most, hogy a fényforrásgyártók kínálatában a fénycsövek óriásinak mondható választéka áll a tervezők és felhasználók rendelkezésére, kellő gondossággal és körültekintéssel nagyon gazdaságos világítási rendszerek tervezhetők, létesíthetők. Ha viszont növelt fényhasznosítású fénycsövek helyett standard típusú, kisebb fényáramú csöveket terveznek, szerelnek, akkor nagyobb lesz a világítási rendszer fajlagos létesítési – és természetesen – üzemeltetési költsége.

Eberhard von Koerber – az ABB Europa elnöke – „A keleti bővítés: döntő fordulat Európa jövőjében” címmel, 1998. június 30-án előadást tartott a Magyar Tudományos Akadémia Tudós Klubjában. Az előadás számos politikai motívumot érintett az egységes Európa megteremtésével kapcsolatban, de emellett ismertette az ABB kelet-európai és globális működését, terveit és kitért az oktatás fontosságára is. Ez utóbbiakkal kapcsolatban közlünk néhány érdekesebb információt.

Az ABB jelenleg 90 társaságot működtet közép- és kelet-európai országokban, beleértve a FÁK-ot is. 30 000 személyt foglalkoztatnak ebben a térségben, ebből közel 3000-et hazánkban. Lengyelországban 11 ezret, és 7 ezret a Cseh Köztársaságban. A közeljövőben újabb tevékenységeket indítanak be Romániában, Ukrajnában, Szlovéniában, Kazahsztánban és Üzbegisztánban. Amíg 1989-ben e régióból 20 millió USD megrendelésük volt, ma ez a szám meghaladja a 2 milliárd USD-t. A jelenlegi becslés szerint ez az összeg a század végére megduplázódhat.

A kelet-európai bővítést sikeresnek ítélik, és úgy döntött az ABB, hogy összehangolja a Portugáliában, Svájcban, Németországban rendelkezésre álló erőit a lengyelországi, bulgáriai és oroszországi erőforrásaival. Az ABB globális jelenlétének köszönhetően ma már magyar mérnökök is dolgoznak ABB vállalatoknál Amerikában és Svédországban.

„Aggasztónak tartom, hogy – a második ipari forradalommal párhuzamosan – nem megy végbe párhuzamos forradalom az oktatásban és a képzésben... Sokan aggodalommal tekintenek az új technológiákra mint az olyan eszközre, amely szélesíti a szakadékokat az információbirtokosok és az ahhoz nem hozzáférők között. De azt hiszem, hogy az igazi szakadékokat a megfelelően iskolázottak és a nem iskolázottak között kialakuló szakadék jelenti majd.

Átfogó reformot igényel az oktatási rendszer. Az iskolák még mindig az ipari társadalmat szolgálják. Alapvetően gyár funkciót töltenek be, felkészítve a tanulókat a gyárszerű ipari világban a szerepvállalásra. A mai értelemben vett iskolák esődöt fognak mondani. Nem képesek felkészíteni az embereket az új, sokoldalú társadalmi életre – hangsúlyozta az előadó.

Eberhard von Koerber úr magyarországi látogatásának célja volt, hogy részt vegyen a „Római Klub” budapesti ülésén mint a Klub elnökségi tagja. Az Akadémia Tudós Klubjában megtartott előadására *Kapolyi László* akadémikus kérte fel.

Dr. B. J.

• fényvesztésmentes,
• speciális szűrőbetétek,
• különleges megvilágításra

**ÚJ TECHNOLOGIA
a fűtőkábel-
szerelésnél**

A VILÁRT kínálatából:
Raychem önszabályozó fűtőkábelek

Raychem Auto-Trace®

HŐALAKÍTÁS helyett HIDEGALAKÍTÁS

Forgalmazza: VILÁRT Rt. Szerviz és anyag és Kiforrósítógépek Készítők Üzletág
Cím: 1072 Budapest, Király u. 57. Tel./Fax: 342-2100, 322-0877, 322-1641

A Huzal-kábel és Szigetelőanyag Üzletág ajánlatai:

Motorok, transzformátorok tekercseléséhez

- kiváló minőségű lemezek és huzal gyártási csomagtartók,
- varratcsövek, -szalagok, -kármak, műanyag csövek, homorsíngyártók, homorítók

Textilbakeleit, üvegszövet és papírbakeleit-táblák, -radak és -csövek
Ellenálláshuzatok, -szalagok; fűtőrudak, bimetallok

Villamos szereléshez

villany- és szigetelőcsövek, gipszcsövek, csatornák, bilincsek, dobosok, kábelek, vezeték

Veddünk részére szerződésük alapján jelentős engedményt biztosítunk!

Értékelés és rendeléshívás: Cím: Budapest XIII., Kazma J. u. 15.
Tel.: 220-5600 Fax: 340-4614
Festékesítés: a festő címen és az Elektem Áruházban, cím: Kistarcsa, Rakár út. 3.
Tel.: 06-26-470-888 Fax: 06-26-470-003

SÍNRENDSZEREK

FÉNYVETŐK

SÜLLYESZTETT LÁMPÁK

Professzionális világítástechnika

FÓRUM LÁMPABOLT
1065 Bp., Bajcsy-Zs. út 65.
Tel.: 331-7782 Nyitva tartás: 10-18-ig
VÉSZI LÁMPA KFT.

1998. 91. évfolyam 8. szám

311