

# Az elektronikus fénycsőelőtétetek – divat vagy ésszerűség

## Bevezetés

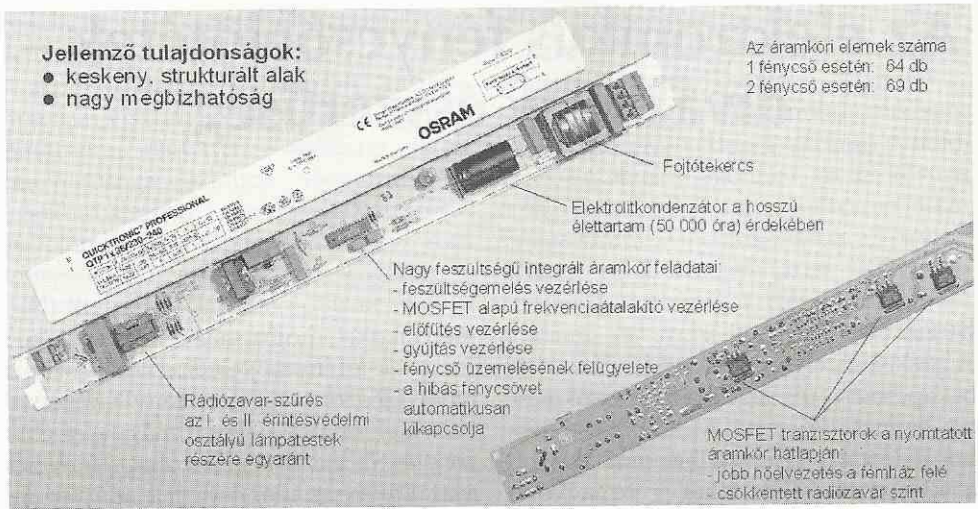
A gázkisülés elvén működő fényforrások bekapcsolása után a töltéshordozók száma lavinyszerűen nő. Minél több töltéshordozó van a kisülőtérben, annál kisebb a villamos ellenállás, tehát egyre nagyobb az átfolyás. Végeredményben ez a jelenség túlgerjedéshez, a kisülőcső tönkremeneteléhez vezet. Ennek megakadályozására egy külső áramköri elemet alkalmaznak, amely korlátozza az üzemi áramot, illetve stabilizálja a kisülőcső égési feszültségét. Ezt az elemet előtétnek hívjuk. A kisülőlámpák begyűjtéséhez azonban nem elegendő az előtét által biztosított égési feszültség, sőt maga a hálózati feszültség sem. Az annak többszörös értékét szolgáltatató egy másik külső áramköri elem az ún. gyújtó szükséges, amely többnyire egy parázskisülő kapcsoló, és amely kizárólag csak a fényforrás indításának folyamatában vesz részt.

A fénycső üzemeltetéséhez, mint más kisülőlámpák esetén is, tehát szükség van a megfelelő gyújtófeszültséget előidéző gyújtóra, valamint áramkorlátozó előtétre. A 230 V nagyságú hálózati feszültség esetén ezt a feladatot általában egyszerű fojtótekerccsel oldják meg. Azonban ezen előtét induktív jellege jelentős fáziseltolást eredményez, azaz a hálózati teljesítménytényezője ( $\cos \phi$ ) akár 0,4 értékű is lehet; szükség van tehát kompenzálásra, mely egy párhuzamosan kötött kondenzátor feladata.

A kényszerű fáziskompenzáláson kívül további tényezők is arra késztették a

mérnököket, hogy más megoldást keressenek a fénycsövek üzemeltetésének terén. Először is aggasztó tényként könyvelték el, hogy az elektromágneses előtét jelentős veszteségeket okoz a fénycső áramkörében, mégpedig a fényforrás teljesítményének kb. 20%-át teszi ki. Az ez irányú fejlesztés bizonyos sikereket hozott: a tökéletesebb anyagok alkalmazása és a precíz számítógépes tervezés révén megjelentek az ún. kis veszteségű fénycsőelőtétetek, melyek lényegükénél fogva jobb minőségűek és drágábbak, bár szintén induktív előtétetek. Azonban a fényforrások üzemeltetési feltételeit ez a megoldás nemigen javította. Mondhatni, hogy maga a fénycső nem érzékeli ennek az előtétnek a hatását.

Időközben a törpefeszültségű, egyenáramú hálózatokban, tehát a fénycsövek inverterek segítségével történő működésének lehetőségeit vizsgáló tudományos kutatások bizonyították, hogy az 50 Hz-nél nagyságrendekkel magasabb frekvenciájú üzemeltetés tovább csökkenti az előtét alkatrészeinek veszteségeit, az alkalmazott félvezetők jobban stabilizálják a fényforrás munkapontját, jelentősen nő a gyújtási készség, és ami nagyon érdekes – a nagyfrekvencia érezhetően növeli a fénycső fényáramát is. E tények tudomásulvételével a fejlesztés a hálózati feszültségű és frekvenciájú inverterek felé mozdult meg, melyek jelenleg az egyre növekvő műszaki megbízhatóságukkal és egyre csökkenő gyártási költségeikkel a világítástechni-



1. ábra. Az OSRAM gyártmányú Quicktronic Professional nevű elektronikus fénycsőelőtét felépítése

ka piacának meghódítására indultak, főleg a fejlett gazdasággal rendelkező országokban.

## Az elektronikus előtétetek hazai elterjedésének korlátjai

Természetesen ezen készülékek beépítése Magyarországon is egyre gyakrabban fordul elő, bár a jelenség még nem számottevő. Alkalmazásuk általában azokban a világítási berendezésekben valósul meg, amelyeknek létesítésével a későbbi előnyöket tisztán látó, igényes nyugati beruházók hazai tervezőket és kivitelezőket bíznak meg. Másrészt az elektronikus előtétetek olyan lámpatestekbe kerülnek, melyek által megvilágított környezetben különböző műszaki okokból kifejezetten tilos a hagyományos gyújtású fénycsövek használata (stúdió, telefonközpont stb.). Ezekon kívül az erős piaci verseny hevében csupán inductív előtétetekkel szerelt rendszerekkel találkozhatunk.

Miért lassú az elektronikus előtétetek elterjedése?

– A tervezők jobban kedvelik a bevált,

újdonosság- és ezáltal meglepetésmentes megoldásokat.

- A kivitelezők és a beruházók minden fillérrel számolnak, ezért a viszonylag magas beszerzési ár elriasztó hatást vált ki.
- A beruházók számára a mai költség fontosabb a jövőbeni haszonnal.
- A kényelmet sokszor a pazarlással kapcsolják össze.
- Gyakran maguk a tervezők sincsenek tisztában az elektronikus előtétetek előnyeivel, melyek igazolnák őket a vevővel szemben.

Az elkövetkezendő rövid műszaki ismertető után a fejezet további részeiben megpróbáljuk bebizonyítani, hogy az elektronikus fénycsőelőtétetek szakszerű alkalmazása jóval több előnyt nyújt, mint amennyit gondolnánk, sőt a hagyományos előtétnél gazdaságosabb is.

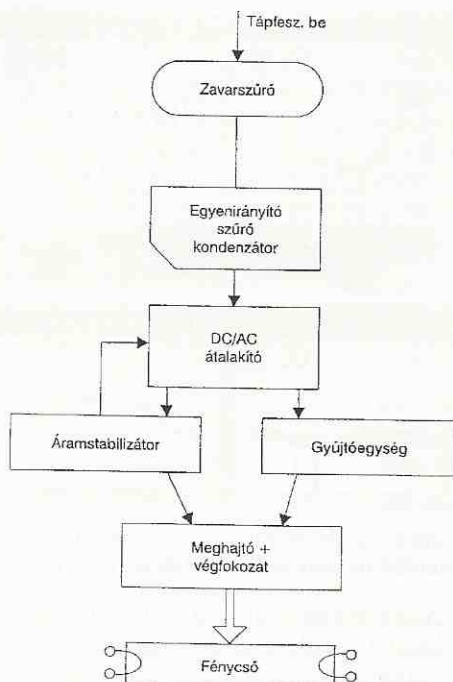
## Az elektronikus előtét felépítése

Annak ellenére, hogy látszólag csak a hagyományos fojtótekerács feladatát látja el, az előtét több tíz darab aktív és



passzív áramkörü elemből van (1. ábra). Ez természetesen a készülék jellegétől és nem utolsósorban a minőségétől is függ. A nagyfrekvenciás működésnek és a félvezetős alkatrészeknek köszönhetően az áramkorlátozáson és a gyújtáson kívül az elektronikus előtét ugyanis egyéb vezérlő, szabályzó, ellenőrző, védő és fénycsőkímélő funkciókat tölt be. Az elektronikus előtét elvi vázlata a 2. ábrán látható.

A bemeneti szűrő feladata, hogy a több MHz-es, igen intenzív zavarjeleket ne engedje ki a hálózatba, korlátozza a táphálózaton előforduló, a készülékre káros tranziensek hatását a készülékre, valamint megvédje az előtét elektronikus alkatrészeit a hálózati túlfeszültségektől. A Graetz-hídból is simító kondenzátorból álló egyenirányító alakítja az 50 Hz frekvenciájú váltakozó áramot egyenárammá. Természetesen ez a fokozat nem vesz részt az egyenáramú táphálózatú üzemeltetésben. Ezután következik a DC/AC átalakító, mely egyszerűbb kivitel esetén az önrezgőkört alkotó kapcsolótranszisztorokból áll, igényesebb előtét esetében pedig egy oszcillátor hajtja meg a kapcsolótranszisztorokat, melyek által biztosított négy- szögjelet a jóval kisebb méretű, de megfelelő impedanciájú nagyfrekvenciás tekercsen keresztül továbbítják a fénycsőhöz. A gyújtóegység a katódok előfűtésére, és a fénycső 500 V körüli amplitúdójú, egyszeri impulzusú, de biztos gyújtására szolgál. Az áramstabilizátor egy visszacsatoláson át szabályzó-ellenőrző szerepet játszik. Feladata az elektronikus előtét paramétereinek beállítása és szinten tartása a terhelés és a hálózati feszültség széles tartományában. Ezen áramkör bővített változatának segítségével és az 1 és 10 V között terjedő egyenfeszültségű jelet szolgáltató készülékek alkalmazásával lehetőség nyílik a fényáram szabályozására is.



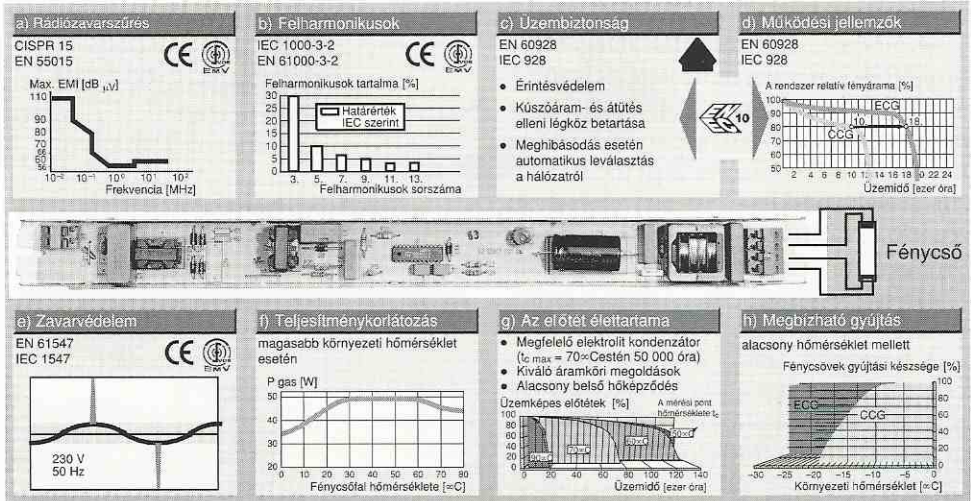
2. ábra. Elektronikus fénycsőelőtét blokkvázlata

Azonban a fejezet korlátozott terjedelme miatt az alábbiakban nem térünk ki a dimmelhető elektronikus előtétetek adta további lehetőségekre az „egyszerűbb testvéreikkel” szemben, hanem csak a hagyományos fojtótekercs és gyújtó feladatának helyettesítésére hivatott berendezések tulajdonságaival, ezeknek hatásával és az üzembe helyezés kérdéseivel foglalkozunk.

## Az alkalmazás műszaki előnyei

A hagyományos fojtótekercessel szemben az elektronikus előtét félvezetős alapú és igen összetett áramkörei a fentiekben összefoglalt számos feladatot látják el, s ezért műszaki szempontból nézve igen sok előnyös tulajdonsággal rendelkeznek.

a) Az új rendszer kb. 25%-os villamosenergia-megtakarítást nyújt, mert:



3. ábra. Az elektronikus fénycsőelőtétekre vonatkozó szabványok előírásai (a, b, c, d, e), valamint néhány műszaki tulajdonság (d, f, g, h)

- Nagyfrekvencián (20–30 kHz) működtetve fölötti üzemi frekvencia következtében a fénycső fényhasznosítása legalább 10%-kal nő. Ennek köszönhetően a fénycső villamos teljesítményét az előtét kb. ugyanennyivel szabályozza le, hogy a fényáram hozzávetőlegesen azonos legyen a katalógusok által közölt adattal, hisz ezzel számolnak a tervezők.
- Az elektronikus előtét vesztesége egyharmada a hagyományosénak.
- b) A teljesítménytényező közel 0,95 értékű, tehát nem szükséges a fáziskompenzálás.
- c) A megfelelő katódelőfűtés az alábbi előnyökkel jár együtt:
  - A gyújtás folyamata nincs kedvezőtlen hatással a katódmassza állapotára.
  - A fénycső hidegben is (–25 °C) biztosan begyújt (3.h ábra).
- d) A nagyfrekvenciás üzemeltetés hatása:
  - Nagyobb fényhasznosítás révén kisebb a felvett teljesítmény. Ennek következtében a kisülőső terében folyó áram kevesebb hőt termel.
  - A fénypor kisebb megterhelésének köszönhetően az élettartam során jelen-

tősen lassul a fényáramcsökkenés (3.d ábra).

- A fénycső, és ezáltal a lámpatest hatásfoka is kedvezőbb a kisebb üzemi hőmérséklet miatt, mert a fénycső fényárama hőmérsékletfüggő, és maximális értékét a 25 °C közvetlen környezeti hőmérséklet mellett éri el.
- Nem érezhető a fényáram zavaró hullámozása, amit 50 Hz esetében sokan tapasztalnak.
- e) Az elektronikus alkatrészek alkalmazásának további előnyei:
  - Széles feszültségtartományban (198 és 254 V között) stabilizálni képes a fénycső égési feszültségét.
  - A fénycső fényárama és a teljesítménye széles feszültségtartományban szinte állandó.
  - A rendszer egyenárammal is működtethető úgy, hogy a teljesítményfelvétele azonos a váltakozó áramú teljesítményfelvétellel.
  - Az elektronikus előtét kikapcsolja a hibás fénycsővet bekötő áramkört.
  - Rövidzár esetén saját magát leválasztja a hálózatról.
  - Kisebb a hőterhelés, mivel az előtét



hideg állapotához képest legfeljebb 30 °C-kal melegszik.

- Jelentősen csökken az előtét súlya.
- A hagyományos gyújtókészülékkel szemben bekapcsoláskor nem sugároz akkora elektromágneses jellegű impulzusokat, melyek az érzékeny műszerek, stúdiók, telefonközpontok, számítógépek munkáját zavarhatnák (3.a ábra).
- Tartós (akár 280 V-ig) túlfeszültség esetén képes megvédeni saját áramkörét és természetesen a fénycsövet is.
- Kiszűri a táphálózaton előforduló káros tranzienseket, illetve a hálózatra sem engedi ki a több MHz-es felharmonikusokat (3.b és 3.e ábra).

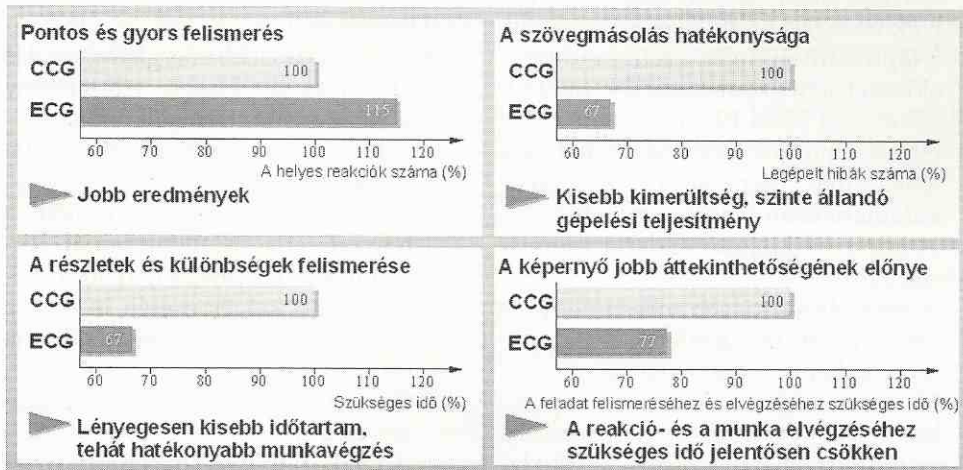
- 1 darab elektronikus előtét 2 darab főtótekereszt, 2 darab fázisjavító és 2 darab zavaroszűrő kondenzátort, 2 darab gyújtót, 2 darab gyújtófoglalatot, valamint egyéb alkatrészeket is (alátétek, csavarok stb.) tesz szükségletné.
- Kevesebb felhasznált alkatrész révén a szerelési munka rövidebb időt vesz igénybe.
- Az előtét kisebb súlya és hőképződése révén könnyedebb lámpatest szerkeszthető.
- Kisebb üzemi hőmérsékletnek köszönhetően a hőre érzékenyebb anyagok is szabadabban felhasználhatók a lámpatestek gyártásához.
- Az elektronikus előtétek alkalmazhatók az I. és II. érintésvédelmi osztályú lámpatestekben egyaránt.
- Az üzembiztos gyújtás és a kis hőtermelés előtérbe helyezi az elektronikus előtétek alkalmazását olyan lámpatestekben, amelyek a megszokottól eltérő körülmények között üzemelnek, mint pl. gyúlékony anyagra szerelve, robbanásveszélyes közegben vagy akár hűtőházakban is.

## Az elektronikus előtétek műszaki tulajdonságainak gyakorlati érvényesülése

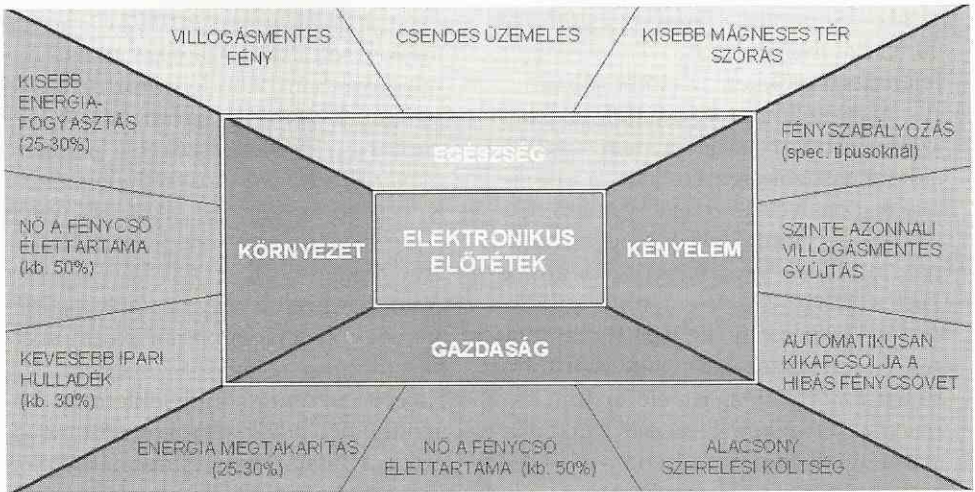
Az eddigiekben felsorolt jellemzők nagy hatással vannak a korszerű világítási berendezés üzemi megbízhatóságára, biztonságára, gazdaságosságára, az általunk érzékelt kényelemre és nem utolsósorban az egészségünkre is.

a) A lámpatestek gyártásával kapcsolatos tudnivalók:

b) Világítástechnikai tervezők részére közvetlenül kínált lehetőségek:



4. ábra. Az innsbrucki székhelyű Christian Bartenbach Mérnökiroda által képernyős munkahelyeken végzett kísérletek eredményei



5. ábra. Az elektronikus fénycsőelőtétek által gyakorolt hatások

- A szükséges megvilágítás kisebb villamosenergia-igénye miatt jobb hatásfokú világítórendszer valósítható meg.
  - A fényporok kisebb terhelése révén a fénycső élettartama során bekövetkező, de nem annyira jelentős fénypárhuzamos csökkenés lehetővé teszi a kisebb tervezési tényező használatát, tehát csökkenthető a beépített kezdeti fénypárhuzamos érték (3.d ábra).
  - Az elektronikus előtét olyan fénycsövek alkalmazását engedi meg, melyeknek égési feszültsége meghaladja a tápfeszültség felét, ezáltal indukzív előtéttel nem üzemeltethetők, mint pl. a korszerű T5 és T2 fénycsövek.
  - Olyan rendszer tervezhető, melynek fénypárhuzamosát manuálisan vagy akár automatikusan szabályozni lehet.
- c) A korszerű világítórendszer szerelésének előnyei:
- A berendezés kisebb teljesítményfelvétele révén csökkentett keresztmetszetű kábelek alkalmazhatók.
  - Nem szükséges a többfázisú kapcsolás, illetve vezetékezés, melynek célja az indukzív előtét esetén az 50 Hz-es villogás kellemetlen hatásának csökkentése.
  - 1 darab (nem szabályozható) elektronikus előtét képes az egymás közelében lévő 2 darab egy fénycsöves lámpatestet működtetni, amit master/slave üzemmódnak nevezünk.
  - Nem kell csoportos vagy központi fáziskompenzálásról gondoskodni.
  - Az egyenáramú üzemlési mód lehetővé teszi, hogy ugyanaz a lámpatest ugyanazon a táphálózaton tartalékvilágító lámpatestként is működjön.
- d) Az üzemeltető által tapasztalt gazdasági tulajdonságok:
- A várhatóan kisebb energiafogyasztás eredményeként kisebb teljesítmény köthető le az áramszolgáltatónál.
  - Jelentősen csökkennek a karbantartási költségek, mivel
    - A nagyfrekvenciás üzemmód a fénycső átlagos élettartamát legalább 50%-kal növeli (3.d ábra).
    - A ritkább kiegészítés esetén is csak a fényforrást kell beszerezni, a gyűjtőt nem.
    - Csere után a fénycső automatikusan újragyűjt.
    - A gyakoribb kapcsolás nincs káros hatással a fénycsövek üzemképességére.



- Az előtétek megbízhatósága és közel 50 000 órás élettartama nem okoz különösebb gondot az üzemeltetőnek (3.g ábra).
  - Az emberi munka nem gyakori beavatkozása további költségmegtakarítást jelent.
  - Kevesebb elfogyasztott villamos energia kisebb villanyszámlát eredményez.
  - Alacsonyabb hőképződés révén a helyiség hűtése kisebb ráfordítással jár.
- e) Az elektronikus előtétek az ember látási teljesítményére, közérzetére és egészségi állapotára ható tulajdonságai:
- A fénycsövek villogásmentesen gyútanak és működnek.
  - Nincs sztroboszkópeffektus, tehát a forgó tárgyak kváziálló helyzetének képét bemutató, 50 Hz-es frekvenciával üzemelő fényforrások által okozott balesetveszély nem áll fenn.
  - A vasmagos előtétek hiánya révén csendes a lámpatestek működése.
  - A fénycső élettartama végén nem lép fel a ciklikus kialvásnak nevezett jelenség.
  - A nagyfrekvenciás üzemelésnek köszönhetően a szemkifáradás és a fejfájás veszélye elenyésző, ezáltal elkerülhető a dolgozók korai kimerültsége, nő az összpontosítási készségük.
  - Kísérletek igazolják, hogy kisebb a hibaarány a fokozott látási teljesítménnyel (pl. képernyős szövegfeldol-

gozáskor) összefüggő munkák során (4. ábra).

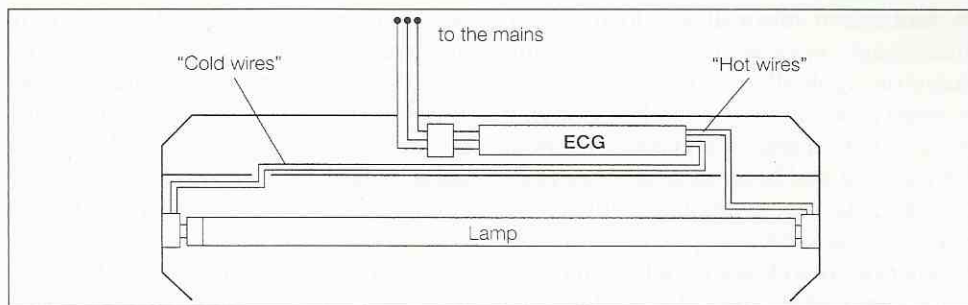
f) Nemzetgazdasági szintű fontossággal bíró további előnyök:

- A munkavállalók egészségi és közérzeti állapotát nem károsító világítás kevesebb kiadást jelent a betegellátással kapcsolatban.
- Zavaró hatásoktól mentes fénycsővilágítás kedvezően hat a munka teljesítményére.
- Kisebb villamosenergia-fogyasztás kisebb erőművi kapacitást igényel.
- A korszerű világítórendszerek megvalósításával kevesebb acél, réz és más nyersanyag kerül felhasználásra.
- Az energia- és anyagmegtakarítás révén kevesebb hulladék és szennyezés kerül a környezetünkbe, tehát az elektronikus előtét környezetbarát.

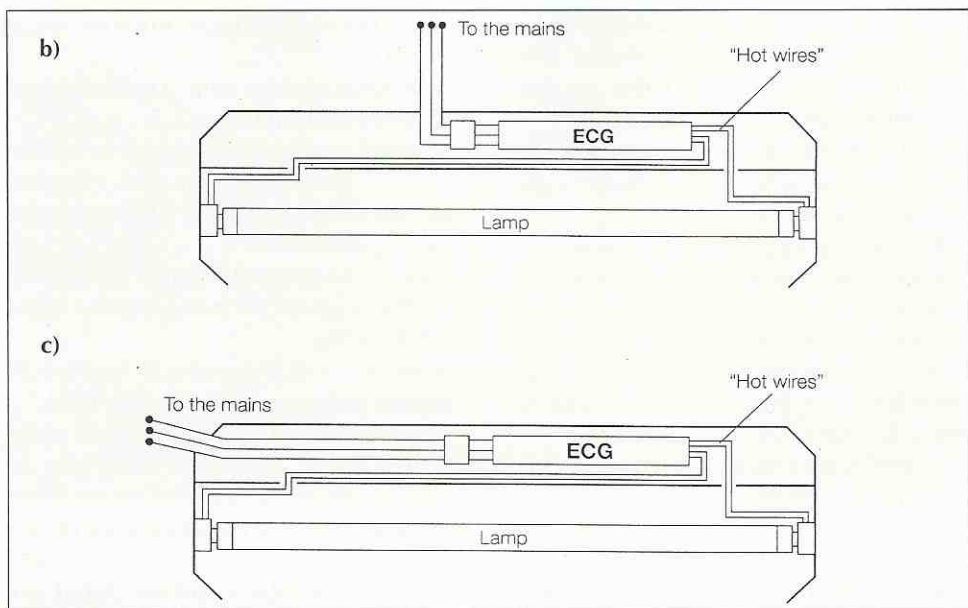
## Az elektronikus előtétek hátrányai

Minden éremnek két oldala van, tehát egy egész sor előny mellett van néhány hátrányos tényező, melyet meg kell említeni:

- Legfontosabbnak a magas beszerzési ár mondható, melynek megtérülésében nemigen hisznek sem a tervezők, sem a beruházók, sem a kivitelezők. Erre később visszatérünk.
- A pára, víz és por káros hatása miatt erősen korlátozott az elektronikus elő-



6.a ábra. Javasolt megoldás



6.b és c ábra. b) helyes megoldás; c) helytelen megoldás

tét szabadtéri alkalmazása, bár léteznek az áramköröket védőlakkréteggel borító eljárások, valamint az IP67 védettségű külső tokozások, amelyek természetesen megdrágítják a berendezést.

- Nagy környezeti hőmérséklet esetén bizonyos alkatrészek hőérzékenysége miatt az elektronikus előtétek használata nem ajánlatos.

## Miért választanánk drágább megoldást?

A fentiekben felsorolt kiváló műszaki, biztonsági, egészségügyi és kényelmi tulajdonságok ellenére (5. ábra) a jó minőségű elektronikus előtétek viszonylag magas beszerzési ára riasztó hatással van a világítási berendezések megvalósítására. Ha a megvilágítási szint, a fény színhőmérséklete, káprázáskorlátozás és energiatakarékosság mellett más szigorú igényeket nem támasztanak a rendszerrel szemben, akkor tisztán a

kivitelezés gazdasági szempontjai határozzák meg a tervezés végeredményét. Ilyenkor a gyakorlat azt sugallja, hogy a legolcsóbb világítást csupán a régóta ismert hagyományos fojtótekerccsel szerelt lámpatestekkel lehet létrehozni.

Ezzel szemben egy korrekt pénzügyi elemzés során könnyen bizonyítható, hogy az elektronikus előtétek alkalmazása nemcsak megtérül, hanem olcsóbbá is teszi a berendezést. Először be kell látni, hogy ilyen készülékkel szerelt lámpatest árát a gyártó nem emelheti annyival, mint amennyi az elektronikus előtét beszerzésének költsége. Hiszen korábbiakban már esett szó arról, hogy milyen és hány darab egyéb alkatrész beépítése szükségtelemmé válik. Ennek hatására csökken a szerelési munka időtartama is. Természetesen sok más tényező is befolyásolja a berendezés összköltségét.

A költségmegtakarításra ható leglényegesebb tény viszont az, hogy hosszasan tartó üzemelés során az elektroni-



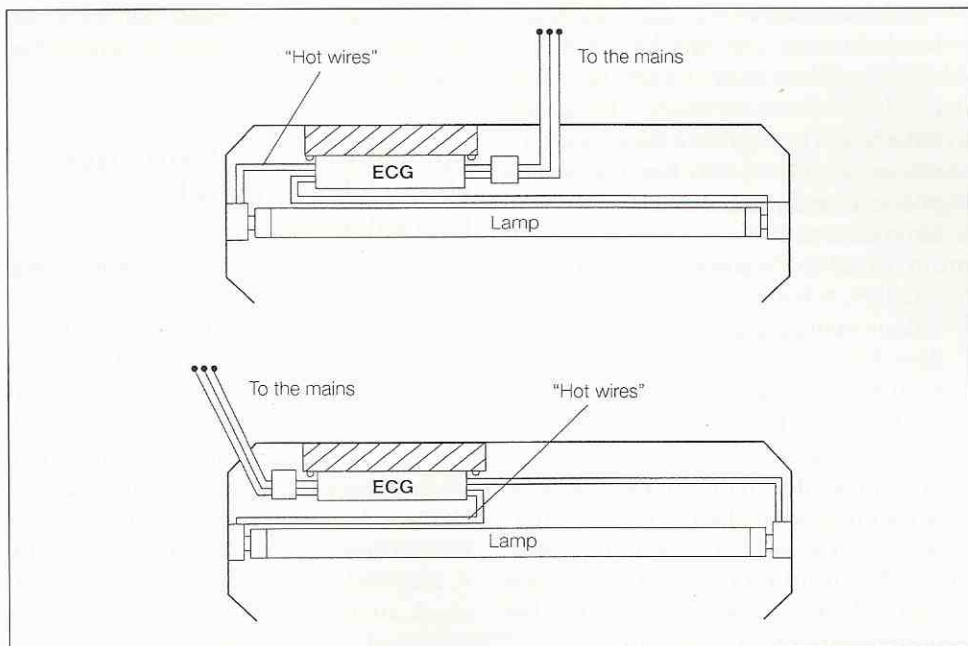
## Elektronikus előtéttekkel szerelt világítási berendezés költségtényezőinek összefoglalása

### Költségcsökkentő tényezők

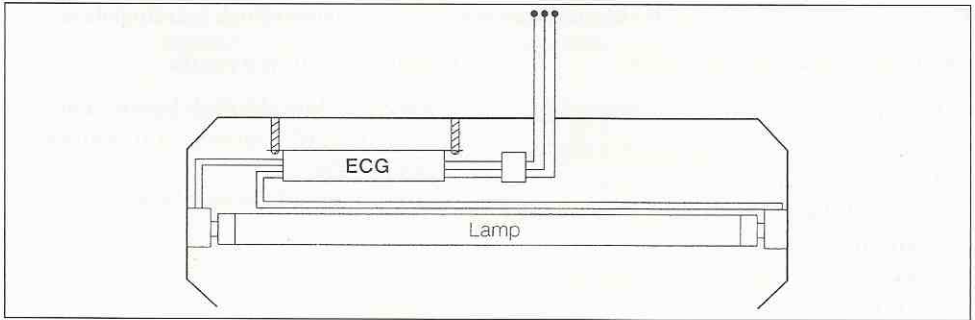
1. Alacsonyabb energiafogyasztás
2. Kisebb teljesítménylekötési díj
3. Kevesebb vezeték kiépítése
4. Kisebb keresztmetszetű vezetékek alkalmazása
5. Elegendő az egyfázisú hálózat kiépítése
6. Nem szükséges a csoportos/központi fázisjavítás
7. Több alkatrész kihagyható a lámpatestből
8. Rövidebb a szerelési munka
9. Kisebb tervezési tényező alkalmazható
10. A fénycsöveket ritkábban kell cserélni
11. Kevesebb a karbantartási munka
12. Kisebb légtérhűtési igény
13. Szükségtelen a tartalékvilágító lámpatestek szerelése

### Költségnövelő tényezők

1. Elektronikus előtéttek beszerzési ára
2. A szakember szerelési munkamenet bevezetése
3. A lámpatest bevizsgálása



6.d és e ábra. Helyes szerelés



6.f ábra. Helytelen szerelés

kus előtéttek jóval kevesebb villamos energiát fogyasztanak, mint az ugyanakkora teljesítményű fénycsövekhez alkalmazott hagyományos fojtók. Gondoljunk végig egy példát.

A hagyományos áramkörrel rendelkező, stabil körülmények között működő  $2 \times 36$  W-os világítóttest teljesítménye legalább 90 W. Ugyanaz a világítóttest, de elektronikus előtéttel szerelve, közel 70 W-ot vesz fel. Tehát világítóttestenként 20 W-tal, vagy más szóval 22%-kal kevesebb a villamosenergia-fogyasztás. Feltételezve évi 250 munkanapot, egy átlagos irodában napi 10 órán keresztül üzemelő 1 darab korszerű lámpatest évente 50 kWh nagyságú megtakarítást eredményez. Mivel az új berendezésnek legalább 10 évig működnie kell, ezáltal a fénypontonkénti megtakarítás minimum 500 kWh. Nagyon szigorú feltételek mellett, tehát:

- villamosenergia-ár évenkénti emelkedése 5%,
- a villamosenergia közületi ára (1999. január) 16,50 Ft/kWh,
- banki befektetési kamat évi 15%.

A fenti adatok felhasználásával a 10 év során megtakarítható 500 kWh energiaköltség mai napra diszkontálva csaknem 5000 forintnyi összeget jelent, ami bőven fedezi az elektronikus előtét beépítésével járó extra kiadásokat.

Ha pedig az év 350 napjában, reggel 7

órától este 21 óráig, tehát napi 14 órán keresztül nyitvatartó bevásárló központot elemeznénk, akkor arra a következtetésre jutnánk, hogy 1 darab „elektronikus” lámpatesttel 10 év alatt 980 kWh villamos energia takarítható meg, ami mai pénzben kifejezve közel 10 000 forint. Kisebb banki kamat vagy az energia nagyobb mértékű áremelése esetén a nyereség még nagyobb.

A fenti összegeket a világítóttestek tényleges mennyiségével szorozva a megkapott számok óriási pénzekről tanúskodnak. Aki nem hiszi, számoljon és ellenőrizze!

### Mit kell tudni az elektronikus előtéttek beépítésével kapcsolatban?

Ha már az anyagi kérdésekben döntő ügyfelet sikerült meggyőzni a korszerű berendezés többoldalú előnyeiről, akkor hátra marad a lámpatest-szerelési munkáival felmerülő kérdések megválaszolása. Az apró műszaki megoldások közötti látszólagosan elhanyagolható különbségek döntő hatással lehetnek az elektronikus előtét, és ezáltal az egész világítórendszer megbízhatóságára. A megfelelő szereléssel kapcsolatos kétértelmiségek általában csak az első alkalommal merülnek fel, további munkák már rutinszerű tapasztalatokon alapulnak.



A készülékek biztonságát és szabvány szerinti megfelelését vizsgáló független intézetek nagy hangsúlyt helyeznek a rádiózavarokra vonatkozó határértékek betartására (3.a ábra). Ezeknek a jeleknek a nagysága nemcsak az elektronikus előtétől függ, hanem a meghajtóegység és a fényforrás együttes elrendezésétől, a lámpatest konstrukciójától és különösen a huzalozás módjától is. Ugyanakkor fontos a hőképződéssel járó hatások által okozott zavarok csökkentése is, bár ezeket a fénycső és az előtét szempontjából külön kell választani. A fényforrás esetében a fizikai törvények határozzák meg a hőmérséklet-tartományokat, az elektronikus előtét esetén az üzembiztonság miatt szükséges a rögzített határértékek megadása.

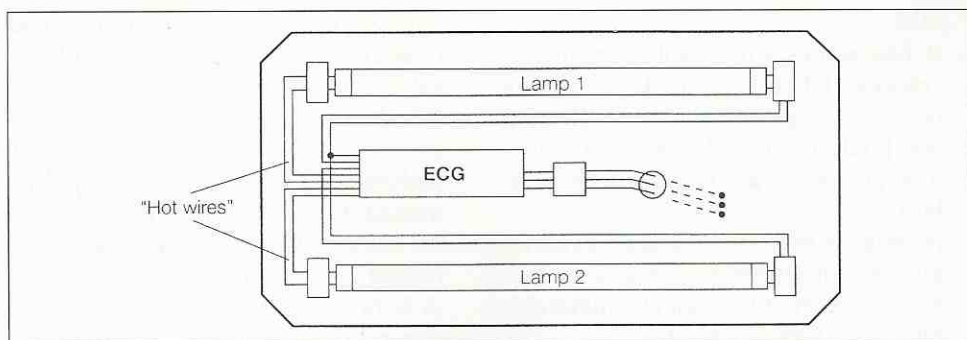
E cikk tárgyát képező készülékek önmagukban is megfelelnek a rájuk vonatkozó szabványoknak, de lámpatestbe szakszerűtlenül beépítve jellemzőik jelentősen megváltozhatnak. A berendezés működésének szempontjából nem közömbös az, hogyan helyezkednek el egymáshoz képest a fénycső, az előtét, a hálózati és lámpavezetékek, mi a beépítésük helye és módja, és hogyan kapcsolódnak össze.

A szakirodalom és a gyártók által közzétett üzembe helyezési útmutatók egyértelműen felhívják a szerelők figyelmét a kritikus paraméterek betartásának mód-

jaira. Az elektronikus fénycsőelőtétek üzemi biztonsága és a zavarójelek határérték alatti tartása általában az alábbiakban tárgyalt tényezők figyelembevételétől függ.

a) A hőmérsékleti hatások csökkentése:

- Gyújtáskor a környezet hőmérséklete nem lehet kisebb, mint az előtéten megadott alsó határérték. A fénycsőre szerelhető, általában műanyagból készült hővédő csőnek feladata a hő visszacsatolása, amely enyhíti a fényáramcsökkenést.
- Az alacsony, de a megengedett értékhatárokon belüli környezeti hőmérséklet általában növeli az elektronikus előtét élettartamát.
- Az előtét házán feltüntetett  $t_c$  hőmérséklet a mérőpont üzem közbeni maximálisan megengedett hőmérsékletét jelzi. Amennyiben a mért hőmérséklet tartósan  $10\text{ }^\circ\text{C}$ -kal magasabb a megengedettnél, akkor az előtét élettartama felére eshet.
- A  $t_a$  érték az üzemelési környezet legnagyobb állandó hőmérsékletét mutatja, amely mellett a rendeltetésszerűen működő előtét  $t_c$  hőmérséklete nem lépi túl a kritikus értékét.
- Gondoskodni kell arról, hogy a fényforrás és az előtét ne fűtsék egymást, tehát ajánlatos a két alkatrész térbeli termikus szétválasztása (külön ház, ernyő, hátlap tükör mögé stb.).



6.f ábra. Helyes szerelés több fénycső esetén

- Megfelelő nyílásokon keresztül elő kell segíteni a hő szabad kiáramlását a lámpatestből.
  - Mivel a fénycsövek optimális környezeti hőmérséklete 25 °C, ezért a nem elegendő szellőztetés révén túlmelegedésük fényáramcsökkenéshez vezet, tehát romlik a berendezés hatásfoka.
  - Kerülni kell a világítótestek elhelyezését a fűtőberendezések, csővezetékek és hőszugárzók közelében.
- b) Az elektromágneses tér okozta zavarok kiküszöbölése:
- Az előtét és a fénycső közötti vezeték-hossz minél rövidebb, de mindig 3 m alatt legyen. A hosszabb vezetékek által keltett elektromágneses zavarok csökkentése végett célszerű összesodorni őket.
  - Lehetőleg ne építsünk kapcsolót a fénycső és az előtét közé.
  - Az L és N vezetékek felcserélése megengedett.
  - A kispotenciálú vezetékek hosszabbak lehetnek, amennyiben ez lehetővé teszi a nagypotenciálú vezetékek lerövidítését. Ilyen megoldás előnyösebb a szimmetrikus elrendezéssel szemben (6.a ábra).
  - A tápvezetékek minél rövidebbek legyenek (ez csökkenti a zavar becsatolását), és ne fussanak párhuzamosan a fénycsőhöz vezető nagyfrekvenciás (HF) vezetékekkel (6.b és 6.c ábrák).
  - A hálózati és a fénycsőhöz menő vezetékek lehetőleg ne keresztezzék egymást, vagy legfeljebb derékszögben találkozzanak. Így kiküszöbölhető a hálózati és a HF hatások becsatolása.
  - A fénySOR megvalósításában gyakran alkalmazott átmenővezetékek ne fussanak közvetlenül az elektronikus előtét vagy a fénycső mentén.
  - A hálózati és a HF vezetékek minél távolabb, de legalább 5-10 cm-re helyezkedjenek egymástól a zavarok lecsökkentése céljából.
  - A kapacitív csatolás csökkenése végett a HF vezetékek legalább néhány cm távolságban legyenek a földelt fémrészekről.
  - Csak szigeteléssel rendelkező vezetékeket szabad használni.
  - A villamos tér árnyékolása jobb, ha a tükör felülete jó áramvezető, és kis ellenálláson keresztül a házhoz vagy a védőföldeléssel kötik össze.
  - A fémtokozással rendelkező elektronikus előtétet a védőföldeléssel összekötött lámpatestházzal minél kisebb ellenálláson keresztül kell összekötni, vagy közvetlenül a házra kell szerelni (6.d, 6.e és 6.f ábrák). Ez előnyös a hőelvezetés miatt is.
  - Több fénycsövet üzemeltető lámpatestben az előtétet, illetve előtéteteket úgy kell elhelyezni, hogy a fénycsövek felé menő vezetékek hossza és elrendezése közel azonos legyen (6.g ábra).
  - A master/slave üzemmódban elkerülhetetlen az aszimmetrikus elrendezés, ami működési zavarokhoz vezethet. A két lámpatest között megengedett maximális távolság 1m, a vezeték-hossz pedig 3 m lehet.
- b) Egyéb zavarok semlegesítése – működtetés tartalékvilágító lámpatestekben:
- A hálózati, illetve tartalékvilágításra való átkapcsolásnál biztosan el kell választani a két üzemmódot, azaz csak megszakítással és nem áthidalással történhet.
  - A váltakozó vagy az egyenáramú feszültség egyetlen pillanatban sem lépheti túl a mind a két üzemmódra megadott felső határértékeket.
  - Az akkumulátortelepeket el kell látni túlzott kisütés elleni védelemmel.
- A korábbiakban említettek szerint az elektronikus előtétet szakszerűtlen beépítése ronthatja a világítóberendezés



tulajdonságait. Ennek eredményeképpen a szabványok által megadott határértékek betartása és ezzel az üzembiztonság megteremtése a mindenkori lámpatest-, illetve rendszergyártó felelőssége. Emiatt a műhelyi szerelésben részt vevő mérnököknek, technikusoknak, szakmunkásoknak tisztában kell lenniük az előtéteket gyártó cégek által közölt útmutatók előírásaival, és azok szerint a legpontosabban kell eljárniuk.

## Összefoglalás

A világítástechnikus szakemberek tudják: az elektronikus előtét alkalmazása nem divat, hanem tudatos ésszerűség. Azonban az összes műszaki, gazdasági és kényelmi előny csak akkor tapasztalható, ha a korszerű világítóberendezés megvalósításához több szempontból megbízható elektronikus előtétek kiválasztására kerül sor. Ezen készülékeknek számos nemzetközi szabvány előírásait kell kielégíteni, amit a gyártmányismertető katalógusban és az előtét tokozásán található tanúsítási jelölésekkel közölni szoktak (3.a, b, c, d, e ábrák). A megszerzésüket a szabvány-

megfelelőségi vizsgálatokat végző független intézetek közreműködése teszi lehetővé, ami a termék üzembiztonságának, a rádiózavar-szűrésének, a felharmonikusok tartalmának, a hálózati zavarok elleni védettségeknek, valamint a működési jellemzőknek a szigorú ellenőrzésével jár. A piaci kínálatban található előtétek közül nem mindegyik rendelkezik a rá vonatkozó szabványok teljesítésére utaló jelöléssel, ami az árban is megjelenik. Az árarányok pedig nagy megközelítéssel valós képet adnak a termékek minőségéről, megbízhatóságáról és tartósságáról.

**Grzegorz Buczny**

## IRODALOM

- [1] Hargitay Miklós, Lantos Ferenc dr.: „Fénycsövek” – TUNGSRAM Rt.–Kandó Kálmán Műszaki Főiskola, Budapest, 1991.
- [2] Dr. Kovács Károly: „Az instabus EIB épületüzemeltetési és felügyeleti rendszer” – EIB Felhasználói Club, Budapest, 1998.
- [3] Dr. Borsányi János szerk.: „Energiagazdálkodási kézikönyv – Világítástechnika” – Energia Központ Kft., Budapest, 1998.
- [4] Dipl.-Ing. Herbert Aue: „Einbau elektronischer Betriebsgeräte” – VEO Journal 9/98
- [5] OSRAM gyártmányismertető kiadványok