

LED színpadvilágítás... ahogy én szeretem

A Sceni-Tech 2017 előadásai között hangzott el ez az érdekes és elgondolkodtató előadás a LED színpadvilágítás értékeléséről.

Az elmúlt években újabb szakaszába lépett a LED világítási forradalom – egyre-másra jelentek és jelennek meg a mind jobb fényminőséget produkáló termékek, fejlesztések. Természetesen ezek az eredmények nem jöhettek volna létre, ha a fényvetők legfontosabb elemében, a minőségi LED chipek fejlesztésében, fejlődésében nem lett volna ilyen látványos az előrelépés. Ma már vitán felül áll, hogy a LED nemcsak az energiatakarékosság, valamint a fehéren túl a színes fényforrás volta miatt kaphat ekkora teret a világítástechnikában, hanem amiatt is, hogy minőségi, nagyon magas színvisszaadású fényforrásként is számíthatunk rá. Amikor a színpad-világítási területen való használhatóságot vizsgáljuk, természetes, hogy a fehér LED fényforrások fejlesztési eredményeit vesszük először górcső alá.

Fényforrásaink – az árulkodó spektrális eloszlás

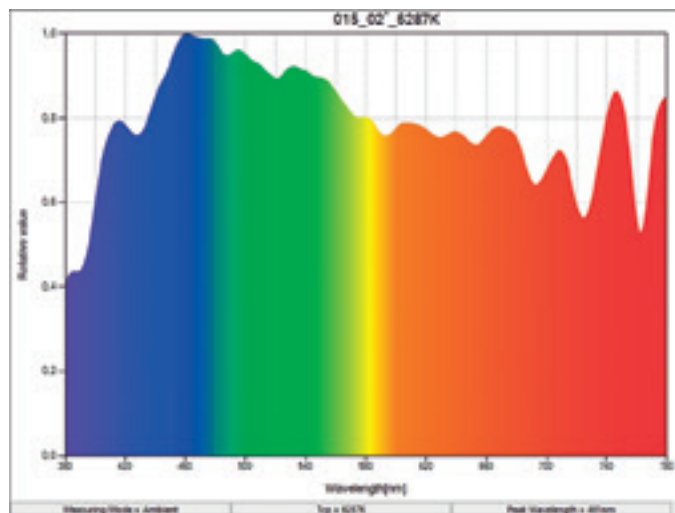
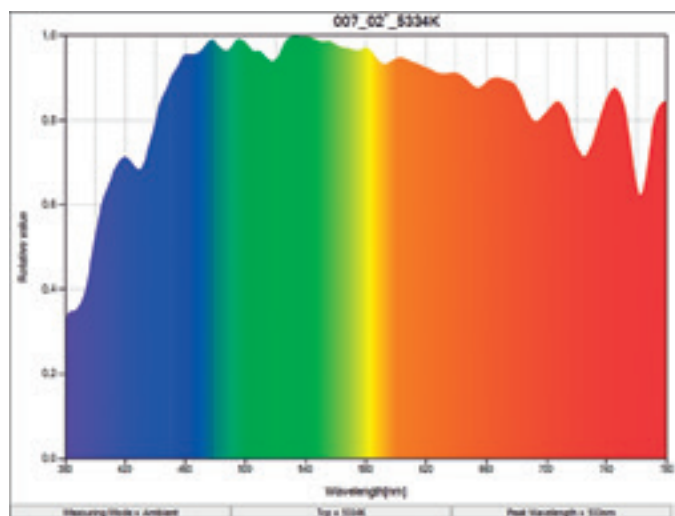
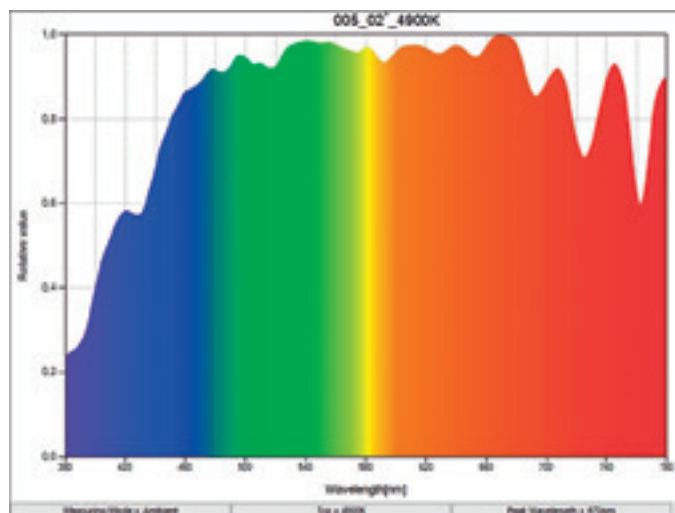
Hol is tart ma a fehér LED fényforrások fejlesztése? Hol tartanak e modern fényforrások fénytechnikai jellemzői a hagyományos fényforrásokhoz képest?

Ezekre a kérdésekre nem is olyan könnyű válaszolni. Elsősorban azért, mert nincs általános konszenzus arról, hogy mihez is kellene ezeket a fényforrásokat, azok fénytechnikai jellemzőit hasonlítani. A normál izzószálas lámpához? Vagy a modernebb, halogén fényforráshoz? Esetleg az ezeknél jobb hatásfokú fénycsövekhez vagy fémhalogén fényforrásokhoz? Ezek természetesen mind szóba kerülhetnek, de referenciaként vegyük a színpadvilágításban legelterjedtebb halogén fényforrást – bár ha tényleg az alapokhoz szeretnénk visszanyúlni, jogos a kérdés, hogy a mesterséges fényforrásainkkal alapvetően mit is szeretnénk utánozni. A válasz olvasóinknak meglehetősen könnyű: egyedüli természetes fényforrásunkat, a napfényt.

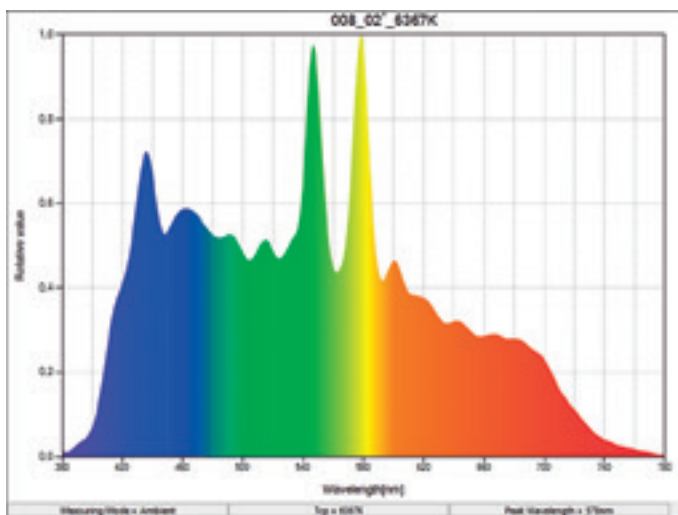
Nos, amikor kicsit megvizsgáljuk a napfényt, máris láthatjuk, hogy ez a fény állandóan változó arcát mutatja. A következőkben a fényforrásaink spektrumait vizsgáljuk meg kicsit, hiszen ez az igazi objektív jellemzőjük. Az 1. ábrán láthatjuk a napfényünk spektrális eloszlását egy májusi napon délelőtt 9 órakor, délután 13 órakor, valamint felhős időben este 18 órakor.

Mindegyik más és más eloszlású, és a színhőmérséklete is 4900 K és 6300 K között váltakozik. Tehát amikor napfényről beszélünk, vajon melyikre gondolunk? Ha összehasonlítási alapként vesszük a nappali fényt, melyik legyen az? Ugye nem könnyű a válasz? Az azonban jól látható, hogy a nappali fényt bármikor is nézzük, szinte minden hullámhossz, azaz minden szín meglehetősen arányosan, nagymértékben szerepel benne. De menjünk tovább: a fémhalogén fényforrásokat sokan „nappali fényű” („daylight”) fényforrásként emlegetik, vajon e fényforrások spektruma mennyire hasonlít a nappali fény spektrumához? A 2. ábrán egy fémhalogén fényforrás spektrális eloszlását láthatjuk, és ez bizony bármelyik természetes napfényű eloszlástól jelentősen különbözik. Bár az emberi szem integráló, összegző tulajdonsága nagyon hasonlóan érzí őket, ugyanakkor ennek a fémhalogén fényforrás színvisszaadása jelentősen elmarad a nappali természetes fény színvisszaadásától.

Végezetül lássuk, hogyan is állunk a számunkra oly kedves halogén fényforrással. A 3. ábrán egy hálózati feszültségű halogén fényforrás spektrumát láthatjuk, melyben a napfényhez képest bizony sokkal kevesebb kék és zöld összetevőt láthatunk. Ráadásul sok színpadi jelenet-



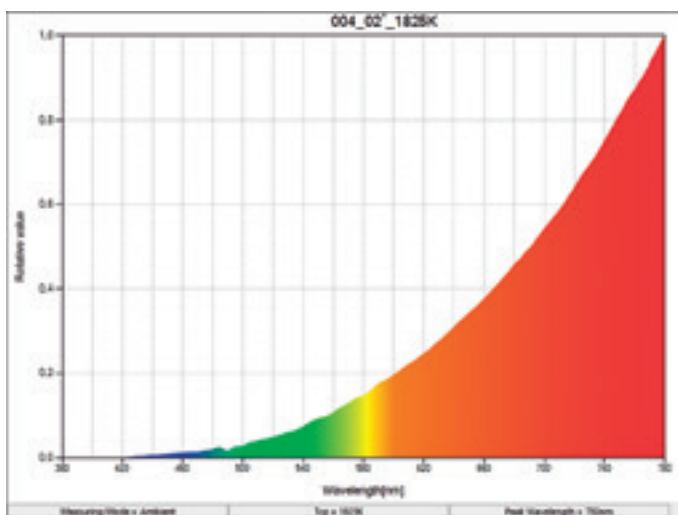
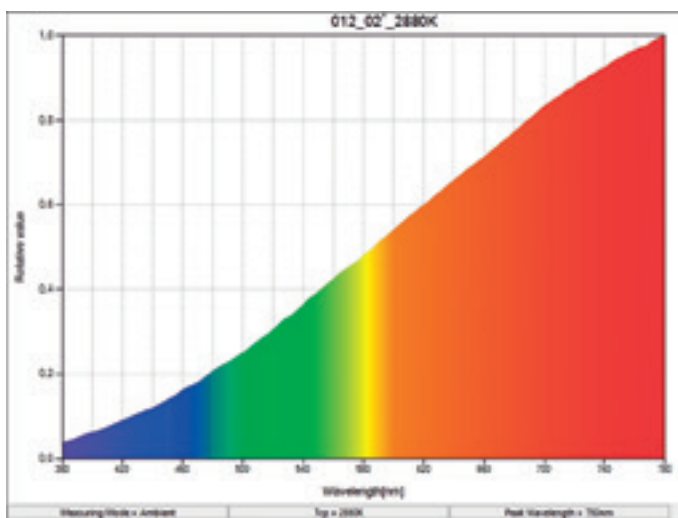
▶ 1. ábra A napfény spektruma reggel 9 órakor, 13 órakor és felhős időben



► 2. ábra Tipikus fémhalogén fényforrás spektruma

ben a lámpáinkat le szabályozott fényvel működtetjük, azaz ledimmeljük. Egy ilyen 20%-ra le szabályozott fényforrás fénye (szintén 3. ábra) jól láthatóan már szinte csak narancs és vörös spektrumszíneket tartalmaz, így ennek minősége, színvisszaadása – szigorúan technikai értelemben – meglehetősen rossznak tekinthető.

Vajon miért szeretjük mégis annyira a halogén fényforrás színét? A barátságos, sárgás fény „meleg”, kellemes érzete miatt? Vagy egyszerűen a tradíció, a megszokás okozza ezt? Megkockáztatom: lehet, hogy egy



► 3. ábra Halogénlámpa spektruma 100%-os és 20%-os feszültség mellett

kicsit konzervatívak vagyunk ebben a kérdésben? Mert ha csak a fény spektrumát nézzük, akkor egy minőségi fehér LED (4. ábra) bizony jóval arányosabb spektrális eloszlást mutat, mint egy halogén fényforrás – azaz a kék és zöld összetevők jóval nagyobb részben szerepelnek benne, arányosabban a vörös tartománnyal.

Az is jól látható, hogy a vörös tartománya nem annyira erőteljes, és az infravörös felé egészen lecsökken a sugárzása – azaz a kibocsátott fény nyel együtt a LED nem sugároz hőt (bár ezt eddig is tudtuk, de a mérés is igazolta).

Ezek a mérések tehát azt mutatják, hogy ma már a minőségi fehér LED – a spektrumát tekintve – képes felvenni a versenyt bármely más fényforrással. Természetesen számos LED-gyártó termékével találkozhatunk a piacon elérhető fényvetőkben, ezért nehéz általános érvényességű kijelentést tenni, de a minőségi LED-felhasználás az új fejlesztésű professzionális eszközökben erősen jelen van. A 4. ábrán két, minőségi LED fényforrással szerelt fényvető fényének spektrális eloszlását láthatjuk úgy, hogy a fényvetők a halogén izzók 3200 K körüli színhőmérsékletén dolgoznak. Nos, én az ilyen LED-ekkel szerelt fényvetőket bizony nagyon szeretem!

Mi a helyzet a színvisszaadással?

Ha ilyen jók már a fehér LED-ek, mért látjuk mégis azt, hogy a halogén fényforrások színvisszaadása (CRI) a 100-as (kiváló) értéket hozza, míg a spektrumában kiegyenlítettebb minőségi fehér LED csak kapaszkodik a kiváló érték felé? A válasz a színvisszaadási index fogalmának meghatározásában rejlik. Amikor ezt a mérési módszert megalkották, egy ideális referenciasugárzóhoz hasonlították a vizsgált fényforrás színvisszaadási eltérését. Azaz pl. a halogén fényforrást egy ideális referencia-izzólámpához hasonlították, és így eleve adott volt a kitűnő színvisszaadási érték. Ráadásul ez az érték csak 8 pasztell, azaz nem túl telített szín vizsgálatán alapul, és ez a fényforrásgyártóknak elég sok manipulációs teret hagyott. Jó példa erre az a kísérlet, amikor egy fehér fényt vörös (640 nm), zöld (525 nm) és kék (465 nm) színes monokromatikus fényforrások kevert fényéből állítottak elő. Megmérték az így létrejövő fehér fény színvisszaadását, és az igen gyenge, CRI=25-ös értéket adott. Amikor azonban a vörös fény hullámhosszát minimális mértékben megváltoztatták (640 nm helyett 615 nm-re), máris CRI=70-es értéket kaptak, holott ez a változás szemmel gyakorlatilag észrevehetetlen volt. Az ilyen kísérletek tapasztalatai is abba az irányba terelték a kutatókat, hogy újabb módszereket dolgozzanak ki a fényforrások színminőségének, színvisszaadásának mérésére, értékelésére.

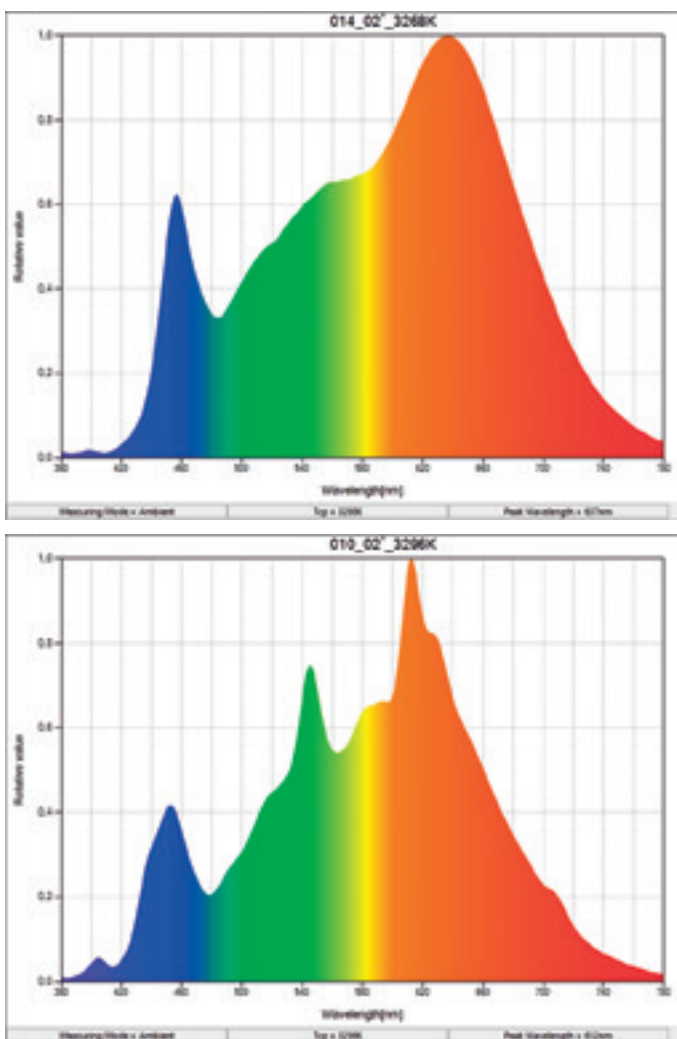
A LED-ek ráadásul szilárdtest fényforrások, fénykibocsátásuk teljesen más fizikai elven működik, ezért spektrumuk is eltérő felépítésű, így nem igazán fair a hagyományos – referenciasugárzóhoz mért – színvisszaadási rendszerrel történő minősítésük.

Jelenleg is folynak folyamatos kutatások, hogy hogyan lehetne minél jobban, objektívebben meghatározni a LED-ek színvisszaadását, de már ma is rendelkezésünkre állnak olyan ajánlások, melyeket a világítástechnikai iparág egyre több szereplője használ. Ezekből három ajánlok a kedves olvasók figyelmébe:

TLCI–2012

(Television Lighting Consistency Index)

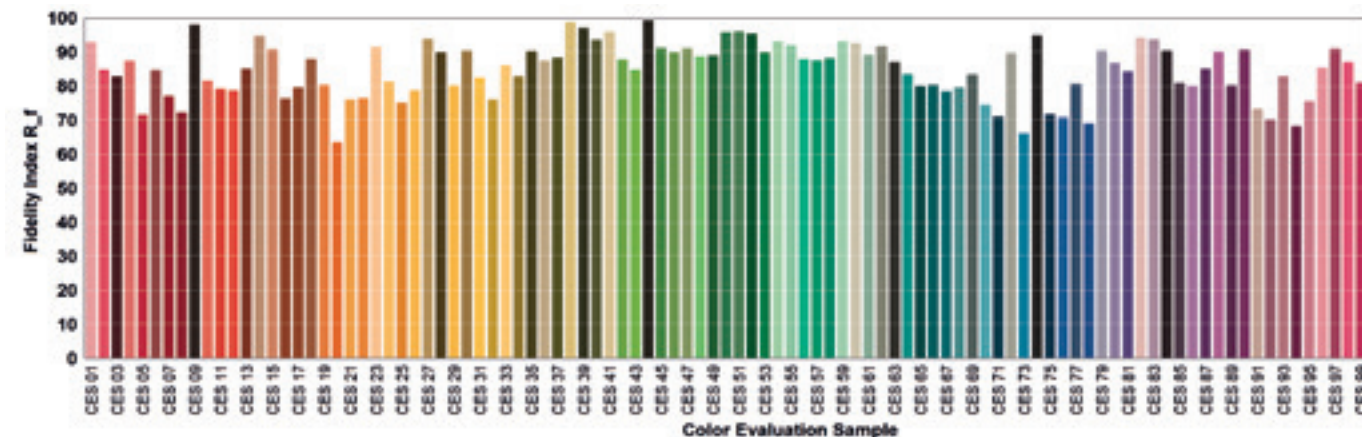
A televíziós technikában igazából sosem használták a CRI színvisszaadási indexet, mivel az a kamera-képernyő-néző láncban a sok elektronikus beavatkozás miatt egyszerűen nem adott használható információt, ráadásul az utólagos színkorrekció lehetősége eleve nagyobb játéktérrel engedett a színek végső megjelenítéséhez. A CRI index használata helyett ezért kidolgozták a TLCI indexet, mely alapvetően a fényvetők (fényforrások) spektrális eloszlásából egy szoftver segítségével kalkulálja ki ezt az indexet, mely 0–100 közötti érték lehet, de a kategorizálás elsősorban arra vonatkozik, hogy milyen/mekkora beavatkozás szükséges a broadcast minőségű színhelyes, végleges kép létrehozásához.



► 4. ábra Minőségi fehér LED-ek (3268 K és 3296 K) spektrális eloszlásai

→ CQS (Colour Quality Scale)

A CRI továbbfejlesztésének tekintett mérési eljárás alapvetően abban különbözik a CRI rendszertől, hogy annak 8 db vagy 15 db pasztellszín-mintájával ellentétben 15 teltett színű, a Munsell-skálából kiválasztott mintával dolgozik, és a színvisszaadáson túl a színezet megkülönböztetésére és a megfigyelő színpreferenciájának mérésére is alkalmas. Az eljárás kidolgozása során kifejezetten a szilárdtest fényforrások valós színjelmzésére fókuszáltak, mellyel így a hagyományos színvisszaadási index számos hátrányát kiküszöbölték. Ez a rendszer is 0–100 közötti értékekkel osztályozza a vizsgált fényforrásokat.



► 5. ábra Egy fényforrás színmérése a CIE TM-30-15 színrendszerben

CIE TM-30-15

A végére hagytam a nemzetközi világítástechnikai társaság által javasolt új rendszert, mely sokkal finomabb, 99 színmintán végzett színhűségvizsgálaton alapul (5. ábra).

A 99 színminta a mindennapi élet tárgyairól vett leggyakoribb színekből áll össze, így a vizsgálat során ez a rendszer sokkal pontosabb jellemzését adja a vizsgált fényforrás színhűségének. Ezenfelül ez a rendszer többféle mérőszámot is meghatároz a fényforrás jellemzésére, ilyenek például az Rf (Fidelity Index) színhűségindex, vagy az Rg (Gamut) színterjedelem-index.

E cikk keretét szétfeszítené a fentebb röviden bemutatott, újabb színvisszaadási, színminőség-jellemzési rendszerek részletes leírása – ezek talán egy következő cikk témái lehetnének...

És végül – hogyan is szeretem én?

Lezárva a fenti elméleti fejtegetéseket, összegezve elmondhatom, hogy azok a fényvetők, lámpatestek a kedvenceim, azokat szeretem igazán, melyek fejlesztése során az alábbi szempontok folyamatosan a fejlesztők szeme előtt lebegtek:

- minőségi LED fényforrás használata, kitűnő színvisszaadás, széles és egyenletes sugárzási spektrum
- a LED fényvető érje el a hagyományos (halogén és/vagy fémhalogén) fényvetők fényáramát
- színházi használatra szabott optikai rendszer
- kifinomult, lépcsőzetességmentes szabályzás
- rendkívül halk hűtés és motoros mozgatás (ha van ilyen)

Hogy ezek a jellemzők ma már valóban elérhetők, hadd hozzak egy-egy példát a leggyakrabban használatos fényvetőtípusok LED-es, jó minőségű változataira.

Színpadi háttereink sokszor kívánnak nagyon finom színárnyalatú világításokat, erre lehet jó választás a 8 színű LED-csoportokkal felépített horizontvilágító lámpatest (6. ábra), mely a klasszikus kialakítás mellett 16 bites finomságú dimmeléssel, aszimmetrikus optikai rendszerrel és 2200–6500 K közötti fehér színhőmérséklet-állítással is rendelkezik.

Fresnel-lencsés fényvetőt mutat a 7. ábra, melynek 300 W-os fehér fényforrása már eléri az 1200 W-os halogén fényforrással működő régebbi társaik fényteljesítményét. 3200 K színhőmérséklete, 90 feletti színvisszaadása, valamint széles fókuszálási lehetősége teljes értékű új generációs fényvetővé teszi ezt a kifejezetten LED fényforrás köré épített gépet.

Egy ilyen Fresnel-lencsés fényvető motoros változatát láthatjuk a 8. ábrán. A rendkívül kompakt méretben egy 1000 W-os halogén fényforrás fényteljesítményének megfelelő RGBW LED modul világít a 7–70 fokban, 10-szeres zoomoptikán keresztül.

Ma már kitűnő LED-es profilfényvetők közül választhatunk, melynek egy remek példáját mutatja a 9. ábra. A kifejezetten jó minőségű fehér



▶ 6. ábra. 8 színű LED-del tervezett horizontvilágító egység



▶ 7. ábra. Fresnel-lencsés 300 W-os fehér LED forrású fényvető



▶ 8. ábra. Motoros mozgatású Fresnel-fényvető fehér LED fényforrással



▶ 9. ábra. 300 W-os minőségi fehér LED fényforrású zoom profilfényvető



▶ 10. ábra. 23 000 lumen fényáramú, rendkívül halk, LED fényforrású színházi effektfényvető



▶ 11. ábra. Nagy fényerejű, 600 W fehér LED-del szerelt halk színházi LED fejjegő

LED fényforrás kitűnő, 90 feletti színvisszaadással és 3200 K színhőmérsékletével könnyedén helyettesítheti az 1000/1200 W-os hagyományos profilfényvetőket.

A jól megszokott átfogású zoomoptikai rendszerekkel látják el őket, így akár évad közben is gyorsan munkába állíthatók, könnyen helyettesíthetik kiöregedett társaikat.

A profilfényvetők motoros változatai is nagy számban megjelentek már. Egyik kedvencem a 10. ábrán látható profil jellegű motoros fényvető, mely 23 000 lumenes fényáramával, rendkívül halk hűtésével és 7–56 fokok optikai rendszerével már a nagyszínpadok fémhalogén fényvetőivel versenyez.

Végezetül pedig már megjelentek a fejjegőkben is a magas minőségű, és az 1200 W-os fémhalogén fényforrásokkal versenyző LED modulok

is. Ezeket a fejjegőket is már kifejezetten ezekhez a LED fényforrásokhoz építik, és így optimális fényhatásfokot érhetnek el velük.

Az ilyen, kifejezetten LED fényforráshoz tervezett fejjegő egyik szép példányát láthatjuk a 11. ábrán. Nincs többé fémhalogénhűlést váró hálózatkiesés – a LED fényforrás ezen is segít.

Természetesen a fenti példák csak kiragadottak – manapság már gondos tesztelést követően valóban kitűnő, professzionális színházi használatra is alkalmas LED-es fényvetőket találhatunk. Mindazonáltal javaslom, hogy a cikk első felében leírt eszmefuttatás alapján mindenki legyen óvatos és nagyon gondos, amikor valóban profi, kiváló LED-minőségű és hosszú távú használatra kíván LED-es fényvetőt választani. Az igazán jó eszközöknek általában megkéri az árát, de ezek a fényvetők meg fogják hálálni – lassú lesz az erkölcsi amortizációjuk is, és öröm velük a minőségi munka.

Nos, én így szeretem ezeket a modern LED fényvetőket!

BÖRÖCZ SÁNDOR

DIGICO SD12

Told a hűzót.



chromasound.hu

DIGICO