

# LED-tápegységek – megbízhatósági és teljesítménymutatók

Ahhoz, hogy a legjobb drivert tudjuk választani, egy sor jellemzőt kell megvizsgálni

Napjaink ipara egyre inkább előtérbe helyezi a LED-alapú világítástechnikai eszközöket. A világítótestek teljesítményét, megbízhatóságát és a ráfordítások megtérülését nagyban befolyásolja az alkalmazott LED-meghajtó minősége.



A működő rendszerek hibaelemzése alapján megállapítható, hogy a meghibásodásokért a LED-csip csak mintegy 5 százalékban tehető felelőssé, egyéb alkatrészek hibája is mintegy 5 százaléknyi, ellenben a meghajtó meghibásodása az ok az esetek 90 százalékában. A kritikus teljesítménymutatók figyelembevétele – csakúgy, mint a megbízhatósági szempontokra (MTBF, élettartam) való odafigyelés – egyaránt szükséges ahhoz, hogy a világítótestek tervezői a piacon található különféle meghajtók közül számukra a legideálisabbat választhassák. Írásunkban szeretnénk áttekinteni mindazokat a jellemzőket, melyeket figyelembe kell venni az összehasonlítás során a gyártók sokszor nehezen hozzáférhető termékinformációi közül, és képet szeretnénk alkotni a meghajtók megbízhatósági és élettartam-jellemzőiről is.

## A LED-meghajtó

A LED-világításhoz olyan speciális tápegységre van szükség, ami a hálózati váltakozó feszültséget egyenfeszültséggé alakítja, és szabályozni képes a LED-en átfolyó

áram erősségét, miközben védi a LED-et a feszültség-ingadozástól a működés során. A meghajtók lehetnek állandó áramú (áramgenerátor) vagy állandó feszültségű típusok. Az elektronikus előtétek használatával a világítótest számos extra funkciót is kaphat, mint például a fényerőszabályzás. Napjaink áramköreire jellemző a nagy fokú integráltság, a diszkrét alkatrészek alkalmazása háttérbe szorul. A szabályozható kimenet (dimmelés) lehetővé teszi a teljes (100%) fényerő csökkentését akár 0% értékre a LED nyitóirányú áramának csökkentésével, amit leggyakrabban impulzusszélesség-modulációval (PWM) oldanak meg a fejlesztők. A frekvencia akár 100 kHz-es nagyságrendje miatt a LED fényét az emberi szem folyamatosnak, villódzásmentesnek látja. A meghajtó érzékeny elektronikája folyamatosan ki van téve a környezeti hatásoknak, emiatt különösen fontos, hogy pontosan ismerjük a kritikus tényezőket, melyek befolyásolják a működést. Ezek között vannak olyanok, melyek a teljesítménymutatókra vannak hatással, mások a megbízhatóságot és az élettartamot érintik.

## Teljesítménymutatók:

- Magas hatásfok – A jó energiahasonlításhoz és a megtakarításhoz szükséges
- Fényerőszabályzás – Szintén nagyban befolyásolja az energiatakarékosságot
- Egyéb elektromos jellemzők (PFC, THD) – A driver és a hálózat kölcsönhatását befolyásolják

## Megbízhatósági mutatók:

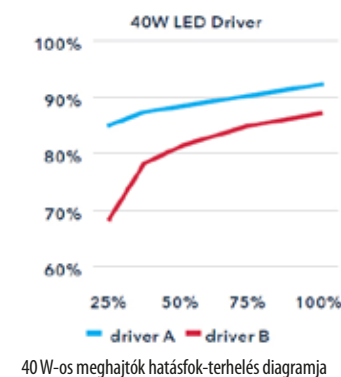
- Nagy fokú megbízhatóság – A karbantartási költségek csökkentésében van kulcsfontosságú szerepe
- Hosszú élettartam – A driver és a LED-csipek élettartamának kompatibilitása biztosított általa

## Teljesítménymutatókat befolyásoló tényezők

Ahogy azt már megállapítottuk, a meghajtónak kulcs szerepe van a világítótest teljesítményének maximalizálásában. A tápegységgyártók nagyon eltérő minőségű technikai információkat adnak ki termékeikről, ami megnehezíti a jellemzők összehasonlítását és a megfelelő driver kiválasztását. Azok az előtétek, melyek elsősorban tökéletesnek látszanak, esetleg nem megfelelőek a megszokottól eltérő környezeti paraméterek melletti használatkor, ezért azok különféle körülmények közötti viselkedésének pontos ismerete szükséges. A gyártóhoz intézett megfelelő célzott kérdések meghatározásához szükség van arra, hogy tudjuk, általában miként specifikálják a LED-tápegységeket.

## Hatásfok

A LED-világítás használatának legfőbb előnye az elérhető energiamegtakarítás, leggyakrabban ez játszik szerepet a hagyományos világítás leváltását célzó döntésben. Egy jó hatásfokú driver élettartama során jelentős többletmegtakarítást képes realizálni, hiszen egy 90%-os hatásfokú előtét éppen feleannyi hőveszteséget termel, mint egy 80%-os hatásfokú, ez az elfűtött veszteség a közel 50 ezer óra üzemidő alatt igen magas többletköltséget jelenthet, ha csak az energiaárat tekintjük. Emellett a kisebb hőveszteség alacsonyabb üzemi hőmérséklettel párosul, ami az élettartam növekedésén keresztül is pozitívan hat. Az alacsonyabb hatásfokú tápegységben jelentkező többlethőveszteség tovább melegíti az elektronikai komponenseket. Az Arrhenius képletből tudjuk, hogy az elektrolitkondenzátorok élettartama feleződik minden 10°C hőmérséklet-emelkedés esetén, így mivel az elektronika élettartamát a leggyengébb láncszem határozza meg, könnyen belátható, hogy a magasabb hatásfok akár többszöröse is növelheti a teljes világítótest várható élettartamát. A megbízhatóság is a környezeti hőmérséklet függvénye, annak csökkentésével minden alkatrész megbízhatósága nő. Ha fényerőszabályzást is alkalmazunk az inaktív időszakokban való energiamegtakarításhoz,



akkor gyakorta csökken a megbízhatóság is, melynek mértéke eltérő a különböző gyártók ugyanazon névleges teljesítményű termékeinél. Nagyon fontos annak ellenőrzése, hogy vajon a kiválasztott előtét az alkalmazott (csökkentett) terhelések mellett is kellő hatásfokkal rendelkezik-e.

## Fényerőszabályzás

A fényerőszabályzásra általában akkor van szükség, amikor kihasználatlan időszakban energiatakarékossági megfontolásból lecsökkentjük a LED nyitóirányú áramát. Mint tudjuk, ez károsan hathat a hatásfokra, ha nem megfelelő a driver kiválasztása, akkor itt nem kívánt veszteség keletkezhet. Mind a lineáris, mind a PWM dimmelés okozhat villódzást, flickert, különösen nagyon alacsony fényerejű fokozatban, az előtét kiválasztásakor ezt is vizsgálni érdemes.

## Ripple áram

Az AC/DC átalakítás minden esetben zavart kelt a kimeneten, ami a feszültség egyenáramú komponensére rakódó AC komponens, az úgynevezett ripple formájában jelenik meg. Ez a periodikus zavar áramot hajt át a LED-en, ami a villódzás miatt vizuális diszkomfortérzetet okozhat. Ez a hatás erősödik az alacsony szintű dimmelés esetén. A 100 Hz és ennél kisebb frekvenciát az emberi szem már képes követni, így a cél a ripple és így a villódzás 10% alatt tartása. További gond lehet a magas ripple áram esetén – ha az csak rövid ideig is, de meghaladja a LED maximális megengedhető nyitóirányú áramértékét –, hogy ez hosszú távon a LED élettartamának csökkenését eredményezi.

## Nyugalmi áramfelvétel és éledési idő

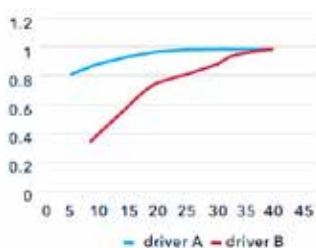
A jelenleg érvényben lévő EU-direktíváknak megfelelően a LED-alapú világítótest nyugalmi állapotban nem fogyaszthat többet 1 W-nál. Az új elvárások szerint ez az érték várhatóan nem haladhatja meg a 0,5 W értéket, a lámpa éledési ideje pedig bizonyos világítások esetén a 0,5 sec értéket. Ezt is ellenőrizni kell, amikor meghajtót választunk.

## PFC – teljesítménytényező

A meghajtó névleges teljesítményétől függően annak teljesítménytényezőjére, a hatásos és meddő teljesítmény hányadosára is lehetnek előírások. A hálózatra kapcsolt alacsony  $\cos\phi$ -vel rendelkező driver esetén nagyobb a felvett áram értéke ugyanazon hatásos teljesítmény átvitele mellett. Ez többlet-energiavesztéssel jár, ami miatt vastagabb kábelekre vagy fázisjavító berendezésekre beiktatására van szükség. 2 W alatti driverek esetén a direktívák nem határoznak meg minimális PFC-értéket, de e felett szükség van a  $\cos\phi$  előírásokra, mert nagyszámú rossz teljesítménytényezőjű világítótest alkalmazása esetén a látszólagos teljesítmény növekedése miatt többletköltségek terhelhetik az üzemeltetőket.

2 W < P ≤ 5 W	$\cos\phi > 0,4$
5 W < P ≤ 25 W	$\cos\phi > 0,5$
25 W < P	$\cos\phi > 0,9$

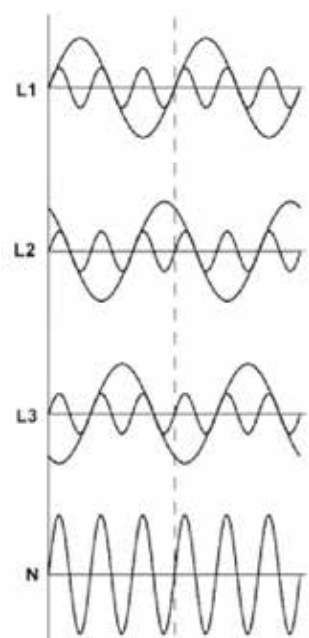
A teljesítménytényező sem tekinthető állandó adatnak, ez is a terhelés függvénye. A tervező figyelembe kell hogy vegye az eltérő cosφ értéket az adott dirverre vonatkozóan, mert az egyértelműen csökken a névleges teljesítmény alatti üzemben, miközben a teljes világítóttest meg kell hogy feleljen az EU-direktíva előírásainak.



Teljesítménytényező alakulása a terhelés (W) függvényében különböző driverek esetén

**THD**

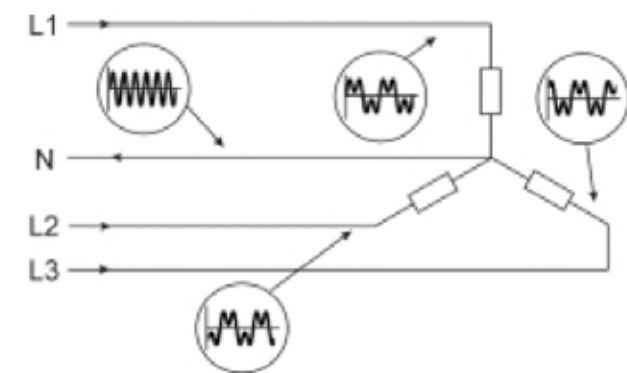
A teljes harmonikus torzítás (THD – total harmonic distortion) is nagyon fontos tulajdonsága a LED-meghajtónak. A tipikus kapcsolóüzemű tápegység először egyenirányító hidak segítségével az AC/DC konverziót végzi el, majd DÍC/DC konverzió útján állítja elő a kívánt kimeneti feszültséget. Mivel a diódahíd nem lineáris, az áram is jelentős



nonlinearitással bír, benne a bemeneti feszültség frekvenciájának felharmónikusai jelennek meg. Háromfázisú aszimmetrikus rendszerekben a harmadik harmónikus áramösszetevők jelenthetnek igazi gondot, mert ezek az L1, L2, L3 vonalon fázisban vannak, így eredőjük a nulla vezetéken a fázisáramnál akár nagyobb effektív értékű áramerősséget generálhat. A gyakran vékony nulla vezeték nem erre van méretezve, ami veszélyforrást jelenthet. Ezért gyakorta találkozunk olyan előírással, ami a THD-t <20%, vagy akár ennél jóval kisebb értékben maximálja.

**Megbízhatóság: élettartam és MTBF**

A definíció szerint a megbízhatóság egy valószínűségi érték, azt mutatja meg, hogy egy termék adott működési feltételek mellett adott ideig milyen valószínűséggel képes megfelelően működni. Tehát a megbízhatóság az idő, a körülmények és a „megfelelő” működés függvénye. A megbízhatóság fontos a karbantartási költségek



minimális szinten tartásához. A megbízhatóság számszerűsítésére használatos fogalom az MTBF (Mean Time Between Failures), melynek pontos értelmezése nagyon fontos ahhoz, hogy megértsük, miként vonható le következtetés egy katalógusadatból az eszköz megbízhatóságára vonatkozóan, és hogy miért nem szabad az MTBF-értéket összekeverni a várható élettartammal. Elméletben igaz, hogy a magasabb MTBF-érték egyben nagyobb megbízhatóságot is feltételez, azonban a két érték nem egyenesen arányos egymással.

A Mean Time Between Failure (MTBF) egy statisztikai jellegű közelítés, ami megmodja azt, hogy egy n számosságú eszközpoptuláció összesen mekkora ideig képes működni, mielőtt hiba lépne fel. Fontos ismét megjegyezni, hogy ennek semmi köze nincs egy kiragadott eszköz várható élettartamához.

$$MTBF = (n \times t) / R$$

n: az eszközök száma  
t: egy eszköz működési ideje  
R: hibák száma

Ha például veszünk egy 1 000 driverből álló populációt, melyet 1 000 órán keresztül üzemeltetünk úgy, hogy mindössze 5 hiba lépett fel, a képlet szerint az MTBF 200 ezer órára adódik. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy egy kiragadott egyed várhatóan közel 23 évig képes hiba nélkül működni. Más szavakkal, ha egy ilyen MTBF-fel rendelkező meghajtókból álló 1 000 darabos rendszert telepítünk, átlagosan 5 naponként várható meghibásodás 7/24 üzemben és átlagosan 15 naponta várható meghibásodás 8 órás üzemben.

A megbízhatóság az alábbi képlettel írható le:

$$R(t) = e^{-(t/MTBF)}$$

Ennek megfelelően annak valószínűsége, hogy egy eszköz hasznos élettartama eléri az MTBF-értéket, a következőképp határozható meg:

$$R(MTBF) = e^{-1} = 0,3677 = 36,77\%$$

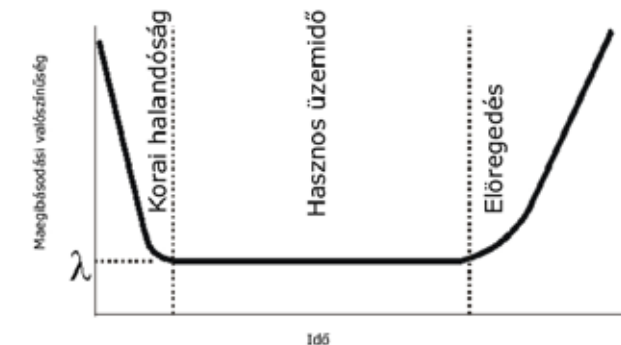
A termék élettartama az jelenti, hogy milyen hosszú ideig képes működni adott körülmények között. Ha ez az élettartam 50 ezer óra, akkor a különböző MTBF-fel specifikált eszközök megbízhatósága a következőképpen alakul:

Elvárt élettartam (h)	MTBF (h)	Megbízhatóság (%)
50 000	100 000	60,65%
50 000	250 000	81,87%
50 000	400 000	88,25%
50 000	500 000	90%

Jól látható, hogy az MTBF 400%-os növekedése mintegy 30% megbízhatóságnövekedést jelent ugyanolyan

élettartam-elvárások mellett. Az MTBF és a megbízhatóság nincsenek egymással egyenes arányosságban. Az eszközpoptuláció élettartamgörbéje, az úgynevezett „fürdőkád” görbe három jól elkülöníthető részre osztható:

**Meghibásodási valószínűség - idő diagram**

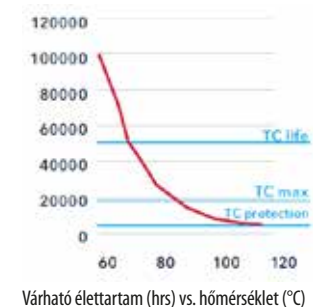


A működés kezdeti fázisát a meghibásodások számának drasztikus csökkenése jellemzi, erre az időszakra a gyártási problémákból eredő korai meghibásodás jellemző („cse-csemőhalandóság”), a gyenge egyedek kihullanak, és a meghibásodási ráta alacsony szinten állandósul. A korai kihullások száma csökkenthető a tervezés integritásának növelésével, a kiterjedt stresszteszt alkalmazásával és a minőségirányítási rendszerek bevezetésével. A hasznos élettartam szakaszában a hibák véletlenszerű eloszlásban jelentkeznek, a hibarata alacsony szinten állandósul. Az időtartam attól függ, hogy mekkora a felhasznált alkatrész várható élettartama. Mihelyt ezek az alkatrészek elkezdnek tönkremenni a korosodás, az elektromos stressz és a hőmérséklet-ingadozás együttes hatására, a hibarata növekedni kezd, és elérkezünk a termék élettartamának végéhez. Ebben a szakaszban a megállapított MTBF már nem érvényes, hiszen az csak a normál hasznos élettartam alatt él. Lehetséges az is, hogy egy 10 éves MTBF-fel rendelkező eszköz 3 év alatt megy tönkre, sajnos nincs megbízható módja az elektronikai eszközök várható élettartamának becslésére. Általánosságban elmondható, hogy a megbízható komponens- és tápegységgyártók is arra törekednek, hogy a gyártmány valós várható élettartama messze haladja meg a termék tervezett élettartamát.

**Megbízhatóságot befolyásoló tényezők**

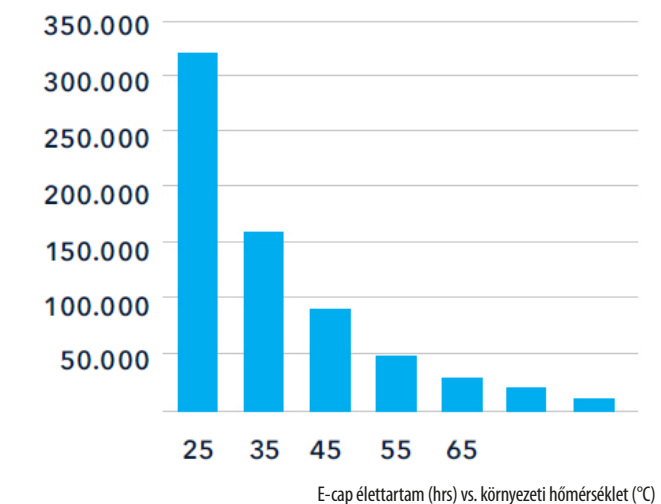
**Működési hőmérséklet**

A működési hőmérséklet nagyban meghatározza a világítóttest élettartamát, ezért a termikus tervezés nagy hangsúlyt kell hogy kapjon. A meghatókra vonatkozó T<sub>cmáx</sub> maximális felületi hőmérséklet az a határhőmérséklet, ahol az élettartam még garantálható. Még ha a lámpatestben van is beépített hővédelem, az jóval e fölött a hőmérséklet fölött fog aktiválódni, így a tápegység várható élettartama nagyot csökkenhet.



**Elektrolit kondenzátorok és egyéb kritikus elektronikai komponensek**

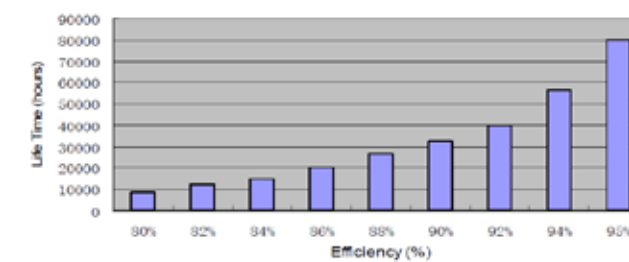
A termék élettartamát a leggyengébb, legalacsonyabb várható élettartamú alkatrész határozza meg. A tápegységek esetén ez a komponens általában az alumínium elektrolit kondenzátor. Elsősorban a folyékony elektrolit magas környezeti hőmérséklet és a hosszú üzemben töltött idő miatti kiszáradása okozza ezt. Hosszú élettartamú és nagy névleges hőmérsékletre tervezett, esetleg polimer elektrolit kondenzátorok használatával nagyobb várható élettartam érhető el, és a kimeneti ripple feszültség is csökkenthető. Mivel az alumínium elektrolit kondenzátorok élettartama minden 10 °C hőmérséklet-csökkenés hatására duplázódik, nagyon fontos az üzemi hőmérséklet alacsony szinten tartása. Érdekes módon mára a LED-driverek meghibásodásában már a félvezetők, mint a MOSFET elemek, diódák, optocsatolók és vezérlő IC-k tönkremenetele dominál, melyben ismétlen csak a magas üzemi hőmérsékletnek van szerepe. Elmondható, hogy általában minden 10 °C hőmérséklet-növekedés hatására a LED-driver meghibásodási rátája 25–40%-kal nő.



**Hatásfok**

A hatásfok szerepe a driver várható élettartamának meghatározásában a hőveszteségen keresztül jelentkezik. Minél kisebb felesleges hő termelődik, azaz minél magasabb a hatásfok, az alkatrészekre jutó termikus stressz annál kisebb lesz.

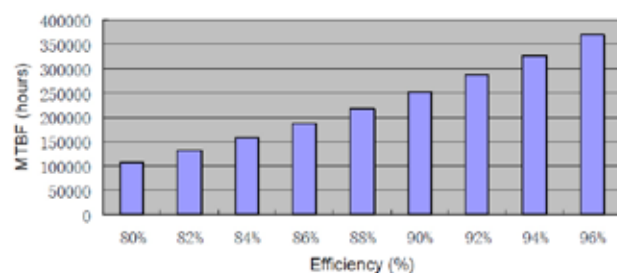
150W LED Driver Life Time vs Efficiency (Typical, calculated at 55°C Ambient Temperature, assume 10,000 hour long life aluminum caps are used)



Egy 150 W-os LED-meghajtó várható élettartama két és félszeresére nő, ha a hatásfoka 85%-ról 93%-ra nő.



150W LED Driver MTBF vs Efficiency  
(Typical, per M1217 standard, calculated at 40°C Ambient Temperature)



Egy 150 W-os előtét MTBF-értéke közel 90%-kal nő, ha a hatásfok 85%-ról 94%-ra változik.

#### Forrasztási pontok

A forrasztási pontok megbízhatósága is komoly szerepet bír, mert a különböző fémek eltérő hőtágulási tényezője miatt a hőmérséklet-változás közben fellépő mechanikai erők rejtett repedéseket okozhatnak a forrasztási pontokon. További erők ébredhetnek nagy méretű alkatrészek forrasztáskor, illetve rázkódás és vibráció hatására, melyek mind ronthatják a forrasztás minőségét.

Összefoglalva a megbízhatóságot növelő intézkedések:

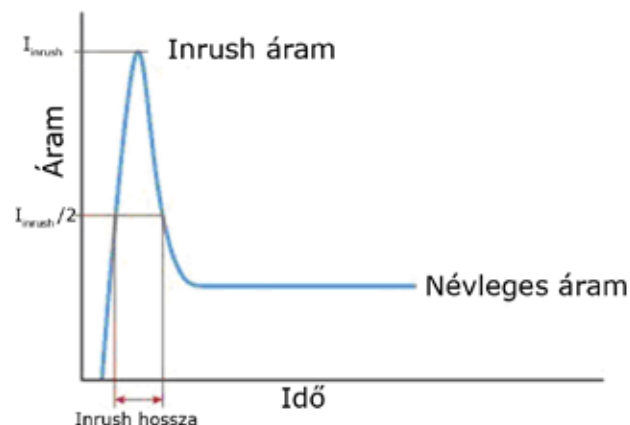
- Minőségi alkatrészekből épült driverek alkalmazása, elsősorban az elektrolit kondenzátorokra és a félvezetők helyezésére a hangsúlyt
- A működési hőmérséklet csökkentése a hatásfok emelésével
- Ráhagyásokkal történő tervezés

#### Pénzügyi megfontolások

Amellett hogy figyelembe vesszük a teljesítmény és a megbízhatóság növelésének lehetőségeit, számos olyan technikai jellemzőt is szem előtt kell tartani, amik a gazdaságosságot segítik elő. Ahhoz, hogy több LED-tápegységet használhassunk ugyanazon a hálózaton – így spórolva a kábelezésen és egyéb telepítési feladatokon –, figyelniünk kell arra, hogy a bekapcsoláskor fellépő tranzienst áram bizonyos határ alatt maradjon. Ellenkező esetben a kismegszakító nem tudja kezelni az együttesen fellépő hatalmas áramtranzienst, és telepítéskor vagy cserélni kell azt, vagy jelentős többletkábelezéssel új szegmenseket kell kiépíteni. Ha az összes alkalmazott meghajtó optimális inrush áramértékkel rendelkezik, többet tudunk ugyanarra a kismegszakítóra kötni, és nem lesz indítási probléma a hálózaton.

Az induláskor fellépő nagy tranzienst áram a tápegységben lévő kondenzátorok pillanatnyi töltődése és a transzformátorok mágneses terének késleltetett felépülése miatt alakul ki. Az úgynevezett inrush áram általában gyors, 10 ms nagyságrendű lefolyású, azonban értéke sokszorosan meghaladhatja a normál körülmények közti névleges áramértéket, és képes kioldani a kismegszakítót. Érdekes optimális bekapcsolási áramerősségű meghajtót választani retrofit megoldásokhoz, hogy ne kelljen feleslegesen kábelezni. Az Endrich LUMO beltéri driverei

a bemeneti oldalon nem használnak elektrolit kondenzátorokat, így az inrush áram alacsony szinten marad. Általában a fix kimenő áramerősségű meghajtók olcsóbb megoldást kínálnak a variálható kimenetű társaiknál, azonban érdemes fontolóra venni ez utóbbi alkalmazását, amikor az újabb, nagyobb fényerejű LED-családok megjelenése és felhasználása mellett is biztosítani akarjuk a lefelé történő kompatibilitást.



#### Összefoglalás

Ahhoz, hogy mind teljesítményében, mind megbízhatóságában, várható élettartamában és ár/érték viszonylatban is a legjobb drivert tudjuk választani, egy sor jellemzőt kell megvizsgálni, és ezek alapján összehasonlítani a különböző gyártók szóba jöhető termékeit. Ez nem mindig egyszerű feladat a gyárak nem tökéletes keresztmetszetű adatszolgáltatása miatt, de hiba lenne csak beszerzési költség alapján választani, mert sok olyan tényező esne a látókörön kívül, ami a projekt összköltségét negatívan befolyásolná. Reményeink szerint a cikkben részletezett jellemzők figyelembevételével pontosabb kiválasztásra van mód. Az Endrich maga is kínál egy sor kültéri és beltéri LED-driver-megoldást. Mivel nagyjából minden LED-alapú világítástechnikai alkalmazás az energiamegtakarításra és a karbantartási költségek minimális szinten tartására fókuszál, mi is magas hatásfokú és megbízható termékeket kínálunk. Portfóliónk egészen 95%-os hatásfokig és 0.99 teljesítménytényezőig tartalmaz akár IP67 védettségű fokú, vízálló, robusztus meghajtókat. Termékeink megfelelnek a magas szintű érintésvédelmi és biztonsági szabványoknak, EMC-előírásoknak, és kielégítő túlfeszültség, túláram és túlmelegedés elleni védelmet tartalmaznak. Használhatók kültéri LED-lámpák, utcalámpák, alagút-világítás és építészeti dekorációs világítás területén, de természetesen beltéri használatra is vannak kiváló megoldásaink. Az Endrich beltéri LUMO sorozata speciális hosszú élettartamú 10 000 hrs @105 °C kondenzátorokat használ a kimeneti oldalon. Az alacsony ripple lehetővé teszi a stabil, villódzásmentes kimenetet, az önműködő hőmérséklet-szabályozás pedig ötéves garanciát biztosít.



Kiss Zoltán | [endrich.com](http://endrich.com)

## Ilyenek a magyar mérnökök

A külföldi kihívásokat sokan keresik, azonban sokkal inkább csak projekt jelleggel, rövid távra

Rendkívül ambiciózusak és szakmailag elkötelezettek, többségük ugyanis az alapján választ munkahelyet, hogy hol tudják számára a nagyobb szakmai kihívásokat és az izgalmasabb feladatokat ajánlani.

Külföldre is sokan mennének, de csak határozott időre, a legnépszerűbb célország pedig Németország. Ami a munkaerőpiacot illeti, a szakmában tapasztalható innovációs folyamatoknak köszönhetően egyre erősebb pozícióban vannak a villamos- és IT-mérnökök, akikért a legjobb cégek versenyeznek. A felsőoktatásban azonban még van hová fejlődni, a képzés ugyanis nem elég gyakorlatorientált, amit az oktatók felkészültsége és tudása ellensúlyoz. A Jobsgarden HR-toborzó és tanácsadó cég legújabb kutatásának központjában a hazai mérnökök munkaerőpiaci igényei és kilátásai állnak. A magyar mérnökök jelenlegi helyzetét vizsgálta legújabb kutatásában a mintegy 15 éve a HR-iparág élvonalába tartozó, magyar tulajdonban lévő Jobsgarden. A választ adók közel 90%-a 22 és 40 év közötti mérnök. A felmérésben 31 százalékos arányban a gépészmérnökök képviseltetik magukat, a válaszadók 25 százaléka informatikus, 20 százaléka pedig villamosmérnök. A főbb témákat a mérnökképzés színvonala, a munkaerőpiac helyzete, a mérnökeink motivációi és a külföldi elhelyezkedés adta.

A képzés minőségével kapcsolatban kettős eredmények jöttek ki a kutatásból. Az egyetemek legfőbb erősségének a válaszadók közel fele az oktatók felkészültségét tartja, negatívumként viszont a megkérdezettek háromnegyede jelölte meg azt, hogy a képzés nem elég gyakorlatorientált. Paulovics Éva, a Jobsgarden ügyvezető igazgatója szerint ugyanakkor ezt ellensúlyozza, hogy az igazán elhivatott hallgatók a rendkívül felkészült oktatóknak, valamint az egyetemek és a különböző vállalatok együttműködéseinek köszönhetően megtalálják a jelentős szakmai tapasztalatot kínáló lehetőségeket. A helyzet és a megítélés ellentmondásosságát az általános vélemények arányai is jól jelzik: a megkérdezettek 53 százaléka



úgy gondolja, hogy a magyar mérnökképzés szintje csak közepes, 35 százalék ítélte jónak az oktatás minőségét, a további 12 százalék szerint viszont rossz a színvonal a felsőoktatásban.

Az elhelyezkedési lehetőségekkel viszont nincs probléma, a kutatásban részt vevők 85 százaléka három hónapnál kevesebb idő alatt talált magának állást. És egyre inkább arról van szó, hogy mérnökeink könnyen válogathatnak a piaci szereplők és ajánlataik közül. Munkakeresés vagy munkahelyváltás alkalmával pedig egyáltalán nem az anyagiak a legfontosabbak. A mérnöki területen végzett munkaerő-közvetítés során Paulovics Éva úgy tapasztalja, hogy a magyar mérnökök nagyon erősen elhivatottak a szakmájuk és érdeklődési körük iránt, éppen ezért nem a fizetés a legfontosabb döntéshozó tényező számukra. „Amikor azt kérdeztük tőlük, mi az, amit munkahelyváltás során elvárnak jövőbeli munkáltatójuktól, a legtöbb szavazatot a szakmai fejlődés, támogatás kategóriája kapta. Ezt szinte mindenki, a válaszadók 97 százaléka bejelölte. Csak a második legfontosabb kategória volt a fizetési elismerés.”

#### Inkább a multikat választanák

Gárdus Zsuzsa, a Jobsgarden társ-ügyvezetőigazgatója szerint azt is érdemes kiemelni, hogy a mérnökszakma jelenleg jelentős innovációs folyamaton megy keresztül. A Jobsgarden által szervezett állásinterjúk és a munkakeresők elhelyezésének tapasztalatai alapján a cégnél úgy látják, hogy a legtöbb mérnök most a jelenkor nagy



Mindenképpen olyan projekteket szeretnénk részt venni, ami már a jövőről, annak technológiai megoldásairól szól

