

Elektrotechnika

A MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET HIVATALOS LAPJA ■ ALAPÍTVÁ: 1908
JOURNAL OF THE HUNGARIAN ELECTROTECHNICAL ASSOCIATION ■ FOUNDED: 1908



VTT-SÉTÁK



VILÁGÍTÁSTECHNIKA A GYAKORLATBAN



Shuji Nakamura professzor
üzenete a fényesebb
holnapért

■ Fénycső után LEDcső?

■ Világítási berendezések
üzemeltetési kihívásai

■ A Magyar Zene Háza
fényei

■ Az éj virágai

■ Nyitott kérdések
a közvilágítás tervezési
gyakorlatában

■ Zebravilágítás
a gyakorlatban

■ Okos parkvilágítás
Gödöllőn

■ Karakterizáló
és élettartam-vizsgáló
mérőkönyvet LED-ek
számára

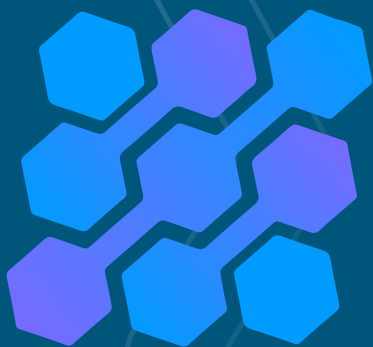
■ A temesvári lett volna
az ország második
műszaki egyeteme

■ Gondolatok, vélemények
a „Mi a pálya”2023 után

116. ÉVFOLYAM

2023/11-12

www.mee.hu



#MEEnet

Magyar Elektrotechnikai Egyesület

SZAKMAI PÁRBESZÉDRE FEL
ELŐRE A DIGITÁLIS ÚTON

A #MEEnet platformot azért hoztuk létre, hogy lehetőséget adjunk az iparág szereplőinek az interaktív kommunikációra, legyen szó tudásmegosztásról, szakmai kapcsolatépítésről vagy tudományos érdekképviseléstről.

123 ÉVE HAGYOMÁNY **AZ INNOVÁCIÓ**

A MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET 120 ÉVES FENNÁLLÁSA ÓTA A MEGBÍZHATÓ VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁS ÉS -FELHASZNÁLÁS SZÍNVONALÁNAK EMELÉSE ÉS HATÉKONYSÁGÁNAK JAVÍTÁSA ÉRDEKÉBEN TEVÉKENYKEDIK, MINDEKÖZBEN PEDIG A FOLYAMATOS MEGÚJULÁS ÉS FEJLŐDÉS MELLETT KÖTELEZTE EL MAGÁT.

Legújabb törekvésünk, hogy lépést tartva az online világgal, könnyen hozzáférhető, a hatékony kommunikációt lehetővé tevő digitális felületet nyújtsunk mindazon szereplőknek, akik valamilyen formában részt vesznek a villamosenergia-ipar működésében, hagyományainak és értékeinek ápolásában, valamint gyakorlati fejlesztésében. A #MEEnet felületén megosztásra kerülnek a fizikailag vagy online módon megvalósuló rendezvényeink keretében elhangzott előadások és további anyagok. Ugyanitt az előadók és a résztvevők számára esetenként lehetőséget nyújtunk az egyes témák további megvitatására, szakmai eszmecsereire is, hogy Egyesületünk ebben a formában is valódi motorja lehessen a hazai villamosenergia-iparnak. A Magyar Elektrotechnikai Egyesület évente megrendezésre kerülő három rendezvénye és a hozzá tartozó szakmai tudásanyag az idei évben részben vagy egészében az online térbe költözik. Terveink szerint az online megjelenéseket, digitális formát később is megőrizzük, ezzel több platformon is találkozóhelyet biztosítva a szakmának. Eseményeinkről, bővebb információért keresse fel weboldalunkat: www.mee.hu/meenet



MAGYAR
ELEKTROTECHNIKAI
EGYESÜLET

1075 Budapest,
Madách Imre út 5. III. emelet
mee@mee.hu
www.mee.hu



#MEEnet
Magyar Elektrotechnikai Egyesület

Felelős kiadó: Veisz Imre

Szerkesztőbizottság elnöke:
Hatvani György

Szerkesztőbizottsági tagok:
Dr. Berta István, Dr. Hatibovic Alen,
Dr. Madarász György, Dr. Nagy László,
Orlay Imre, Dr. Vajk István,
Dr. Varjú György, Vinkovits András,
Béres József, Gelencsér Lajos,
Janky Csaba, Veisz Imre, Táczy István

Témafelelősök:

Energetika, atomenergia: Hárfás Zsolt
Energetikai informatika: Karacsi Márk
Energetikai hírek: Dr. Bencze János

Oktatás: Dr. Tóth Judit

Új generáció: Csöre Máté

Szabványosítás: Somorjai Lajos

Szakmai jog: Arató Csaba

Technikatörténet: Tóth Éva

Dr. Antal Ildikó

Világítástechnika:

Némethné Dr. Vidovszky Ágnes

Villamos fogyasztóberendezések:

Dési Albert (†)

Villamos gépek: Dr. Marcsa Dániel

Tiszteletbeli rovatszerkesztő:

Jakabfalvy Gyula

Tudósítók:

Kovács Gábor, Lieli György

Szerkesztőségi titkár:

Andrássy Katalin

Korrektor: Fejér Petra

Grafika: Kőszegi Zsolt

Nyomda:

Innovariant Nyomdaipari Kft. Szeged

Szerkesztőség és kiadó:

1075 Budapest, Madách Imre u. 5. III. e.

Telephely:

1075 Budapest, Madách Imre u. 5. III. e.

Telefon: 788-0520

E-mail: mee@mee.hu

Honlap: www.mee.hu

Kiadja és terjeszti:

Magyar Elektrotechnikai Egyesület

Adóigazgatási szám: 19815754-2-42

Előfizethető:

A Magyar Elektrotechnikai Egyesületnél

Előfizetési díj egész évre: 6000 Ft + áfa

Kéziratokat nem őrzünk meg és nem

küldünk vissza.

A szerkesztőség a hirdetések

és a PR-cikkek tartalmáért felelősséget

nem vállal.

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta

Zrt. 1900 Budapest, tel.: 06-1-767-8262

Index: 25 205

HU ISSN: 0367-0708

Nyomdába adás: 2024.01.09.



IMEDIA

Nagy János: Előszó	4	János Nagy: Foreword
VILÁGÍTÁSTECHNIKA		
Shuji Nakamura professzor üzenete a fényesebb holnapért	5	Professor Shuji Nakamura's Message for a Brighter Future
Rajkai Ferenc: Fénycső után LEDcső?	6	Ferenc Rajkai: The LED Tube After the Fluorescent Tube?
Nagy János: Világítási berendezések üzemeltetési kihívásai	13	János Nagy: The Challenges of Operating Lighting Equipment
Farkas János: A Magyar Zene Háza fényei	17	János Farkas: Lights of the Hungarian House of Music
Kolláth Zoltán: Az éj virágai	20	Zoltán Kolláth: Flowers of the Night.....
Bodor Péter Aladár: Nyitott kérdések a közvilágítás tervezési gyakorlatában	23	Péter Aladár Bodor: Open Questions of the Design Practice of Public Lighting.
Nádas József: Zebra világítás a gyakorlatban	26	József Nádas: The Lighting of Pedestrian Crossings in Practice
Antal Zoltán: Okos parkvilágítás Gödöllőn	33	Zoltán Antal: Smart Park Lighting in Gödöllő
Dr. Hantos Gusztáv: Karakterizáló és élettartamvizsgáló mérőkönyvet LED-ek számára	35	BCharacterization and Useful Life Testing Measurement Environment for LED Lights
VILLAMOS GÉPEK		
Bendiák István: Aszinkronmotoros hajtások állapotfelügyelete áramjelalak-analízis módszerével	40	István Bendiák: The Status Monitoring of Synchronous Motor Drives Using the Current Signal Shape Analysis Method
Kovács Gábor: Felharmonikusok kalickás forgórészű aszinkron gépben; analitikus számítás III. rész	44	Gábor Kovács: Harmonics in the squirrel cage induction motor; analytic calculation. Part III. Radial magnetic forces
BIZTONSÁGTECHNIKA		
Emlékeztető a Villamos Biztonsági Munkabizottság 2023. október 4-i üléséről	51	Memorandum of the Meeting of the Electrical Safety Work Committee Held on 5th October 2023
TECHNIKATÖRTÉNET		
Delesega Gyula: a Temesvári lett volna az ország második műszaki egyeteme	56	Gyula Delesega: Timisoara Would Have Been the Town of the Second Technical University of the Country
Makai Zoltán: Emléktábla avatás Nagyváradon a világhírű tudós Heller László emlékére	58	Zoltán Makai: Ceremony of the Memorial Tablet in Nagyvárad in Memory of the World-known Scientist László Heller
EGYESÜLETI ÉLET		
Növényvilágítás – AgroLight Fórum	62	Plant Lighting – AgroLight Forum
Gondolatok, vélemények a „Mi a pálya” 2023 kapcsán	63	Thoughts, Opinions Related to the „What's the Job 2023”
HÍREK		
„Folyékony” ablak	12	„Liquid” Window
Éjszakai Táj Technológia	32	Night Landscape Technology
Hangolható LED chipek	34	Tuneable LED Chips
Fényterápia és UV-A LED-technológia	39	Light-therapy and the UV-A LED Technology
Ragyogó fények - avagy - mit tudnak a világító térkövek?	50	Bright Lights – or – What Lighting Stone Covers Are Capable of?
Egymillió MI-re épülő munkahely 2030-ig	55	One Million AI-based Jobs Until 2030
800 000 akkumulátor szakember képzése	57	The Training of 800,000 Battery Professionals
Magyar Innovációs Nagydíj pályázat	59	Hungarian Innovation Grand Prize Tender
Falnapelem	59	Wall-mounted Solar Panels
Rajkai Ferenc: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság konferencia Kolozsváron	60	Ferenc Rajkai: Conference of the Transylvanian – Hungarian Technical Scientific Association in Cluj-Napoca
1000 km/h sebességű mágnesvonatok	62	1,000 km/h Speed Magnetic Trains
Zöld hidrogén kísérleti projekt.....	65	Green hydrogen pilot project
Csökkentett szén-dioxid-kibocsátás.....	66	Reduced carbon dioxide emissions
NEKROLÓG	66	OBITUARY

Kedves Olvasó!

Az elmúlt évi világítástechnikai célszám szerkesztésekor még volt egy halvány reménység a hazai világítástechnikusokban és a közvetlenül is érintett kollégákban, hogy a nagy múltú visszatekintő, hazánk ipari büszkesége, a világhírű Tungsram Zrt. megmarad és folytatja az 1896-ban elkezdett tevékenységét. Sajnos mindhiába reménykedtünk, a 2022-es év a végét jelentette annak a 126 éves kutató-, fejlesztő- és gyártói tevékenységnek, mely nemzedékeken át biztosította sok magyar családnak és VTT-tagunknak a kenyérkeresetet, a megélhetést, a sikert és örömet, a mindennapok fényét. Mindez immár odaveszett, de emlékéket kötelességünk megőrizni! A Tungsram történetéről bővebben e célszámmal párhuzamosan szerkesztett és megjelenő Világítástechnikai évkönyvünkben olvashatnak.

A múlt évi célszámban már jeleztem, hogy ebben az évben megszüntetik a fénycsövek, kompakt fénycsövek és a 100 W teljesítmény fölötti nagynyomású nátriumlámpák gyártását és forgalmazását az EU területén. Mindössze csak a készlet erejéig szabad felhasználni e termékeket. E tény jelentős változást eredményez a világítástechnika területén. Márpedig mesterséges világításra szükség van otthonainkban, munkahelyünkön és az élet minden területén. A LED mindent visz! Csakhogy nem olyan egyszerű! Ez derül ki a VTT és a MEE Villamos Biztonsági Munkabizottsága közös szakmai állásfoglalásából a Fénycső-LEDcső cserére vonatkozóan. Az állásfoglalás a biztonságtechnikai és világítástechnikai szempontokat veszi figyelembe. E célszámban is közöljük, és további fórumokon igyekszünk minél szélesebb körben ismertetni.

Mivel a világítási berendezések kampányszerű korszerűsítésére LED-es termékekkel nincs elegendő forrás, ezért az üzemeltetők korábbi fényforrások hiányában kénytelenek valamilyen megoldást találni a szükséges világítás biztosítására. Az üzemeltető cégek feladatát is megnehezíti az említett termékek kivonása, mivel a „lámpa le, lámpa fel” típusú LED-esítés nem annyira egyszerű feladat világítástechnikai szempontból sem, mint azt sokan gondolják. Ennek ellenére a legtöbb esetben a villanyszerelőre bízzák a csere megoldását, figyelmen kívül hagyva a vonatkozó előírásokban meghatározott megvilágítási szintet, káprázási tényezőt, színhőmérsékletet és egyéb paramétereket. A fényforrás és lámpatestcsere költségvonzata jelentős, azzal is számolnia kell az üzemeltetőknek. Ezeket a kihívásokat foglalja össze egy írás célszámunkban.

A gyalogátkelők világítása örökzöld téma, fontosságát remélem, senki nem vonja kétségbe. Ennek ellenére hazánkban a mai napig nincs szabványosítva, de még kötelező előírások sincsenek. E témában ismertetünk egy történeti áttekintést, a jelenlegi helyzetet, és kitekintést a szomszédokhoz is. Az előírás hiánya, ill. a meglévő útvilágítási szabvány alkalmazása sokszor okoz fejtörést a tervezőknek, erre mutat egy lehetséges utat másik írásunk. Kérdéseket is felvet és továbbgondolásra is készítet.

A Magyar Zene Háza Budapest egyik legérdekesebb modern épülete. A VTT-séták program keretében volt szerencséje tagságunknak meglátogatni az intézményt, a villamos és világítás ter-



vezők kalauzolásával. Látogatásunk alkalmával nagyon sok tervezési és fejlesztési kulisszatitkot tudtunk meg. A világítás tervezője által írt cikk ismerteti az épületet és a világítási berendezéseket. További érdekes hírekkel, mint Nakamura úr véleménye a világítás jövőjéről, szakkikkel – pl. Az új virágai, vagy a LED-karakterizáció újabb eredményei – próbáljuk felkelteni a tisztelt Kollégák és Olvasók világítástechnika iránti érdeklődését. Pillitz Dezső annak idején úgy fogalmazott: „Az emberiség története a világossággal kezdődött és a világítással folytatódik.” Nakamura úr szerint pedig: „A világítás területén a jövő nem csak fényes, hanem átalakítja a világot”

Mi történik a Világítástechnikai Társaság háza táján?

Ez év február elején tartottuk a tizennegyedik LED-konferenciát, ahol az integratív világítási megoldásokon túl többek között szó esett a fényforrások kivonásáról és helyettesíthetőségéről, valamint perifériális területek világítási megoldásairól is. A Közvilágítási anketünk sem maradt el, ebben az évben Cegléden tartottuk az ötvenkettediket. Elhangzott előadás többek között az adaptív világításról – erről olvashatnak jelen lapszámomban –, a fényforrások kivonása miatti gondokról (mit és mennyit raktározzanak, annak költségigényével) és intelligens közvilágítás vezérlési megoldásairól. Ebben az évben szerveztük az első AgroLight Fórumot, amely a mezőgazdasági világítás témáját dolgozta fel. A novemberi rendezvényünkön igen érdekes előadásokat hallgattunk a különféle növények és csirkék mesterséges világításáról, cirkadián ritmusáról. Növénytermesztők, agrárkutatók és világítástechnikai szakemberek avatták be a témába a résztvevőket. Tekintettel a rendezvény sikerére, eldöntöttük, hogy évente megszervezzük a Fórumot.

A VTT-séták – világítástechnika a gyakorlatban – rendezvény-sorozatunk nagy sikernek örvend. Meglátogattuk az Operát, a Magyar Zene Házát, a Moholy Nagy Művészeti Egyetemet, a Néprajzi Múzeumot. Készülünk a MOL Campus és Budapest dísz- és közvilágításának buszos megtekintésére. A programsorozatunk folytatódik.

A két évente megjelenő Világítástechnikai Évkönyvekből immár a 14. van a nyomdában. Az évvégi Közgyűlésünkön kapja kézhez tagságunk a frissen nyomott példányokat. Ez alkalommal is sikerült érdekes írásokkal megtölteni kiadványunkat. Szívesen adunk évkönyvünkéből az érdeklődők számára.

E lapszám szerkesztése, a korábbiakhoz hasonlóan Némethné dr. Vidovszky Ágnes VTT-alelnök szorgalmas munkájának köszönhető. Remélem, az érdekes, olvasmányos és egyben tanulságos írások egy kis betekintést nyújtanak szakterületünkre.

Nagy János
elnök
Világítástechnikai Társaság

A Magyar Elektrotechnikai Egyesület kiemelt támogatói:



Shuji Nakamura professzor üzenete a fényesebb holnapért

Prof. Shuji Nakamura a félvezető technológia világszerte elismert úttörője, leginkább a kék LED feltalálásáról ismert. 1954-ben született Japánban, Ehime városában, és úttörő munkásságával forradalmasította a világítástechnikát, utat törve az energiahatékony és fenntartható világítási megoldások felé. Az általa kifejlesztett kék LED-ek a piros és zöld LED-ekkel kombinálva átalakították a világot, az elektronikus kijelzőket, és ez vezetett a fehér LED-ek és a kék lézerdiodák kifejlesztéséhez is.

Nakamura felfedezése számos elismerést hozott, többek között a 2014-es fizikai Nobel-díjat. Technikai eredményein túlmenően a feltalálók jogainak elkötelezett szószólója. A fenntartható és hatékony világítás ügyét képviseli. Jelenleg a Santa Barbara-i Kaliforniai Egyetem professzoraként folytatja kutatásait, és inspirálja az újítók következő generációját.

„A világítás területén a jövő nem csak fényes, hanem átalakítja a világot” – nyilatkozta Nakamura professzor a LED Professional Review 100. számában. „Mivel életem jelentős részét a világítástechnika fejlesztésének és továbbfejlesztésének szenteltem, első kézből láttam az izzóktól a forradalmi kék LED-lámpáig tartó fejlődést. Szeretném megosztani meglátásaimat a világítás jövőbeli trendjeiről és átfogó céljairól ezen a területen.

A világ gyorsan átáll a fenntartható és energiahatékony megoldásokra. Ez alól a világ villamosenergia-fogyasztásának jelentős részéért felelős világítás sem kivétel. A kék LED feltalálása kulcsfontosságú pillanat volt, nemcsak a fényporokkal kombinált fehér fény előállítására való képessége, hanem az energiahatékonyasága miatt is. A LED-ek a hagyományos izzók energiafogyasztásának töredékét használják el, hosszú élettartamuk pedig kevesebb hulladékot jelent. De az utazás itt nem áll meg.

A világítás következő mérföldköve az intelligens technológiák integrálása. Képzelnék el, hogy a világítás fényárama és színe a napszaknak megfelelően változik, javítva ezzel a cirkadián ritmusunkat és általános közérzetünket. Vagy olyan közvilágítási világítótestek, amelyek képesek érzékelni a szembejövő forgalmat, és ennek megfelelően szabályozzák fényerősségüket/fényáramukat, növelve a biztonságot, miközben energiát takarítanak meg. Ez nem pusztán fantázia, hanem kézzelfogható valóság.

Egy másik ígéretes lehetőség a világítás és az adatátvitel ötvözése. A csoportom lézerekkel kapcsolatos munkája megmutatta, hogy a fényt nagy sebességű

adatátvitelre lehet használni, ez a Li-Fi néven ismert koncepció. Ahogy a világ egyre inkább összekapcsolódik, az adatátviteli képességek integrálása a mindennapi világításba forradalmasíthatja az információhoz való hozzáférést és az információmegosztást.



Tágabb perspektívából nézve a világítás jövője nem csak a megvilágításról szól, hanem a holisztikus környezet megteremtéséről. A világítás kulcsfontosságú szerepet fog játszani hangulatunk alakításában, termelékenységünk fokozásában, sőt még egészségünk javításában is. A lehetséges alkalmazások határtalanok, a speciális hullámhosszat alkalmazó orvosi terápiáktól kezdve a növényekre, állatokra szabott fényreceptekkel optimalizált mezőgazdasági eljárásokig.

Mindig is az volt az átfogó célom, hogy a technológiai innováció révén javítsam az emberi életet. A kék LED ennek az elképzelésnek a bizonyítéka volt, amely átalakította az iparágakat, és utat nyitott a fenntartható világítási megoldásoknak. Ahogy haladunk előre, továbbra is arra összpontosítok, hogy a lehetséges határait feszítve biztosítsam, hogy a világítási megoldások ne csak hatékonyak, hanem holisztikusak is legyenek, és kielégítsék az emberiség sokrétű igényeit.

Összefoglalva, a világítás jövőjét az innováció, a fenntarthatóság és az emberközpontú tervezés összefonódása jelenti. A technológia gyors fejlődésével és az emberi szükségletek mélyebb megértésével párosulva reménykedem az olyan világítási fejlesztésekben, amelyek átformálják a környezetünkkel való kapcsolatunkat. Állandó küldetésem, hogy vezessem ezt a fejlődést, katalizáljam a változást és megvilágítsam az előre vezető utat. A globális kihívások közepete úgy vélem, hogy a technológiának – még az olyan specifikus ágazatokban is, mint a világítás – a békét és az egységet kell támogatnia. Világunk sokféle problémával küzd, a politikai feszültségektől kezdve a környezeti fenyegetésekig. A világítás, hatalmas lehetőségeket rejt magában e szakadékok áthidalására. Kezelheti az energiához való hozzáférés egyenlőtlenségeit, csökkentheti a szén-dioxid-kibocsátást, és felendítheti a gazdasági növekedést a perifériára szorult területeken. Azzal, hogy a fenntartható technológiákat elérhetővé tesszük, megvilágítjuk az otthonokat, és megteremtjük a globális megértés, együttműködés és béke alapjait. Az én vízióm túlmutat a világításon; az innováció kihasználásáról szól, hogy elősegítse az összetartó globális társadalom kialakulását” – fejezi be nyilatkozatát Nakamura professzor.

Forrás: LED Professional Review 100. száma
Fordította: Schwarcz Péter

Fénycső után LEDcső?

Jelen cikk az Európai Unió fényforrás kivezetési előírásainak hatását, illetve a fénycsövek pótlásának mikéntjét tárgyalja a VTT és a MEE Villamos Biztonsági Munkabizottságának közös állásfoglalása alapján. Definiálja a hiányzó meghatározásokat, felhívja a figyelmet, hogy a munkahelyek, lakások, ipari létesítmények világításának nemcsak a megvilágítás a meghatározója, hanem a színvisztaadás, színhőmérséklet és káprázási hatások is. Erre való tekintettel a cikk az egy nyelven beszélés érdekében definíciókkal kezdődik nemcsak szabvány rövidséggel, hanem magyarázatokkal is. Ezután tér rá a kiváltás lehetőségeink tárgyalására mind fénytechnikai, mind villamos szempontból.¹

This article discusses the impact of the European Union's light source phase-out requirements and how to replace fluorescent tubes, based on a joint position paper of the VTT and the MEE Electricity Safety Working Group. It defines the missing definitions, pointing out that the lighting of workplaces, homes and industrial installations is not only determined by illumination, but also by colour rendering, colour temperature and glare effects. With this in mind, the article begins with definitions in order to speak in one language, not only with standard abbreviations but also with explanations. It then goes on to discuss the possibilities of substitution from both a photometric and an electrical point of view.

1. ELŐSZÓ

Az EU érvényes rendelkezései - a környezetbarát tervezésről szóló rendelet után a higany korlátozásáról szóló rendelet, pontosabban az elektromos és elektronikus berendezésekben előforduló veszélyes anyagok korlátozásáról szóló uniós irányelv (RoHS) - szerint 2023 februárjától az előtét nélküli kompakt fénycsövek, 2023. augusztus 25-étől már a T8 és T5 fénycsövek gyártását és importját is megtiltották. Természetesen az ilyen típusú fényforrásokat emiatt nem kell „eldobni”, a már megvásárolt, beépített termékek továbbra is használhatók. Viszont az utánpótlás (gyártás) megszűnt, a meglévő készleteiket a kis- és nagykereskedők is árulhatják, amíg azok el nem fogynak.



1. ábra A kivonásra kerülő fényforrások

A fenti döntések főként a nagy számban előforduló T8 és T5 két végén fejezt egyenes fénycsöveket érintik. Jelenleg az ipari és közületi felhasználók jelentős mennyiségben használnak még ilyen fényforrásokat.

1 A vonatkozó rendelet: RoHS* DIRECTIVE 2011/65/EU
Link: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:174:0088:0110:en:PDF>

1. táblázat Rövid összefoglalás a szabályozással érintett fényforrásokról.²

EU kivonás dátuma	fényforrás típus
2023.02.24.	< 20 000 h üzemidejű kompakt fénycsövek
	T5 kör alakú fénycsövek
2023.08.24.	T8 fénycsövek
	T5 fénycsövek
	> 20 000 h üzemidejű kompakt fénycsövek
2023.02.24.	T9 kör alakú fénycsövek
2023.09.01.	G9 foglalatú halogén
	G4 és GY6.35 foglalatú halogén

A jelenleg használatos fényforrások előbb utóbb kiöregednek, elromlanak és cseréjük válik szükségessé. A rendelet hatálybalépéséig gyártott fénycsövek és kompakt fénycsövek darabszáma véges, még jól előre gondolt készletezés esetén is elfogynak egyszer és akkor felmerül a kérdés: mi történjen azokkal a lámpatestekkel, amelyekben fénycső vagy kompakt fénycső a fényforrás?

2. A LEGFONTOSABB FOGALMAK ÉS NÉHÁNY MEGJEGYZÉS A LEDCSŐRŐL

1.) **LEDcső:** a fénycsövek cseréjére kifejlesztett két végén fejezt, 230V-os névleges feszültségen üzemeltethető LED chipet tartalmazó egyenes fényforrás javasolt elnevezése.

2.) **Teljesítménytényező:** a hatásos teljesítmény és a látszólagos teljesítmény hányadosa (λ). A látszólagos teljesítmény a feszültség és az áramerősség effektív értékének szorzata. Jelenleg általában nem tesznek különbséget a teljesítménytényező és a fázistényező ($\cos \varphi$) között, amely csupán az alapharmonikus szinuszos meddőteljesítményt veszi figyelembe. A jövőben azonban várható, hogy a félvezetők felharmonikus-termelő hatását is figyelembe véve a két értéket a gyakorlati életben is meg fogják különböztetni egymástól. Hagományosan ez az érték induktív jellegű, de a berendezésekben egyre nagyobb számban terjedő kapcsolóüzemű tápegységeknél, frekvenciaszabályozott terheléseknél és a LED fényforrások tápellátását biztosító tápegységeknél egyre inkább kapacitív jellegű. Egyes műszaki javaslatok szerint,

amennyiben a teljesítménytényező kapacitív jellegű, akkor azt az adott érték után írt C betűvel kellene jelölni, amit azonban igen ritkán alkalmaznak.

Igen fontos jellemzője a lámpatesteinknek mind a teljesítmény tényező, mind a fázistényező, ugyanis a meddő teljesítmény is terheli hálózatunkat és igen komoly túlterheléses eseményeket okozhat nagyszámú lámpatest üzemeltetése során.

Alapvető minőségi és műszaki követelmény, hogy a LEDcsövek e jellemzője megfelelő legyen, szerencsés esetben minden terhelési szinten nagyobb mint 0,9, de kisebb mint 0,9 C.

2 jelen anyagban nem foglalkozunk más fényforrással, de a fénycsövekhez hasonló módon bizonyos halogén fényforrások is a gyártási és importálási tilalom alá estek

3.) A névleges feszültség, a névleges teljesítmény, névleges frekvencia, a fényáram, a fény(áram)szabályozás (dimmelés), a megvilágítás, a fényeloszlás, a sugárzási szög, a fényhasznosítás, a korrelált színhőmérséklet, a színvisszaadási index, az elektromágneses kompatibilitás (EMC) fogalmak részletes magyarázatát lásd a „Világítástechnikai kislexikon” kiadványban (megjelentette: Világítástechnikai Társaság 2001).

4.) **Környezeti hőmérséklet-tartomány:** A gyártók megadják azt a környezeti hőmérséklet-tartományt, melyben az adott lámpatest, vagy fényforrás rendeltetésszerűen működik. Ha a lámpatest gyártója másként nem adja meg, a környezeti hőmérséklet általában +25°C.

5.) **Kapcsolások, kapcsolási ciklusok száma:** az üzemeltetés során a gyártó által garantált ki- bekapcsolások száma. A fényforrások élettartamára hatással van, hogy a működéssorán a ki- és bekapcsolások hogyan követik egymást. A korábban használt kis- vagy nagynyomású kisülő fényforrások élettartamát jelentősen befolyásolta a gyakori kapcsolás.

6.) **Élettartam:** A fényforrás, működtető egység működőképességét jellemző időtartam. Fényforrások szempontjából megkülönböztetünk átlagos, névleges, tényleges, prognosztizált, garantált és hasznos élettartamot. A hagyományos fényforrások átlagos élettartama a kiegészi görbe 50%-os értékéhez tartozó időtartam.

Névleges élettartam a gyártó által deklarált érték.

Tényleges élettartam az az időtartam ameddig a vizsgált fényforrás működött. Prognosztizált élettartam a tényleges üzemi viszonyok és a fényforrás jellemzői alapján kalkulált időtartam.

Garantált élettartam, amelyre a fényforrást gyártó – a garanciális szerződésben rögzített – feltételeket érvényesnek tekinti. A LED-ek esetében (is) az üzemidő során a fényáram folyamatosan csökken. A LED fényforrást tartalmazó lámpatestekben jellemzően több fényforrás elem (LED) van, amit populációnak nevezünk. A LEDcsőben is ilyen populáció van. **Hasznos élettartamnak azt az időt tekintik, amikor a vizsgált LED populáció adott hányada esetében a fényáram a kezdeti érték egy adott százalékára csökken.** Például legerősebb az ún. L70B50-es élettartam. E szerint az élettartam vége akkor következik be, amikor a vizsgált LED populáció felénél a fényáram a kezdeti érték 70%-ára csökken. A konkrét várható hasznos élettartam a LED üzemi áramától és üzemi hőmérsékletétől függ, ezért az élettartamot sokszor egy görbessel adják meg a gyártói termék adatlapok. **Fontos a világítás tervezésénél:** a hasznos élettartam meghatározásánál figyelembe vett L értéket (itt a példánál 70%-ot) kell használni a világítástervezésnél az avulási tényező kiszámításánál. Így a kisebb L értékeknél a világítást ilyen arányban „túl” kell tervezni ahhoz, hogy a világítás a hasznos élettartam végén is tudja biztosítani a szabványos tervezési értéket. Ezért érdemes olyan fényforrást választani, ahol ez az L érték nagy.

7.) **Tranziens túláram:** A fényforrások bekapcsolásakor jelentkező áram-felvétel, a felvételi túláram, amely nagyobb, mint a normál folyamatos üzemi körülményekhez tartozó névleges áram.

8.) Mit nevezünk retrofit fényforrásnak?

A korábbi műszaki elven működő fényforrásnak egy újabb műszaki vívmányon alapuló fényforrással való helyettesítését **retrofit** megoldásnak nevezzük. A technikai újdonságon kívül azonban minimum a következő három feltételt is

teljesíteniük kell a retrofit fényforrásoknak:

- **Minden lényeges villamos és fénytechnikai paramétere azonos vagy kedvezőbb, mint az eredetileg használandó fényforrásé.**
- **A megfelelő típus különösebb szakértelem nélkül kiválasztható és üzemeltethető.**
- **Használatához, üzemeltetéséhez a lámpatest kiegészítése, átalakítása vagy megbontása nem szükséges.**

Megjegyzés: A LED-ek és így a LEDcsövek fényhasznosítása ma már szinte minden esetben nagyobb a fénycsövek 100-110 lm/W-os fényhasznosításánál. Egy általános célú LED $R_a > 80$ a színvisszaadása, (az általános célú fénycsöveké is ennyi volt), hétköznapi teendők ellátására a gyakorlati tapasztalatok és a vonatkozó szabványok szerint is elegendő. A legnagyobb odafigyelést a fényforrás fényárama igényli, mert a LEDcső sokkal kisebb teljesítménye kisebb fényáramot is jelenthet, mint az eredeti fénycsőé volt, ilyen esetben a retrofit LEDcső által nyújtott világítás is kisebb lehet.

A megfelelő típusú retrofit LEDcső kiválasztása a többi fényforráshoz képest viszonylag könnyű, mert a fej típusa és a cső hossza egyértelműen meghatározta a fénycsöveknek az adott lámpatestbe való alkalmasságát.

*A lámpatestben a fénycső-LEDcső cserénél **a lámpatest szerkezeti és vezetékezési változatlanúsága kritikus feltétel. A lámpatest megbontása, átalakítása nem megengedhető, még a szakembereknek sem!***

Néhány megjegyzés a LEDcsővel kapcsolatosan:

Fényeloszlás: A hagyományos fénycső 360 fokos, teljes térben kisugárzott fényerősség eloszlást biztosít. A LEDcsőveknél manapság és általában 180-190 fokban kisugárzott fény adja a lámpatest fényeloszlásának alapját, amely jelentősen eltér a fentiekétől. Továbbiakat lásd az „Alkalmazhatóság”-nál.

Színhőmérséklet: A LED fényforrásoknál, ahogy a fénycsöveknél is igen széles választék állt rendelkezésünkre a színhőmérsékletet illetően. Lehet, hogy ezért is, de igen egyszerűnek tűnik ellenőrzése, ám kiemelten fontos jellemző. A fényforrásoknál tárgyalt módon meghatározott meleg, semleges és hideg színhőmérsékletű fényforrások közül a legutóbbit, főleg 6000 K felett, csak indokolt esetben javasolt használni (effekt világítás, showtechnika). Még fontosabb azon fényforrások színhőmérséklete, amiket olyan területeken használunk, ahol az emberek huzamosabb ideig tartózkodnak mesterségesen megvilágított területen, mint pl. lakó helyiségeink, munkahelyeink és gyakorlatilag minden zárt térben. A manapság megjelenő tanulmányok alapján a 380-500 nm-es, kék spektrum intenzív alkalmazása káros lehet a szem retinájára és a test cirkadián ritmusának megzavarására. Mivel a hidegebb színhőmérsékletű fényforrások teljes spektruma nagyobb arányban tartalmaz kékes összetevőket a mai modern belsőtéri alkalmazásokban – leginkább a kevésbé szabályozott üzemidejű irodákban – a meleg színhőmérsékletű, általában 3000 K-es világítótestek alkalmazása javasolt.

A fentiek érvényesek a szabadterén alkalmazott világítótesteknél is, azzal a kiegészítéssel, hogy akár 2200 K-es színhőmérséklet is elvárás lehet.

A modernebb és széleskörben alkalmazott LED fényforrásokkal üzemelő világítótesteknél, így a LEDcsőveknél is ilyen értékkel számolhatunk, nem javasolt használni a 4000 K-nél nagyobb színhőmérsékletű fényforrásokat!

Színvisszaadás: Jelenleg az általános LED fényforrások fejlesztése során egyre inkább a fény „minőségének” javítása a cél.

A korábbi fénycsöveknél hozzászokhattunk a $R_a > 85$ érték körüli színvisszaadáshoz. A modernebb és széleskörben alkalmazott LED fényforrásokkal üzemelő világítótesteknél is általában

ilyen értékekkel találkozhatunk, de a fejlesztések eredményeként a jobb minőségű fényforrások között találhatunk egyre több $R_G > 90$ színvisszaadási értéket.

Vizont a gyengébb minőségű LEDcsöveknél előfordulhat a színszeparáció jelensége, amikor a LEDcső különböző nézési irányból, különböző színűnek látszik, ami zavaró színeképeket produkálhat a megvilágított felületeken, tárgyakon.

A **környezeti hőmérséklet** kritikus jellemző a LEDcsövekben működő elektronikus alkatrészek élettartama szempontjából ugyanúgy, mint az általuk üzemeltetett LED chipek fényáramára gyakorolt hatásuk miatt. A nagy környezeti hőmérséklet csökkenti a LEDcsövek fényáramát, gyorsítja a LED fényforrások öregedését és ezzel tovább csökkenti a fényáramát és hasznos élettartamát. Pl. egy LEDcső adatlapja szerint a működési környezeti hőmérséklet $-20^\circ\text{C} - +55^\circ\text{C}$ értékek közötti tartományban van, de ezen a megadott környezeti hőmérsékleten az üzemeltetési hely, azaz a lámpatest belső terének hőmérsékletét kell érteni, ami egy zárt lámpatest esetén lényegesen meghaladhatja a lámpatest környezeti hőmérsékletét! A LEDcső működési környezeti hőmérséklet értékét a fényforrás gyártójának kell megadnia!

Kapcsolások, kapcsolási ciklusok száma: A LEDcsövek sokkal jobban viselik ezt a terhelést, mint a hagyományos fénycsövek, ebből kiindulva és az energiamegtakarítás érdekében gyakrabban kapcsolhatók, akár automatikusan is. Ezt érdemes kihasználni a működtetés során, de éppen ezért ildomos ezeknek maximális számát kalkulálni és ellenőrizni a LEDcső adatlapon.

Tranziens túláram: A LED fényforrásokkal üzemelő lámpatesteknél ezek igen gyors lefolyással, nagyon nagy értékeket érhetnek el (egyes esetekben a névleges áram 100-szorosa is lehet), amelyeket a lámpatesteket ellátó áramkörök villamos védelmét ellátó ún. kismegszakítók már nem viselnek el. A villamosenergia megtakarítást célzó felújítások – csak fényforrás, vagy lámpatest cserénél a villamos hálózatban probléma lehet, hogy az amúgy jóval kisebb névleges teljesítményű LED fényforrások (LEDcsövek) bekapcsoláskor a korábbiánál nagyobb áramokkal terhelik meg a vezetékhalózatot. Éppen ezért

a gondos gyártók az adatlapokon feltüntetik, hogy az adott teljesítményű lámpatestből hány darab építhető be egy adott kismegszakítóval védett áramkörbe. (ld. 2. táblázat)

Az alkalmazott vezérlőberendezéstől függően az átmeneti áramlökés:

- a megszakítót a lámpatestek számának / a megszakító névleges koordinációs görbéinek megfelelően kell csökkenteni, ha szabványos vezérlőberendezéseket használnak: CT, TL (elektromechanikus vezérlőberendezés),
- a következő technológiák alkalmazásával csökkenthető:
 - o softStart: a meghajtóba integrált parancs vagy dimmer kapcsoló használatával,
 - o vezérelt kontaktor (iTL+, iCT+) (bezár, amikor a feszültség áthalad a „0”-n, a leértékelés a világítási áramkör $\cos \varphi$ értékéhez kapcsolódik).

Alkalmazhatóság: A LEDcső elhelyezhetőségének feltétele azért különösen fontos, mert nagyon sok olyan LEDcső kapható, amelyek hosszuk és fejük szerint elhelyezhetők a lámpatestben, de azok csak a lámpatest átalakításával működőképeseek. A működőképesség mellett fontos megjegyezni, hogy a megvilágított helyiségben keletkező megvilágítás a fényforrás és a lámpatest optikai tulajdonságaitól is függ. A fénycsövek világító felülete körkörös, minden irányban egyenletesen világít. A fénycsöveket fogadó lámpatestek esetében a felfelé irányuló fényáram hányad a lámpatest tükrös, vagy fehér, diffúz optikájának segítségével vetül a megvilágított területre. A LEDcsövek esetében már nem feltétlenül lesz körkörös, minden irányban egyenletes a fényerőeloszlás, hanem az bizonyos térrészbe jobban fog világítani (ezt jellemzi a sugárzási szög). Ha megfelelően helyezük ezt a LEDcsövet a fénycső helyére, akkor még abban az esetben is megfelelő megvilágítási szintet érhetünk el a helyiségben, ha az eredeti lámpatest optikai rendszerére nem megfelelő mennyiségű fényáram jut (az optikai rendszer felülete kiesik az elhelyezett LEDcső sugárzási szög tartományából). A legproblémásabb esetek a direkt-indirekt vagy az indirekt-direkt fényeloszlású lámpatestekben a LEDcső alkalmazása, mert

2. táblázat A LED lámpák maximális száma a megszakító névleges értékétől és görbétől függően³

A lámpatest egység teljesítménye (W)	Megszakító névleges értéke és görbéje											
	10 A				16 A				20 A			
	B	C	D	B, C, D iCT+ vagy iTL+ készülékkel	B	C	D	B, C, D iCT+ vagy iTL+ készülékkel	B	C	D	B, C, D iCT+ vagy iTL+ készülékkel
10	15	30	47	-	22	44	69	-	32	63	98	-
30	11	24	38	57	17	34	54	90	25	49	77	110
50	8	17	27	41	12	25	39	66	18	35	56	83
75	4	11	17	28	7	15	25	44	11	21	36	55
150	-	5	9	13	2	7	12	22	4	9	18	28
250	-	3	5	8	-	4	7	13	-	5	10	16
400	-	1	4	5	-	2	6	8	-	3	9	10

³ forrás: https://www.electrical-installation.org/enwiki/LED_lamps_-_choice_of_circuit_breaker

a LEDcső – néhány új fejlesztésű kivételtől eltekintve - korlátos sugárzási szöggel rendelkezik, és így nem tudja teljesíteni az elvárt fényeloszlást!

Speciális eset a rejtetten elhelyezett fénycsöveké, mert ebben az esetben jól kiválasztott és bedílitott LEDcsővel megfelelő eredmény érhető el.

A LEDcsöves világítás megfelelőségéről minden esetben próbavilágítással győződhetünk meg. Munkahelyen alkalmazott LEDcső korszerűsítés esetén a vonatkozó (MSZ EN 12464-1:2022) szabványnak való megfelelőséget kell megvizsgálnia a munkaeségységgyel foglalkozó munkatársnak, amihez szükséges lehet világítástechnikában jártas szakember segítségét kérni.

3. MI LEGYEN A KOMPAKT FÉNYCSŐ UTÁN?

A kompakt fénycsövek általában két formában fordulnak elő:
1.) E27(E14) csavaros fejű kompakt fénycső, mely jellemzően a lakossági felhasználásban terjedt el a hagyományos izzók helyett, annak foglatába helyezve.



2. ábra

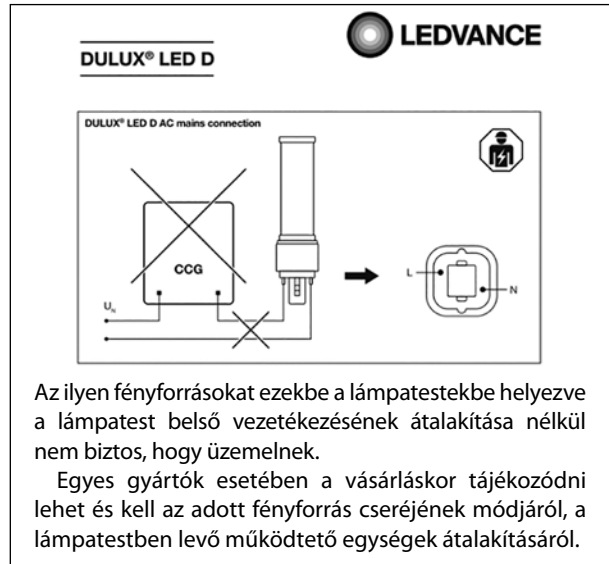
Kiváltandó kompakt fénycsövek Retrofit LED fényforrások

2.) Professzionális (2G11, G23, G24d stb.) fejű kompakt fénycső, mely jellemzően a közületi, ipari területeken használatos.



3. ábra A jobbára közületi, ipari típusú kiváltandó kompakt fénycsövek

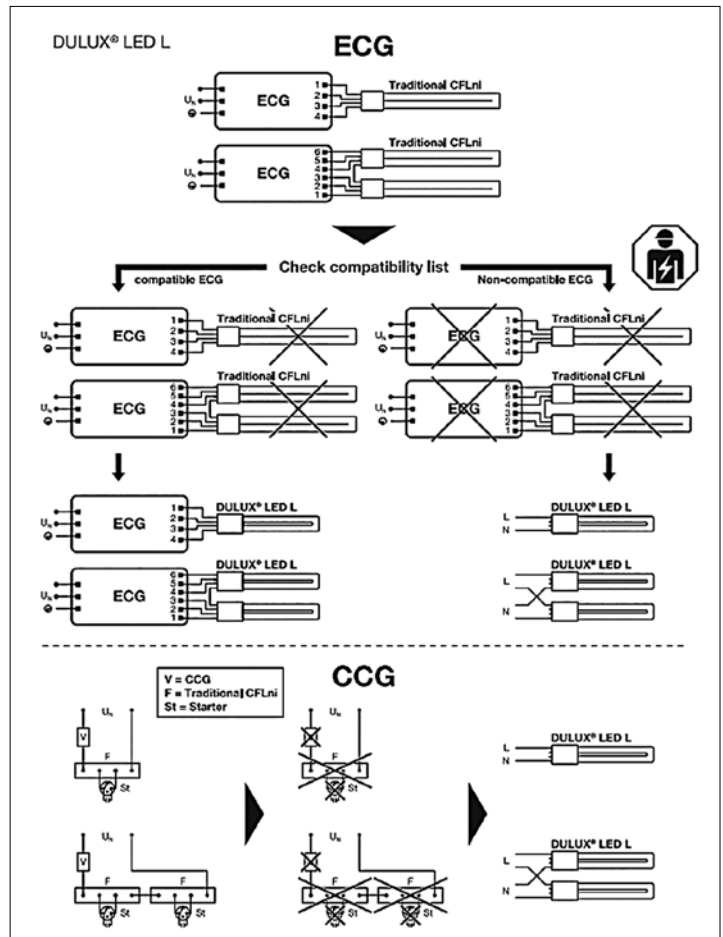
Az 1. esetben retrofit E27(E14) fejelésű LED fényforrásokkal való (vissza) csere a megoldás. A cserénél szükséges az eredeti fényforrás fényáramát kideríteni, hogy ennek megfelelő fényáramú retrofit LED fényforrással legyen a csere.



Az ilyen fényforrásokat ezekben a lámpatestekbe helyezve a lámpatest belső vezetékezésének átalakítása nélkül nem biztos, hogy üzemelnek.

Egyes gyártók esetében a vásárláskor tájékozódni lehet és kell az adott fényforrás cseréjének módjáról, a lámpatestben levő működtető egységek átalakításáról.

4. ábra Gyártói ajánlás a kompakt fénycső/LED cseréhez



5. ábra Ajánlás villamosság szakembereknek a kompakt fénycső/LED cseréhez⁴

A 2. esetben is találhatunk a cserélni kívánt kompakt fénycsőhöz hasonlitos fejű LED fényforrásokat, de ezek kialakítása már jelentősebb formai változásokat tartalmaznak, korántsem biztos, hogy a lámpatestbe helyezve megfelelő működést biztosítanak, ugyanis a professzionális foglalattal szerelt fényforrásokhoz VVG, KVG vagy EVG előtétetek szükségesek.

4 forrás: file:///D:/Downloads/asset-13103405_DULUX%20LED%20L%20HF.pdf

Fontos! Az átalakítást, akár lakossági, akár professzionális felhasználásról van szó, villamos szakemberrel kell elvégeztetni!

Ezen felül a formájuk és fényeloszlásuk is eltérhetnek a korábbi fényforrás formájától és fényeloszlásától, így a lámpatest fénytechnikai jellemzői is megváltozhatnak, az elvárt megvilágítás biztosítása külön ellenőrzést igényel.

A professzionális fejelésű fényforrások esetében javasolt a **lámpatest cserét elvégezni**, mivel a korábbi kompakt fénycsöves alkalmazású süllyesztetten elhelyezett mélysugárzók és felületre szerelt – általában opál búrás – lámpatestek helyett méretben csereszabatos LED fényforrással szerelt lámpatesteket lehet beszerezni.

4. MI LEGYEN A FÉNYCSŐ UTÁN

A fénycsövek mintájára fejlesztették a LEDcsöveket, melyek formájukban és méreteikben kísértetiesen hasonlítanak a fénycsövekre. Ebből adódik a megoldás, cseréljük a fénycsöveket LEDcsövekre. A csere előtt azonban szükséges végig gondolni, milyen lámpatestekben kellene a cserét végrehajtani? A lámpatest lehet már eleve elhasználódott, elavult, de lehet csak néhány éves még kiváló állapotban levő is. Alapvetően három (4.1., 4.2., 4.3.) alkalmazható megoldás közül lehetséges a választás és egy megoldás (4.4.) van, ami látszólag **megfelelő, de nem javasolt**:

- 4.1. Retrofit LEDcső használatával végrehajtani a cserét
- 4.2. „Lámpa a lámpában”-ban megoldást választani
- 4.3. Lámpatest cserében (új lámpatest) gondolkodni
- 4.4. LEDcső csere

Bármelyik megoldás választása esetén mindig javasolt próba fényforrással vizsgálni a várható eredményt!

4.1. Retrofit LEDcső használata

A 2.8. pontban meghatároztuk a retrofit fényforrás, jelen esetben a LEDcső fogalmát. Praktikusan azt jelenti, hogy ennek alkalmazása esetén a meglévő lámpatestben nem kell mást tenni, mint korábban. A fénycső tönkremenetele esetén a fényforrást cserélni (ezzel együtt javasolt gyújtót is cserélni). Retrofit LEDcső használata esetén ugyanez az eljárás, és valóban retrofit LEDcső alkalmazása esetén a lámpatest/fényforrás újra működik. Egyéb tennivaló nem szükséges. Amennyiben mégis további beavatkozás („szerelés”) szükséges a lámpatest/fényforrás működéséhez, abban az esetben nem retrofit LEDcsövet használtunk, a továbbiakat lásd a 4.4. pontnál.

Villamos biztonsági szempontból, ha a lámpatestekben csak azonos kialakítású és méretű (retrofit) fényforrás cserét végeznek és a gyújtó helyére egy, a gyújtóval azonos mechanikai, illetve érintkező kialakítású eszközt (rövidzárat) helyeznek be, a lámpatest más részeit érintetlenül hagyva – **ez javításnak vagy karbantartásnak minősül**. Ez esetben a lámpatest eredeti típusvizsgált és dokumentált állapotának szerkezetében, összetételében, kialakításában és villamos jellemzőiben nem történik változás! Tehát ez esetben csak a fényforrás és a gyújtó kompatibilis cseréjéről van szó. Minden más eset új lámpa készítése, tehát a gyújtó átkötése is!

A fényforrás csere mellett vizsgálni szükséges a lámpatest állapotát is, mert korszerűtlen, elavult konstrukciójú, rossz minőségű lámpatest esetében a retrofit LEDcső fényforrás csere sem eredményez megfelelő – elvárt minőségű – megvilágítást, **a csere nem érte el tervezett célját!** Ebben az esetben a fényforrás csere nem fog megfelelő megoldást eredményezni, a teendőket lásd a 4.3. pontban leírtakat.

Az „elvárt minőség” általában a tényszerű megvilágítási értékek teljesítését jelenti, de figyelembe kell venni a színhő-

mérsékletet, adott esetben a szükséges szabályozhatóságot. A probléma összetett voltára két példát említünk:

– igen sok helyen a rejtett világításra (ahol a lámpatest és így a fényforrás nem látható) fénycsővel szerelt szabadonsugárzók lámpatesteket használnak. Ezekben a retrofit LEDcső használata még akkor is megfelelő lehet, ha annak sugárzási szöge nem 360°, hanem 120-180°, mert a retrofit LED csövek beállításával biztosítható a megfelelő mennyiségű fényáram, melyet a megvilágítás mérésével ellenőriznünk kell.

– igen sok helyen alkalmaznak közvetlen sugárzó tükrös fénycsöves lámpatesteket, melyekben retrofit LEDcsövek alkalmazása mellett - pl. 120°-os sugárzási szöggel – a korábbi fényeloszlást érhetjük el, az eredményt itt is megvilágítás mérésével ellenőriznünk kell.

Az előbbi két példával hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a fénycső – LEDcső csere mennyire nem egyszerű (kiszerelem – beszerelem és kész), szükséges szakember segítségét igénybe venni, mert egyéb körülményeket is figyelembe kell venni (villamos hálózat működőképessége, környezeti hőmérséklet stb).



6. ábra Fényforráscsere utáni, nem megfelelő sugárzási kép

A foton látható, hogy mennyire más sugárzási képet kaphatunk LEDcső alkalmazása esetén. Ennek oka lehet az elhasználódott lámpatest vagy a nem megfelelő LEDcső választás, vagy annak helytelen beszerelése. Az újabb LEDcsövek alkalmazásakor ilyen hiba a fényforrás miatt nem szokott előfordulni.

Annak a retrofit LEDcsőnek használata javasolt, amelyhez megfelelő műszaki támogatás van, létezik szerelési útmutató, minőségi bizonyítvány és a méretezési számításhoz fényerősség-eloszlási adatfájl.

4.2. „Lámpa a lámpá”-ban megoldás

Ez a csere csak gyártói ajánlás mellett a csere modulon megjelölt lámpatestekben (pontos típusmegjelölés!) használható.

Kifejezetten gyártói specifikus megoldás, a lámpatest gyártók által kifejlesztett komplett csere modul, mellyel a fénycsöves lámpatest komplett – a működtető elemekkel együtt kialakított – világítási modul lehet cserélni, praktikusan a 230 V 50 Hz csatlakozó sorkapocsig.

A fényforrás modul csere mellett szükséges az érintett lámpatest állapotának, egyéb szerkezeteinek vizsgálata, mert elhasználódott lámpatest ház, vagy búra esetén nem kapunk



7. ábra A „Lámpa a »lámpá«-ban” megoldás

megfelelő világítást. **A csere nem érte el tervezett célját!** Ebben az esetben a fényforrás csere nem fog megfelelő megoldást eredményezni, a teendőket lásd a 4.3. pontban.

4.3. Lámpatest csere, új lámpa beépítés

Amennyiben a 4.1., 4.2. és 4.4. pontok szerinti csere nem ad megfelelő megoldást a tönkrement fénycső cseréjére, akkor a fényforrás csere helyett a lámpatest csere jöhet szóba. Mint azt a 4.1., 4.2. és 4.4. pontokban megjegyeztük, **a fényforrás csere lehetőség előtt, szükséges a lámpatest állapotának vizsgálata.**

A fenti esetekben a meglévő világítási berendezés területére világítási számításokat kell elvégezni – gyakorlatilag mintha új világítást terveznénk – új LED fényforrással szerelt lámpatesttel. Figyelembe kell venni, a bemenő adatokat:

- az elvárt világítási paramétereket
- helyiség méretét, berendezését és a határoló felületek fényvisszaverését
- a meglévő világítási hálózati áramkörök megtarthatók-e
 - o igen esetben a meglévő lámpahelyek megtarthatók(andók), azok elrendezését bemenő adatnak kell tekinteni
 - o nem esetén a lámpatest elrendezés szabadon kialakítható, de ekkor a világítási hálózati áramköröket is újra kell tervezni

4.4. Fénycső – LEDcső csere, csereszabatos-e a LEDcső?

Azok a helyettesítő LED fényforrások, amelyek üzemeltetéséhez **a lámpatestből el kell távolítani az elektronikus vagy induktív előtétet és a gyújtót és/vagy át kell alakítani a vezetékvezést**, azaz, ha az elektromos részekben bármit változtatni szükséges, **nem tekinthetők retrofit fényforrásnak.**

Miért lehet szükséges a lámpatest átalakítása LEDcső elhelyezése esetén?

Az előtét alkalmazása nélkül a fénycsövek és kompakt fénycsövek – **a LEDcsőtől eltérően** - nem kapcsolhatók közvetlenül a 230 V-os hálózati feszültségre, valamilyen működtető egységet igényelnek, amelyek a lámpatestekbe vannak beépítve (lásd 2. bekezdés 9. pont). Ez lehet egy méretezett induktív előtét és fénycsőgyújtó kombinációja vagy az adott fénycsőhöz való elektronikus működtető egység, amelyeket összefoglaló néven előtétnek nevezünk. **A retrofit LED csövek illeszkednek a fénycsövek előtétjeihez, ezért nem igénylik a lámpatest átalakítását:** egyszerűen be kell helyezni azokat a lámpatestbe a fénycső helyére és már működnek is. Léteznek olyan retrofit LED csövek, amelyek csak induktív előtéttel működnek együtt és vannak, melyek induktív és elektronikus előtéttel is. Ezért beszerzés előtt ellenőrizni kell a fénycsöves lámpatest előtétjét.

A NEM-retrofit LEDcsövek olyan beépített működtető egységet tartalmaznak, amelyek nem képesek együttműködni a fénycsöves előtéttekkel, ezért az előtétet előzőleg ki kell szerelni a lámpatestből, ami már a lámpatest szerkezeti kialakításába történő beavatkozással jár!

Villamos biztonsági szempontból, ha a lámpatesteken végzett művelet a legfontosabb alkotóelemeik cseréjével, a lámpatestek átalakításával, átszerelésével és így a működésbiztonsági jellemzők megváltoztatásával jár, ez az **átalakítás** fogalmának felel meg!

Az átalakítás fogalma: a villamos berendezés, szerkezet gyártáskori, illetve üzembehelyezéskori eredeti típusvizsgált és dokumentált állapotának szerkezetének, összetételének, kialakításának és villamos jellemzőinek megváltoztatása, így a biztonsági jellemzők is megváltoznak az eredeti állapothoz képest

A lámpatestek átalakítása villamos képzettséggel nem rendelkezők számára **tilos és életveszélyes!**

Villamos szakemberek által átalakított lámpatestek esetén is azokat be **kell vizsgálni**, mielőtt újra üzembe helyezik. Ez nem egy egyszerű multiméteres mérést jelent, hanem számos, különböző laboratóriumi mérést, kalibrált eszközökkel, az eredményeket jegyzőkönyvbe foglalva.

A gyártó a **23/2016.(VII.7.) NGM** rendelet (Kisfeszültségű Direktíva) előírása szerint csak úgy hozhatja forgalomba a termékét – ez esetben lámpatesteket – ha elvégezték és dokumentálták a vonatkozó termékszabványok szerinti összes típusvizsgálatot az eredeti állapotban, ezt EU-Megfelelőségi nyilatkozattal dokumentálták és rátették a CE-jelre. **A gyártó a készülék eredeti állapotában teljes mértékben felel a termékéért, a változtatásokkal ez a gyártói felelősség megszűnik!**

Ha a lámpatesteket pl. más kialakítású fényforrás behelyezése miatt átszerelik, az átalakítást végző viseli a továbbiakban a teljes felelősséget, mint gyártó, illetve forgalmazó.

Miért van erre szükség?

A jogszabályok előírásait **kötelező** végrehajtani, ezt illetékes hatóság ellenőrizheti és nem teljesítés esetén szankcionálható. Ugyanakkor, ha egy rendkívüli eset kapcsán bebizonyosodik, hogy a forgalmazó, vagy a kivitelező nem teljesítette jogszabályi előírásokat, és ez összefüggésbe hozható a károssal (pl. nem tudja igazolni bizonyos villamos szerkezetek megfelelő tanúsítását), akár büntetőjogilag is felelősségre vonható!

Lámpatestet, világítótestet gyártani vagy átalakítani nagyon széleskörű és mély szakismeretet, valamint nagy felelősséget jelent. A lámpatest konstrukció nem csak magára a fénytechnikai és az optikai elemekre korlátozódik.

Az idősebb lámpatestekben a vezetékek szigetelése, a műanyag rögzítő elemek már elhasználódottak (ridegek, törékenyek). Statikus állapotban még kiszolgálják a lámpatestet a tervezett élettartam végéig, de átszerelés közben a mechanikai hatásokra törnek vagy szétporladnak, ezért az átalakítás különösen veszélyes következményekkel járhat. Az átvezetékezés foglalatok, sorkapcsok és egyéb szerelvények cseréjét is megkövetelheti. Épp ezért, **a teljeskörű felülvizsgálat nélkül nem garantálható, hogy az átszerelt termék megfelel a szabványban rögzített villamos és mechanikai követelményeknek, könnyen balesetveszélyessé vagy tűzveszélyessé válhat.**

Ha egy lámpatest átalakításra kerül, akkor az engedélyezési, ellenőrzési folyamatokat az elejétől fogva meg kell ismételni, függetlenül az átalakítás mértékétől, illetve attól, hogy a beépített új alkatrészek vagy az alkalmazandó új fényforrás önmaga már rendelkezik-e CE jellel.

Ha a meglévő lámpatesteket nem kívánják forgalomba hozni, akkor a CE nyilatkozat kiállításától függetlenül a biztonságosság igazolására minden vizsgálatot ugyanolyan részletességgel és dokumentációs kötelezettséggel el kell végezni, mintha azt értékesítés céljából alakították volna át.

3. táblázat Fénycső – LED csere lehetőségei

	MEGOLDÁS	JAVASLAT	MEGJEGYZÉS
5.1.	Fénycső helyett retrofit LEDcső	Feltétellel támogatott	Meglevő lámpatest minőségének felülvizsgálata szükséges. Valóban retrofit-e? Ugyanazt a fényeloszlást eredményezi-e? Próba végzése javasolt!
5.2.	„Lámpa a lámpában”	Feltétellel támogatott	Csak eredeti lámpatestet gyártó által előírt módon, az abban leírt alkatrészek és folyamatok alkalmazásával és engedélyével!
5.3.	Lámpatestcsere	Támogatott	Komplett világítási terv készítése szükséges. Villamos hálózat felülvizsgálata is szükséges.
5.4.	Fénycső helyett LEDcső	Nem támogatott	Csak akkor használható, ha az átalakított lámpatestet új termékként bevizsgálják és minőségi bizonyítvány készül, de ekkor is a meglévő lámpatest minőségének felülvizsgálata szükséges!

5. A fényforrás csere mellett vizsgálni szükséges a lámpatest állapotát is, mert korszerűtlen, elavult konstrukciójú, rossz minőségű lámpatest esetében a fényforrás csere nem eredményez megfelelő – elvárt minőségű – megvilágítást.

Következtetés

Az előző fejezetek műszaki tartalmát a 3. táblázatban is összefoglaljuk:

A megszüntő fénycsövek kiváltásának – amit világítás korszerűsítésnek tekinthetünk - fentebb részletezett műszaki vizsgálata mellett a folyamat gazdasági megközelítése is szempont kell legyen, mert a kiválasztott megoldásnak megvalósíthatónak kell lennie. Ezzel a kérdéssel a cikk folytatásában foglalkozunk.

(Közreműködők: Világítástechnikai Társaság – MEE Villamos Biztonsági Munkabizottság közös Munkabizottság tagjai: Dr. Csuti Péter, Gál Tamás, Mertli Ferenc, Nádas József, Dr. Novothny Ferenc, Rajkai Ferenc, Dr. Szabó Ferenc)



Rajkai Ferenc

okl. villamosmérnök és világítástechnikai szaküzemmérnök, épületvillamossági tervező
rajkai@hungaroproject.hu

HÍREK

„Folyékony” ablak

Az innovatív ablakelemekkel észszerűen szabályozható az épületekbe beáramló fény mennyisége, így jelentős energiamegtakarítás érhető el. Az új fejlesztést a tintahalak és egyéb fejlábúak ihlették. Ezek az élőlények ugyanis bőrük egyedi struktúrájának köszönhetően gyors színváltoztatásra képesek. A Torontói Egyetem mérnökei által megalkotott prototípus az ablakokon keresztüláradó fény hullámhosszát, intenzitását és eloszlását is módosítani tudja, ezzel jelentős energiát takarítva meg.

„Az épületek rengeteg energiát használnak fel ahhoz, hogy felmelegítsék, lehűtsék és megvilágítsák a bennük lévő tereket. Ha képesek vagyunk szabályozni azt, hogy mennyi és milyen típusú napenergia kerül be az épületekbe, ráadásul azt is, hogy milyen irányból, akkor jelentősen lecsökkenthetjük a fűtő- és hűtőtestekre, valamint a lámpákra nehezedő terhet” – mondta Raphael Kay, a tanulmány társszerzője. Kay az épületeket is élő szervezetként értékeli, amelyek „bőrrel” rendelkeznek. Ez az ablakokból és falakból álló rész azonban statikus, így csak korlátozott mértékben lehet általa optimalizálni az épület folyamatait.

Árnyékolók által ugyan egyszerűen szabályozható az épületbe jutó fény mennyisége, ami a fűtésre és hűtésre is hatással van. Az elektrokromatikus ablakok ennél egy fokkal kifinomultabb megoldást kínálnak, hiszen elektromosság által még az áttetszőségüket is képesek megváltoztatni, azonban ezek drágák, gyártási folyamatuk bonyolult, áttetszőségük pedig korlátozott. Emellett az sem oldható meg, hogy az ablaküvegnek csak egy részét sötétítsék el.

Az egyébként átlátszó bőrű tintahalak képesek arra, hogy a fény befogadását egy kromatofóra nevű külső pigmentréteggel szabályozzák. Erre a mechanizmusra építve jött létre a torontói szakemberek által kifejlesztett rendszer. Az ablakokhoz használt prototípusok két átlátszó műanyag között elhelyezett ásványolaj-rétegből állnak. A sejt közepébe egy csövön keresztül pigmentet vagy festéket tartalmazó vizet vezetnek, amely egyfajta „szírvirágot” eredményez. A virág alakját a folyadék áramlásának mértéke határozza meg, ami egy digitális pumpával szabályozható: a lassú áramlás kerek virágokat eredményez, míg a gyorsabb összetettebb, szerteágazóbb mintákat.

Személyre szabott pigmentekkel vagy részecskékkel szabályozható, hogy a folyadék milyen fényhullámhosszokat engedjen át, valamint az is, hogy milyen irányba haladjon a fény. Ezek a lapok rétegesen is kombinálhatók, így az egyes lemezek különböző optikai funkciókat tölthetnek be, például szabályozhatják a fény szóródásának módját vagy irányíthatják annak intenzitását.

A mérnökök szerint a technológia relatíve olcsó és egyszerű, ráadásul a világítás, a fűtés és a hűtés tekintetében is energiatakarékos. A prototípus mellett a csapat számítógépes szimulációkat is futtatott, melyekből kiderült, hogy az infravörös-közeli fény átengedését szabályozó réteggel akár az energiafelhasználás 25%-a is megtakarítható. Egy, a látható fényt kontrolláló második réteg pedig már közel 50%-os megtakarítást eredményezhet.

Forrás: <https://news.engineering.utoronto.ca/liquid-windows-inspired-by-squid-skin-could-help-buildings-react-to-changing-environments-save-on-energy-costs/>

Nagy János

Világítási berendezések üzemeltetési kihívásai

Jelenleg a belsőterek világítása nagyon vegyes megoldásokkal történik, átmeneti állapotban van. Léteznek még hagyományos fénycsöves, kompaktfénycsöves, halogénlámpás, fémhalogénlámpás, máshol izzós és higanylámpás világítótestek. Ezek üzemeltetési gyakorlata és költségvonzata ismert a gyakorlott üzemeltetők előtt. Ám egyre nagyobb teret hódítanak a LED-es világítótestek, a vezérelt és szabályozott rendszerek, amelyek üzemeltetése szakmai és gazdasági (árzás) szempontból is nagyobb odafigyelést igényelnek.

FÉNYT, DE MIVEL?

Napjainkban az iskolák, irodaházak többségében még fénycsöves lámpatestekkel biztosított a mesterséges világítás. A LED-es világítási megoldások energiahatékonyságuk és a fénycsövek gyártásának megszüntetése miatt fokozatosan átveszik a belső és külsőterek világítási szerepét. Az ipari csarnokokban és raktárakban, ahol elsődlegesen nagynyomású gázkisülőlámpák (fémhalogén vagy nátriumlámpák), helyenként fénycsöves világítótestek működnek, energiahatékonysági megfontolások alapján több helyen már áttértek LED-es világítási megoldásra. Ahol még nem LED-es a világítás, a jelenleg üzemelő berendezések üzemeltetése és karbantartása egyre nagyobb gondot okoz, ugyanis a fénycsövek gyártását



1. ábra Ezt a fénycsöves berendezést még nem kell cserélni (Foto:TRILUX)



2. ábra Irodavilágítási elavult lámpatest

beszüntették, ennek megfelelően a fénycsöves lámpatestekét is. Az előtétek és működtető elektronikák előállítását szintén leállt. Egyedüli megoldás a folyamatos áttérés LED- alapú világítótestekre és a leszerelt termékek tartalékolása cserealkatrésznek. Ezzel a megoldással még egy ideig üzemeltethetők a régi berendezések.

Ugyanez a helyzet a gyártócsarnokok és raktárak világítása esetében

is. Igaz, hogy bizonyos teljesítményű fémhalogénlámpák és nátriumlámpák gyártását 2027-ig nem szüntetik meg, de az áramköri alkatrészek egyre nehezebben pótolhatók. Ezeket a helyeken is a cserealkatrész tartalékolás a megoldás a berendezés korszerűsítéséig.

Amennyiben a lámpatest háza, az elektromos alkatrészek és az optikai rendszer is meghibásodik, azaz javíthatatlanná válik a világítótest, annak cseréje esztétikai gondot is jelent cserelámpatest hiányában. A világítási technológiaváltás következménye a régi konstrukciók gyártásának megszüntetése, ezért törött búra vagy ház helyett új beszerzése lehetetlen.

A leszerelt világítási termékek pótalkatrészként történő tárolása helyigényes, de ha a megbízó nem kívánja korszerűsíteni a terek világítását, egyedüli megoldásként ez a lehetőség kínálkozik.

Üzemeltetőként megvizsgálandó, hogy mennyibe kerül a régi berendezések üzemeltetése és karbantartása, mivel a kifutó és nehezen beszerezhető alkatrészek ára egyre magasabb.

Tehát a világítási rendszerek üzemeltetésére vonatkozó ajánlatadáskor célszerű tájékozódni a berendezés állapotáról, koráról és a megbízó korszerűsítési szándékáról.

A világítás LED-esítése szinte divattá vált kiváló fényhasznosítása miatt, amivel többnyire az épületüzemeltetőket bízzák meg. Ám megfontolandó az ütemezett korszerűsítés a kampányszerű csere helyett. A néhány éve felszerelt kiváló minőségű fénycsöves lámpatestek cseréje nem biztos, hogy minden esetben indokolt, például a 16 mm (T5) átmérőjű fénycsövekkel működő rendszerek esetében.

Sajnos elterjedt gyakorlat a korábbi korszerűtlen lámpatestek egy az egyben történő cseréje LED-esre világítástechnikai tervezés nélkül. Ez a folyamat nem világítás-korszerűsítés, hanem egyszerű lámpatestcsere! Ezzel a megoldással nem minden esetben biztosított a munkahelyek szabványos megvilágítása. Vagy túlvilágítás, vagy alulvilágítás lesz az eredménye a lámpacseréknek, ugyanis a LED-világítótestek paraméterei gyártónként és típusonként különbözőek, csak formára azonosak. Például 600x600 mm méretű LED-panelből kapható 3000 lumen, 3600 lumen, 4000 lumen, 4500 lumen stb. fényáramú. Felvetődik a kérdés, hogy melyik típus kerüljön beszerelésre a korábbi 4x18 W-os 600x600 mm-es fénycsöves lámpatest helyére? **A helyes választ a világítástechnikai méretezés adja meg és nem a villanyszerelő!** A szükséges mennyiséget és a LED-panelek helyét is méretezéssel lehet megállapítani. Tehát vannak esetek, amikor a lámpatestcserét követően mennyezeti festés is szükséges. Az álmennyezetbe épített világítás esetében kevesebb LED-panel esetén pótolni kell az álmennyezeti lapokat.

Az integrált LED-es világítótestek kiválasztásakor azok fényáramán túl további, a szabványban meghatározott paraméterekre is figyelni kell. Iroda világításánál a szabvány legfeljebb 19-es káprázási tényezőjű világítótestek használatát engedi meg és ajánlott a 3000 K színhőmérséklet használata.

Üzemcsarnokok és raktárak esetében a meglévő nagynyomású gázkisülő lámpás világítás cseréje esetében is szükséges a világítás méretezés elvégzése, a LED-es világítótest típusának és azok szerelési pozíciójának meghatározása érdekében. Az a tapasztalatunk, hogy a korszerű világítótestek fénytechnikai paraméterei (fényáram, sugárzási szög, káprázási tényező stb.) nagyon eltérnek a korábbi lámpatestekétől, ezért az esetek többségében a szabványos megvilágítás biztosítása érdekében új kiosztás szerint kell azokat felszerelni. Gyakran kevesebb LED-es világítótestet szük-

séges a korábbiaknál az ipari csarnok megvilágítására. Ennek következménye: többlet villanyszerelési munka elvégzése, ami a beruházás költségét növeli, de energiamegtakarításban megtérül.

Mielőtt a fénycsöveket LEDcsövekre cserélnék, érdemes áttanulmányozni a MEEVTT-VBF közös Munkabizottsága által kiadott állásfoglalást.

Tehát ez a feladat sem bízható egyszerűen az üzemeltető cég villanyszerelőjére!

Világítás korszerűsítéskor nagyon fontos figyelembe venni azt, hogy a LED-es világítótestek működtető elektronikái sok esetben kapacitív fogyasztók szemben a leszerelt világítótestek induktív jellegével. Tehát új világítási berendezés üzembehelyezésekor mérni kell a világítási áramkörök fázisterhelését, a meddő teljesítményt, felharmonikus tartalmat és további elektromos paramétereket. Amennyiben szükséges, el kell végezni a fázisjavító berendezés újbóli beállítását.

Elengedhetetlen a világítási berendezések korszerűsítési utáni szabványos fénymérésének elvégzése!

ÚJ KIHÍVÁSOK ELŐTT AZ ÜZEMELTETŐI SZAKMA

Már a helyiségek világítási rendszerének tervezésekor gondolni kellene annak üzemeltetésére is! Ez sajnos a legritkább esetben fordul elő, mert tervezéskor elsősorban a bekerülési értéken, a szabványosságon, az esztétikai megjelenésen van a hangsúly.

Az üzemeltetéssel foglalkozó cégeknek fel kell készülniük a félvezető alapú világítási berendezések üzemeltetésére. Ezek a rendszerek sokkal bonyolultabbak, nagyobb odafigyelést és szakismeretet követelnek a korábbiaknál. A karbantartás és javítás nem egy egyszerű előtét, foglalat, gyűjtő és fényforráscserére korlátozódik. Sokkal bonyolultabb a meghibásodott áramkör, vagy alkatrész kimérése, a hiba beazonosítása. Ezen ismeretek hiányában a villanyszerelő megállapítja, hogy „ki kell cserélni a lámpát”.

A félvezető alapú világítás üzemeltetésének buktatói

Nagyon csábítóan hangzanak a LED alapú világítótestekre gyártók és kereskedők által deklarált élettartam adatok. Némelyik hihetetlenül hosszúnak tűnik, 50 000, vagy éppen 100 000 óra. A gyanútlan beruházó, vagy felhasználó bizonyíthatóság hiányában elhiszi az élettartam adatokat és leggyakrabban azok árának függvényében dönt valamelyik termék mellett.

Amennyiben működésképtelenné válik a LED-es világítótest, ennek négy fő oka lehet:

- bekötési hiba, beleértve a táphálózat elemeit
- működtető egység (elektronika) meghibásodása
- a LED-modulok meghibásodása
- a vezérlés meghibásodása

A LED-es világítótestek hibafeltáráshoz megfelelő mérőműszerek szükségesek a működtető egység (driver) működőképességének megállapításához. Meghibásodás esetén azonos paraméterű elektronika beszerzése nem egyszerű feladat! Tehát nem is a gyártó számít, hanem a termék címkéjén feltüntetett adatok azonossága! Sajnos az a gyakorlat, hogy az üzemeltető cég szerelői nem foglalkoznak a meghibásodott elektronika cseréjével, inkább a LED-es világítótestet cserélik ki. Ez a megoldás sokkal költségesebb, mint egy működtető elektronika cseréje.

Az integrált LED-es (egybeépített) világítótestek sok esetben roncsolásmentesen nem szedhetők szét. Ilyenkor csere-lámpatest beszerelése szükséges.

Mire cserélhető a meghibásodott LED-es világítótest? Természetesen ugyancsak LED-esre, mivel más típusú fény-



3. ábra Ami elromolhat, az el is romlik

forrással már nem gyártanak. Ebben az esetben NEM a teljesítmény az irányadó paraméter, mint korábban volt, hanem annak fényárama (lumen), színhőmérséklete (Kelvin), fényerősség-eloszlása és káprázási tényezője (UGR). Ha a térben még működőkkel nem azonos paraméterűre cserélődik a meghibásodott világítótest (pl. valamennyi fényárama 3000 lumen, a cserelámpatesté 4500 lumen), akkor az, mint Esthajnalcsillag fog világítani a mennyezeten. Kisebb fényáramúra történő csere esetén a halványosságával tűnik fel a mennyezeten. Ha a színhőmérsékletben mutatkozik eltérés (valamennyi 4000 K, az új csak 3000 K), akkor az esztétikai szempontból nem előnyös. Azonos látótérben már 2-300 kelvines eltérés is észlelhető és zavaró.

A LED-modulok cseréje csak barkácsolással lehetséges jelenleg, mivel a csatlakozók még nem szabványosítottak. A tendencia a LED-es világítótestek javíthatóságának lehetővé tétele, léteznek erre vonatkozó ajánlások (pl. Zhaga), de egyelőre költséghatékonyság miatt ezek a megoldások nem terjedtek el.

Az üzemeltető részére fontos kérdés a gyártói jótállás a LED-es világítótestek és fényforrások esetében. Az öt év, vagy annál hosszabb idejű jótállás is csábítóan hangzik az üzemeltetőnek. Ez az időszak egyrészt a működőképességre, másrészt a termék fényáramtartásának idejére is kell utaljon, érdemes a szállítási szerződésben mindkettőt rögzíteni.

Vezérlő- és szabályozási rendszerek karbantartása

A gyengeáramú vezérlő és világítás szabályozó rendszerek üzemeltetése, karbantartása és javítása alapos felkészültséget igényel, mivel ezek számos változata található meg a piacon, így az épületekben is. Sok az egyedi gyártóspecifikus rendszer, amelyek általában nem kommunikálnak egymással. Léteznek viszont szabványos alapok, ilyen a DALI rendszer, a Casambi, a DMX, a KNX, 1-10 V-os rendszer stb.

Mivel ezek gyengeáramú rendszerek, érdemes odafigyelni a karbantartásukra, időszakos ellenőrzésekre. **Az üzemeltetőnek mindenképpen meg kell szereznie a vezérlési dokumentációt a hibakeresés megkönnyítése érdekében. Meghibásodás esetén nem a rendszer kiiktatása a megoldás – mint sok esetben történik –, hanem felkészülés a rendszer üzemeltetésére, karbantartására.** Ebben az esetben nem csökken az ott dolgozók vizuális komfortérzete.

Tehát az előbbiekben felsoroltak új kihívást jelentenek az üzemeltetőknek, amire fel kell készülniük a karbantartó, szerviz személyzet oktatásával és megfelelő dokumentáció beszerzésével. A hibakeresés bonyolultságát, cserealkatrész biztosításának nehézségét és árát, valamint a szakmai kompetenciát árajánlatadáskor célszerű figyelembe venni!

TARTALÉK VILÁGÍTÁS ÜZEMELTETÉSE

A nagyobb épületekben kötelezően előírt és működő tartalékvilágítási rendszerek többnyire még kis teljesítményű (általában 4-8 W) fénycsövekkel szereltek, ám ezek gyártását is beszüntették, tehát cserére szorulnak. A LED-es változatuk széles választékát kínálják a szakcégek. Mivel jogszabályi és szabvány előírásokban (MSZ EN 1838:2014; MSZ EN 50171:2022; MSZ EN 50172:2005; MSZ EN IEC 60598-2-22:2022; IEC 60598-2-22:2021) meghatározott a tartalékvilágítási lámpatestek fénysűrűsége és felületének nagysága, kiválasztáskor ezeket figyelembe kell venni.

A központi akkumulátoros rendszerek esetében valamilyeni világítótest működésének ellenőrzése egyszerű az információs paneleken. Nagyobb kihívást az egyedi akkumulátoros és központi visszajelzés nélküli biztonsági világítási rendszerek jelentik a nagyobb épületekben, mivel ezek működését bejárással végig kell ellenőrizni és naplózni. A rendszeres ellenőrzésük és karbantartásuk elengedhetetlen.

BELSŐÉPÍTÉSZETI VILÁGÍTÁS ÜZEMELTETÉSE

A LED-ekkel alkotott világítótestek formavilága végtelen. De ez mind nem elég, a belsőépítésznek sok esetben igyekeznie kell a világítást és annak eszközeit a saját elképzelésükhöz igazítani. Így születnek az egyedi világítási megoldások zömében LED-szalagok vagy LED-modulok felhasználásával.

A belsőépítészeti tervek alapján a helyiségek mennyezetébe, falába, a bútorokba stb. süllyesztve ott hullámoznak, vagy éppen körkörös csavarognak a világító felületek. A legtöbb esetben nem is méretezhető a megvilágítás ezekben a terekben, a vizuális komfortérzetet a belsőépítészeti elképzelés mellett másodlagossá válik.



4. ábra Így készül az íves LED-világítás
(Fotó: Szeti-vill Kft.)

Ugyanígy az üzemeltetési szempontokra és javíthatóságra sem figyelnek. Ám, mint minden más, ezek is előbb-utóbb meghibásodnak. Gyártó és gyártói minősítés, illetve dokumentáció hiányában az üzemeltető igencsak nehéz helyzetbe kerül a javítási munkák során. Be kell szerezni azonos paraméterű (szín, hőmérséklet, fényáram, működési feszültség stb.) LED-szalagot vagy LED-modult.

Ha eltörött a LED-ek előtti buraként szolgáló műanyaglap, akkor azt azonos ívűre kell legyártani stb. Még további meghibásodások sorolhatók, amivel találkozhat

az üzemeltető ilyen világítások esetében. Sokszor előfordul, hogy a leggondosabb javítás ellenére is sérül a festés, mert „gondos kezek” bevakolták a világítótestet. Ilyenkor a festés helyreállítására is szükség lehet.

A LED-szalagos rejtett világítás a másik kedvence a belsőépítésznek. A mennyezet alá stukkó mögé rejtett LED szalag közvetett világítást biztosít a helyiségben. Ez a világítási mód a leggazdaságosabb, a legenergiapazarlóbb világítási megoldás! Gondot jelent a működtető egységek hozzáférhető elhelyezése, amit lehetőleg jól szellőző helyre célszerű felszerelni. Elengedhetetlen a LED-szalagok megfelelő hűtése, az időnkénti portalanítása, takarítása. Ez is az üzemeltető

feladata lenne! Fontos, hogy ezt a műveletet földelőpántos csuklóval kell(ene) végezni az elektrosztatikus feltöltődés elkerülése miatt. Ellenkező esetben az elektrosztatikus kisülés hatására a világító dióda (félvezető) vezetővé válik és úgy mond „megvakul” (azaz nem világít többé).

Egy-egy különleges formavilágú meghibásodott LED-es világítótest beszerzése és pótlása gondot jelent, mert sok esetben egyáltalán nem ismert a gyártója, illetve már megszűnt a termék gyártása. Ilyenkor mit tehet az üzemeltető? Más for-



5. ábra Belsőépítész által tervezett aulavilágítás



6. ábra Tárgyalóvilágítás egyedi lámpatesttel

májú termékkel történő pótlás a belső tér esztétikáját rontja. Az adott térben található összes világítótest lecserélése más típusra költséges megoldás.

A LED-technológia gyors fejlődése a lámpatestgyártókat belekényszeríti a termékeik folyamatos fejlesztésébe és azok típusválasztékának bővítésébe. Sokkal egyszerűbb volt a 600x600 vagy a 300x1200 mm méretű egyszerű szerelésű fénycsöves lámpatestek üzemeltetése.

Tehát azokon a helyeken, ahol különleges belsőépítészeti megoldásokkal készült a terek megvilágítása, megfontolandó ennek figyelembevétele a világítási berendezések üzemeltetésének árazásánál.

GAZDASÁGOSSÁGI MEGFONTOLÁSOK

Az üzemeltetők versenyeztetések a megbízók hangsúlyozni szokták, hogy LED-es világítótestek működnek az épületben, ezzel azt sugallva, hogy azok üzemeltetése és karbantartása nagyon egyszerű és gazdaságos, mert hosszú az élettartama a LED-es világítótesteknek, azokkal nem kell foglalkozni és nem igényelnek szervizelést. Csakhogy nem mindegy, mennyire megbízható termékek kerültek felszerelésre, illetve hány éve működnek, érvényesíthető-e a jótállási feltételek.

Nagyon sok gyenge minőségű integrált LED-es világítótest kerül forgalomba hazánkban. A minőségi különbségek

általában az árakban is meglátszanak. **Érdekes világítástechnikai szakember véleményét és tanácsát kikérni a működő világítási rendszerről az üzemeltetés beárazásakor.** Sajnos nagyon sok kóklér jelent meg a piacon, akik a LED-es termékek árusításából vagy a világításkorszerűsítési projektekből próbálnak megélni. Az olcsó szakszerűtlen megoldásaik, az ajánlott kedvező árú, de gyenge minőségű LED-es világítótestek ajánlása sok esetben megtéveszti a megbízót. A későbbiekben előforduló hibák elhárítása már az üzemeltetőt terheli. Tehát ezt a szempontot is figyelembe kell venni az üzemeltetés árazásakor.



7. ábra Meghibásodott LED-cső



8. ábra LED-panel hibás vagy rosszul tervezett

A belső és külső téri LED-es világítási berendezések üzemeltetésére történő árajánlatadásakor, illetve a költségvetés összeállításakor nem javasolt az általánódíjas megoldás, mert meghibásodás esetén a javítási, alkatrészpótlási és világítótest cseréköltségek nagyon magasak lehetnek. Amennyiben ezek digitális vezérléssel működnek, akkor még inkább az eseti, vagy egyedi vállalási árral célszerű számolni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A napjainkban zajló világítási technológiaváltás jelentős kihívást jelent az épületüzemeltetők számára is. Mivel az EU-s rendeletek nagyon szűk átmeneti határidőt szabtak meg, ezért teljes káosz uralja a piacot. Nagyon sok ismeretlen eredetű LED-es világítótestet importálnak a kereskedők, nagyon sok világítótest-barkácsolás történik a gyárakban és intézményekben. Igaz, a belső téri munkahelyek világítására vonatkozó szabvány (MSZ EN 12464-1) nem kötelező érvényű, de **felhívjuk a figyelmet a 3/2002.(II.8.) SzCsM-EüM rendeletre, ami kimondja, hogy „Azokon a munkahelyeken, ahol állandó munkavégzés folyik, a munkavégzés jellegének és körülményeinek, a helyiség rendeltetésének és az ott végzett tevékenységnek megfelelő világítást kell biztosítani. A világítás mennyiségi, minőségi jellemzőit nemzeti szabvány határozza meg.” A rendelet azt is kimondja, hogy „A belső téri mesterséges világítás világítástechnikai jellemzőinek megfelelőségét rendszeresen ellenőrizni kell.”** Ezért munkavédelmi ellenőrzések alkalmával nem elegendő a megvilágítási szintek mérése, az egyéb paramétereket is ellenőrizni kell.

Az elektromos berendezések üzemeltetésével foglalkozó személyzet, – beleértve a villanszerelőket –, részére fontos továbbképző tanfolyamokat szervezni az új LED-es világítási rendszerek megismerésére és üzemeltetésére vonatkozóan. Amennyiben szabályozottak és vezéreltek a berendezések, akkor különösképp szükséges a szakmai ismeretek bővítése a helyi rendszerek ismertetésével is.

Az energiatakarékossági megfontolások miatt felgyorsított fényforráskivonás és a LED-es világítás erőltetése a szakszerű világítási megoldások mellőzését eredményezi. Hosszú időnek kell eltelnie, míg a valóban hatékony és energiatakarékos szakszerűen méretezett és kivitelezett LED-es világítási rendszerek széles körben teret nyernek a jelentős beruházási költségigény miatt. Addig is az üzemeltető felelőssége a szakszerű megoldások megtalálása és minőségi világítás biztosítása a rábízott épületekben.



9. ábra Irodavilágítás korszerű LED-világítótesttel



Nagy János

elnök

MEE Világítástechnikai Társaság

B+N Referencia Zrt. senior szakértő

elnok@vilagitas.org

Farkas János

A Magyar Zene Háza fényei



1. ábra A Zene Háza bejárata (Fotó: Liget Budapest © Palkó György)

Az épület tervezésére kiírt pályázatot a **Sou Fujimoto Architects a Forest of Music**, azaz a „Zene a lombok alatt” elnevezésű pályaműve nyerte.

Sou Fujimoto világhírű építész egészen egyedi látásmóddal rendelkezik, melyben kiemelt figyelmet fordít a fényre. A Zene Háza pályázat koncepciójában is fontos szerepe van, mind a természetes, mind a mesterséges fénynek.

Az erdővel borított Hokkaidó szigetén felnőtt Sou Fujimoto számára ez egy természetes közeg. Szerinte a japán emberek lelki világához sokkal közelebb áll a fákkal, az erdővel való aktív együttélés, mint Európában, ahol – ahogy egyszer megfogalmazta – inkább veszélyes helyként tekintenek az erdőre. Számára ez olyan lényeges kulturális különbség, amit igyekezett munkáival áthidalni.

A Magyar Zene Házában is érvényesül a holisztikus megközelítés, a teret konstruáló „elemek számossága”, azaz a kint és bent különböző hatásaiból való építkezés. Adott volt a sűrű, ligetes fákkal körbevett terület, amelyen a Hungexpo korábbi, végletekig elhanyagolódott iroda- és műhelyépületei várták megérdemelt végétüket.

Ebbe a térbe helyezte el Sou Fujimoto a Forest of Music, azaz a „Zene a lombok alatt” elnevezésű pályaművét, amelynek lényege, hogy a ház egyfajta lombkoronatestként működik, amely védelmet és szabadságot nyújt egyben. A fák közé elhelyezett zenetermek valóban képesek teljesen egybeolvadni a környező ligettel, ugyanakkor megkapják az időjárás viszontagsá-

gaitól és az oda nem illő zajoktól óvó fizikai védelmet is. A szinte teljesen transzparens felszíni térség fölé egy hatalmas, látványos, több irányban hullámzó, kétszeresen megdőbölő tetőrendszer került, amely értelmezhető egyfajta gondoskodó gombakalapnak, ugyanakkor sajtyszerűen lyukacsos is. A felület hol egy fát ölel körbe, hol egy teraszt formál és bukkan elő belőle a látogató.

Az épület három, egymástól szinte teljesen külön tulajdonsággal bíró rétegből áll.

A gomba hasonlatnál maradván a betérő látogató a gomba törzsébe egy minden irányban és teljes magasságban üvegezett földszinti térségbe érkezik, amely magába foglalja a közösségi tereket:

multifunkcionális és kiemelkedő színpad- és hangtechnikával felszerelt, 320 személyes nagyobb, valamint a nagyjából 120 fő befogadására alkalmas kisebb kamaratermet, ruhatárt, éttermet, kávézót, melyeket a nagy ívű előcsarnok köt össze.

A gomba kalapjában kapnak helyet a funkcionális helyiségek, melyek a tudást és az irányítást tartalmazzák, a könyvtár, múzeum-pedagógia, irodák, öltözők.

A föld alatt a gyökerek találhatóak, melyek egy állandó és egy időszakos kiállítóteret foglalnak magukba egy hangdóm-mal kiegészítve.

TERMÉSZETES FÉNY A TEREKBE

Az előcsarnok arányainak és sok üvegfalának köszönhetően közvetlen vizuális kapcsolatot biztosít a fákkal, a Városligettel.

Igen jelentős természetes fény jut az előcsarnokba az üvegfalakon és a nagy méretű felülvilágítókon keresztül.

Évszaknak és napszaknak megfelelő természetes fényvázlatos játéka teszi változatossá a földszinti belső tereket. Jelentős természetes fényt kap az összes földszinti közösségi



2. ábra Nagy terem hangversenypódium (Fotó: Liget Budapest © Palkó György)



3. ábra A „Gomba” (Fotó: ERCO © DavidSchreyer)

tér, valamint a „levél álmennyezet” is végigfut ezeken a tereken, így a látogató valóban érzi a kapcsolatot a ligettel, a fákkal.

Ez a vizuális kapcsolat számomra első hallásra furcsának tűnt, hogy milyen érzés lehet egy koncertet nézve látni a ligetben sétálókat, de az első alkalom meggyőző volt, amikor koncert közben a Vajdahunyad vára díszvilágításában gyönyörködtem. A természet látványa nem gyengített az élményen, hanem hozzáadott valami újat, valami különlegeset.

Az épületbe jutó természetes fény egy részét hatalmas felülvilágítók, „fénykutak” adják, melyeken a fény ugyanúgy szűrődik át, ahogy az erdőben a természetes lombcsatrák között.

„A Zene Házának alapvetése az az élmény, hogy sétálok a Városligetben a lombok alatt. Szinte észre sem veszem, hogy beérek a hatalmas tető alá, még mindig teljesen szabad térben vagyok, de érzem, hogy megérkeztem valahová, úgy lépek be az előcsarnokba, majd az előadótérbe, mintha a séta folytatása lenne; a természetes tér fokozatosan átvált mesterségesé.” Varga Bence vezető építész gondolatai az épület és a liget kapcsolatáról.

Fentről nézve az épületet egy öreg vargánya gomba jut eszünkbe, melynek kalapját már helyenként megrágták a csigák. Ezek a hatalmas nyílások sajátos jelleget adnak az épületnek, és van olyan közöttük, amelyen keresztül a fény egészen a „-2” szinten található állandó kiállítóterbe lejut.

A felülvilágítóknál, ahol szükséges, ott elektromosan mozgatható lamellarendszereket helyeztek el, biztosítva a megfelelő kontrollt a természetes fény hatásában. Ennek köszönhetően kiváló vizuális komfortot sikerült kialakítani a könyvtárban, múzeumpedagógián és az irodákban.



4. ábra Árnyékolórendszer (Fotó: a szerzőtől)

Az erősen napozott előcsarnokból a kiállítóterbe nyíló felülvilágító köré ülőpadot építettek, mely az árnyékolórendszerrel meggátolja a közvetlen napfény bejutását az állandó kiállításba, és a térbe érkező megfelelő maximális természetes fény mennyiség is beállítható.

MESTERSÉGES VILÁGÍTÁS

Az épület tervezési időszaka egybeesett a LED-világítási bevezetések gyors fejlődésével, amikor már a megfelelő technológia rendelkezésre állt, de még a professzionális alkalmazások korlátozott számban és minőségben voltak elérhetők.

A kivitelezési időszak alatt több LED-generáció-váltás is történt, mivel egyre jobb hatásfokú és minőségű világítótestek álltak rendelkezésre, ami megkövetelte az egyes területek újratervezését.

Az egyes terekben a szabványban rögzített megvilágítási értékeket terveztük, amelyek sok esetben a ház egységisége miatt egyedi világítási megoldásokat követeltek.

Hangsúlyosan vettük figyelembe azt a tényt, hogy a ház a liget közepén, a fák között helyezkedik el, határoló szerkezetek üvegfelületek, így a fényszennyezés elkerülésére külön figyelmet fordítottunk.

Az épületből kifelé távolodva folyamatosan csökkentettük a megvilágítási értékeket.

Koncertterem színpad 500 lx, nézőtér 300 lx, előcsarnok 150 lx, előcsarnok kültéri része féltető alatt 50 lx, hozzávezető utak, járdák 15-20 lx.

A fényszennyezés minimalizálása miatt a Budapest Mestertervnek megfelelően nem készült alsó derítése a fáknak, valamint nem helyeztünk ki világító bútorokat a liget fái alá. Padlóba süllyesztett, felfelé világító lámpatestek is csak a tető alatt találhatóak.



5. ábra A külső díszvilágítás (Fotó: ERCO © DavidSchreyer)

DÍSZVILÁGÍTÁSI MEGOLDÁS

A díszvilágítás két komponensből áll. A féltetőn és a földszinti tereken végigfutó levél álmennyezet egy alsó derítést kap néhány padlóba süllyesztett lámpatestből (melyek számát igyekeztünk minimalizálni), valamint az általános világítás reflexióiból érkezik fény, így szépen életre kel a levél álmennyezet az esti órákban. Ez a levél álmennyezet meghatározza az épület nappali és esti látványát.

BELSŐ TEREK MESTERSÉGES VILÁGÍTÁSA

Az egyedülálló épületben már tervezéskor számítottunk arra, hogy nem csak a világítási szakemberek fogják a mennyeze-



6. ábra A kiállítótér előcsarnoka (Fotó: ERCO © DavidSchreyer)

tet nézegetni, így egy olyan általános világítást terveztünk, amely keskenyen világító elemekből áll, melyeket egyenként irányítva fedtük le a hasznos felületeket.

A földszinti közösségi terek világításánál arculati koncepció volt a levél álmennyezet alatt, hogy a világított belső felületek látványa ne legyen homogén, mert a fényvel a lombkoronán átszűrődő fény érzetet szeretnék volna felidézni, „Zene a lombok alatt”. Az effektelvárás ellenére egészen jó egyenletességet sikerült létrehozni a járófelületeken.

A nagy felülvilágítók jelentős területet kizártak a mennyezetből, valamint az egész íves levél álmennyezet egyedi tervezés, ami miatt nem lehetett bárhova lámpatestet tenni, így a világítótesteknek forgathatónak, billenthetőnek kellett lenniük kiváló káprázáskorlátozással.

A föld alatt található hatalmas kiállítóterekhez az egész épületen átszaladó csigalépcső vezet, melyen észrevétlen lehet jutni a „-2”. szintre. A kiállítóterek előtti hatalmas előcsarnokot a múzeumi területbe bejutni szándékozó várakozók és az onnan érkezők mindig élettel töltik meg. A tervezett világítási megoldással fel szeretnénk volna oldani azt a tudatot, hogy mélyen a föld alatt vagyunk, és a fehér falakat homogénebben világítva a figyelmet a csigalépcsőre tereltük. Igyekeztünk a homogén fényvel feloldani, puhítani a határokat, hogy senki ne érezze bezárva magát.

A kiállítóterek 7,2 m, 6,3 m, 5,9 m magasságban lévő optikai álmennyezetére kerülhettek a világítási sínek. A sínrendezés és a lámpatestoptikák meghatározása az ismeretlen, jövőbeli kiállításokra ebben a hatalmas térben nem volt könnyű feladat. A megépült kiállítások tanúsíthatják, hogy jól sikerült a tervezés. Lehet, annak idején sejtettük, hogy majd a kiállítások megvalósításában is szerepünk lesz, így mint kiderült, magunkkal szúrunk volna ki, ha hibázunk.

A kiállítóterek szintjén található hangdómban panoráma-vezetés és a 42 csatornás High-End hangzás ad egyedülálló élményt, melyhez mi csak a szünetek általános világítását adjuk földbe rejtett falvilágítókkal.

Az épület emeleti szintjein (a gomba kalapjában) a tudás és az irányítás kapott helyet. A könyvtárban, múzeumpedagógián a bútorzathoz illesztett, természetes fénytől függő vezérléssel ellátott, függesztett, direkt/indirekt Dali vezérléssel ellátott lámpatestek működnek, melyek az egész irodai területen is végigvonulnak.

Az emeleti helyiségek a 107 tetőáttörésnek köszönhetően jelentős természetes fényt kapnak. Itt látványosan meg-

jelenik a nappali időszakban az égboltról bejutó természetes és a mesterséges fény együttes hatása. A természetes fény színhőmérséklete egészen hideg az épületben működő mesterséges világítás 3000 K korrelált színhőmérsékletéhez képest.

A mesterséges világítás meleg fehér színe tudatos választás.

Az egész épület barátságos, meleg hangulattal kívánja marasztalni a betérő látogatót minden napszakban.

Az épület világítását Dali rendszer szabályozza, a felügyeletet LON kommunikáció biztosítja, mely tovább növeli a vizuális komfortot, valamint a természetes fényhez illesztetten szabályozza a mesterséges világítást, amelynek a

LED korszakában inkább szubjektív jelentősége van, de mérhető villamos energiát takarít meg.

Komoly tapasztalat és kihívás is volt egyben a japán építészirodával közös munka. Jelentősen eltérő kultúrák, szabályok és szokások találkoztak. Élmény volt egyedül alkotni és részese lenni ennek az együtt gondolkodásnak, még akkor is, ha nem mindig egyeztek a vélemények.

Nagy örömünkre szolgál, hogy a Zene Háza dolgozói barátságos légkörrel, komoly tartalommal és eszmeiséggel töltik meg az épületet, ahova élmény betérni, mert idő-s fiatal egyaránt talál magának felfedeznivalót és érdekeset.

Az épület alkotói és jelentősebb dátumai:

Tervpályázat: 2014

Tervezés: 2015–2017

Kivitelezés: 2018–2021

Beruházó: LIGET BUDAPEST ZRT.

Vezető tervező: SOU FUJIMOTO, SOU FUJIMOTO ARCHITECTS INC.

Helyi építészpartner: NOLL TAMÁS M-TEAMPANNON ÉPÍTÉSZ-MÉRNÖKI KFT.

Felelős tervező: VARGA BENCE

Nemzetközi társtervezők

Akusztika: NAGATA ACOUSTICS INC., KEIJI OGUCHI, KOSUKE SUZUKI, NOBUHIKO HATTORI

Hazai társtervezők

Belsőépítész: CSAVARGA RÓZSA, TÖRÖK SZABOLCS BENCE

Épületvillamos-tervező: RAJKAI FERENC

Világítástervező: FARKAS JÁNOS és RAJKAI FERENC

Világítás-konceptióterv: SYRIUS LIGHTING OFFICE (A Made by Light is készített egy világítási koncepciótervet, melyet Fujimoto úr nem fogadott el.)

Lektorálta: Rajkai Ferenc



Farkas János

lighting designer

Design and Light Kft.

fenyepit@gmail.com

Az éj virágai

A naptevékenység körülbelül 11 éves ciklussal ingadozik. Pontosan nem jósolható meg, hogy a következő napfolt-maximum mikor következik be és milyen erős lesz, mert nagyon összetett folyamatok vannak a háttérben. A küszöbön álló maximum a korábban előrejelzetthez képest kissé korábban, előreláthatóan 2024-ben következik be és a várthoz képest már most is magasabb az aktivitás szintje. Napfoltszám növekedését jelzik a különösebb sarki fény jelenségek, mint amit november 5-én is tapasztalhattak a szerencsések. De az aurora borealist leszámítva is változik az égbolt ilyenkor, igaz, nem ennyire látványosan, például az égboltról készült fényképeken többször jelenik meg a zöld légkörfény. Cikkünkkel útmutatót adunk az éjszakai égbolt fényeinek értelmezéséhez.

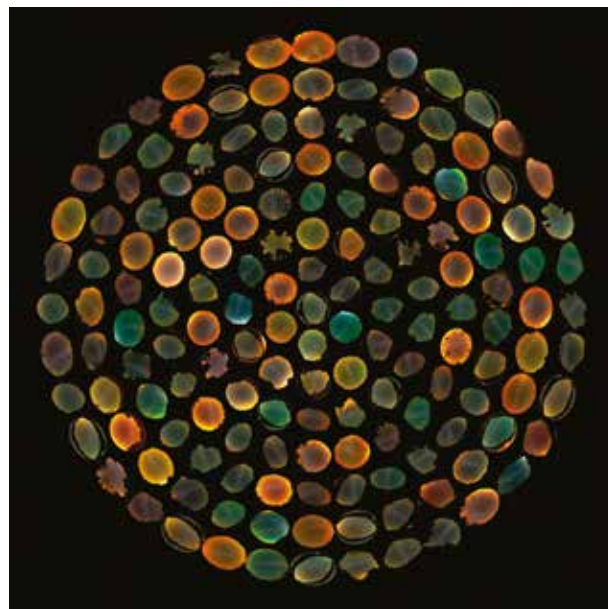
Solar activity fluctuates on a cycle of about 11 years. It is impossible to predict precisely when the next sunspot maximum will occur and how strong it will be, because very complex processes are involved. The impending maximum is expected to occur slightly earlier than previously predicted, in 2024, and is already higher than expected. An increase in the number of sunspots is indicated by extraordinary auroral phenomena, such as the one experienced on 5th November. But apart from the aurora borealis, the sky is also changing at this timescale, although not as spectacularly, for example, the green aurora is more visible in photographs of the sky. This article is a guide to interpreting the lights in the night sky.

1. BEVEZETÉS – AZ ÉJ VIRÁGAI

Az első hazai és egyben első európai csillagoségbolt-park felterjesztésekor, 2008-ban kezdtük a digitális fényképezőgépeket használni az éjszakai csillagos égbolt minőségének mérésére. Az elmúlt 15 évben a módszereket folyamatosan fejlesztettük, amivel párhuzamosan a kamerák minősége is folyamatosan javult. Az utóbbi több mint öt év folyamán már nagy felbontású és precíziós adatokat gyűjtöttünk különböző olyan helyszíneken, ahol a fényszennyezés szintje minimális. A fotó alapú mérések értelmezését nagyban segíti, hogy a fényképekkel párhuzamosan sokszor az égbolt spektrumát is rögzítjük. A színkép adja a legteljesebb információt az égbolt egy adott pontjáról, abból tetszőleges metrika így a fénysűrűség cd/m^2 -ben, radiancia $\text{W}/\text{m}^2/\text{sr}$ -ban stb. egyértelműen meghatározható. A spektrális mérés időigényes, így csak az égbolt egy részét jellemezhetjük vele, viszont ezt a teljes égboltnak fénykép mozaikok jól kiegészítik. Ez a kombinált mérés tette lehetővé azt is, hogy az égbolt színének finom változásait is minél pontosabban regisztráljuk. A mérési eljárásról írtunk már az Elektrotechnika hasábjain is.

Most, amikor elegendő adat gyűlt össze, hogy a módszereinket véglegesítsük, eljött az ideje, hogy elővegym az elmúlt évek összes teljes égboltnak mutató fényképeit és újra feldolgozzam azokat. Minden mérésből készült egy olyan kép, ami az aktuális égbolt színének eltérést az átlagos égbolthoz képest felerősíti. A sok-sok eltérő helyen és eltérő időben készült kép így teljesen azonos feldolgozással egymás mellé kerülhetett. Mivel az eddigi évek tapasztalatait az égbolt szépségéről, a háttérben lévő folyamatokról a nagyközönség-

nek is szeretném bemutatni egy teljes kupolás (planetáriumi) filmben, a mérési adatokat elkezdtem ennek megfelelően is továbbgondolni. A szándékomnak aktualitást ad, hogy most lesz 100 éve, hogy a Deutsches Museumban, Berlinben először tartottak nyilvános planetáriumi bemutatót a Zeiss újdonágnak számító projektorával. A centenáriumot szerte a világban megünneplik – ehhez szeretnék magam is csatlakozni egy olyan égi fényekről szóló filmmel, amelyet az ország összes planetáriumában vetíthetnek. A tudományos és planetáriumi tevékenység ötvözésekor született ez a kép, aminek „Az éj virágai” címet adtam – ez lesz a film címe is.



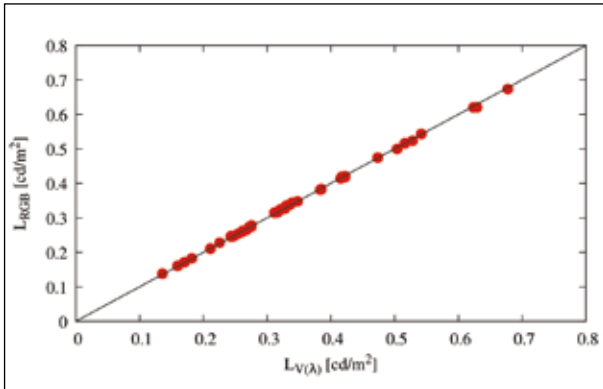
1. ábra „Az éj virágai” – 160 teljes színfokozott égbolt fotó együttese

2. MÉRTÉKEGYSÉGEK ÉS KAPCSOLATAIK

A fényképezőgépes mérések egyik nehézsége, hogy a kamerák spektrális érzékenysége eltér az összes lehetséges metrikától. Így teljesen általánosan nem definiálhatunk olyan összefüggést, amivel pl. a cd/m^2 -ben kifejezett fénysűrűsége válthatjuk a fotó alapú metrikát. A kérdés, hogy adott körülmények között milyen pontossággal értelmezhető egy ilyen konverzió. A megoldást a spektrális adatbázisunk adta. Különböző helyszíneken eltérő időpontokban készültek a spektrumok. Ennek megfelelően más-más volt a fényszennyezés szintje és az égbolt természetes fénye is megmutatta különböző „arcait”. Ezekre a spektrumokra vizsgálhatjuk, hogy mennyire pontosan becsülhetjük a fénysűrűséget a fotók alapján. A spektrumokból pontosan meghatározható bármely mennyiség. Ha a szabványos $V(\lambda)$ görbével súlyozva összegezzük a spektrumot és besorozzuk az ismert bűvös 683-as számmal, akkor rendelkezésre áll a fénysűrűség cd/m^2 -ben. Ismerjük a kamerák R, G és B csatornáinak spektrális válaszfüggvényét. Ha ezekkel a spektrum súlyozott átlagát kiszámoljuk, akkor az adott szűrőkel súlyozott spektrális radianciát kapjuk, aminek a mértékegysége $\text{nW}/\text{m}^2/\text{sr}/\text{nm}$. Ezeket az egységeket egyszerűsítve, és jelezve az aktuális színcsatornát is dsu_R , dsu_G és dsu_B -vel jelölöm (dsu: dark sky unit – sötét égbolt egység). A három dsu érték lineáris kombinációjaként megpróbálhatjuk megbecsülni a szabványos fénysűrűség értéket. A spektrális adatbázisunk segítségével illeszthetjük a

$$L[\text{cd}/\text{m}^2] = f(\text{dsu}_R, \text{dsu}_G, \text{dsu}_B)$$

összefüggést. Szerencsére, a természetes és gyengén fény-szennyezett égboltra a kapott összefüggés meglepően jól működik. A 2. ábrán mutatjuk, a szimulált R, G és B csatornákból kapott fény-sűrűséget a spektrumból közvetlenül számolt (egzakt) fény-sűrűség függvényében. Látszik, hogy a pontok csak kissé térnek el az egyenestől. Valóban, a számolt fény-sűrűségek szórása 0.003 mcd/m² alatti, azaz 1%-nál kisebb hibára számíthatunk.



2. ábra A szimulált fényképezőgép RGB színekből számolt fény-sűrűség a valódi értékek függvényében. Az ábrához 41 eltérő helyen és időben készült spektrumot használtunk.

Hasonlóan becsülhetők más metrikák is a kamera adataiból. A sarki fény szempontjából még egy mértékegységet meg kell említenünk, ez a rayleigh (R). Ez a mennyiség eredendően azt határozza meg, hogy a földfelszín 1 m²-es felülete feletti oszlopban mennyi foton keletkezik egy másodperc alatt – mégpedig úgy, hogy 10¹⁰-en foton számít egy egységnek. Ez igazából egy fluxus érték (fotometriában egy teljes oszlop fényárama lenne az analóg mennyiség). A sarki fény fizikája szempontjából ez a fontos mennyiség, de közvetlenül nem adja meg, hogy milyen fényes a megfigyelhető jelenség. Ha foton számmal szeretnénk meghatározni az égbolt radianciáját, akkor a mennyiség az egységnyi felületre egységnyi térszögből egységnyi idő alatt érkező fotonok száma lesz. Az iménti speciális fotonfluxus és a radiancia között úgy kaphatunk összefüggést, ha feltételezzük, hogy a sarki fény jelenségben a fotonok izotrop módon (minden irányban azonos számba) távoznak és eltekintünk a légkör hatásától (elnyelés és szórás). Ebben az esetben az L radianciából számolható a rayleighben adott fluxus (Φ):

$$\Phi [R] = 4\pi \cdot 10^{-10} L [\text{foton/m}^2/\text{sr/s}]$$

Ez az összefüggés adja meg az alapját, hogy az aurora borealis fényességét (radianciáját) megadhatjuk rayleighben is – még akkor is, ha ez az egység igazából nem használható radiancia kifejezésére. A légkörfény és a sarki fény jellemzésére végül ez az egység terjedt el elsődlegesen, sűrűn használt a kR (1000 R) is.

Az átváltások szempontjából itt érdemes pár konkrét hullámhosszra koncentrálni – mivel a vizsgált jelenségkör azokat határozzák meg. Az elsődleges szereplők az oxigén 558 nm-es zöld sugárzása és a két közeli vörös vonala 630 és 636 nm-en. Ez a két szín jelen van a légkörfényben is és az aurorában is. A légkörfény esetében a nátrium narancs sugárzása lehet még jelentős, míg a sarki fény esetén a nitrogén és néha a hidrogén kék, illetve bíbor fénye. A sarki fény esetében használják még a „nemzetközi fényesség együtthatót” (IBC=International Brightness Coefficient), ami inkább csak tágabb határokat ad meg. IBC I: halvány, a Tejút fényéhez hasonló, a színek nem érzékelhetők; IBC II: a holdfény által megvilágított vékony cirrus felhőkhöz hasonló fényesség; IBC III: a

holdfényes gomolyfelhő; IBC IV: mint a telihold fénye, árnyékokot vet, nagyon ritka.

Hogy objektív módon miként vehetők össze ezek az értékek, közlünk egy összehasonlító táblázatot. A kR-ben kifejezett radiancia független a hullámhossztól, ott csak egy szám szerepel. Minden egyéb esetben az első szám az oxigén zöld, a második pedig a vörös sugárzásra utal. A kamera alapú dsu értékeknél az 558 nm-es vonalra a G, a 630+636 nm-es vonalakra az R csatornára vonatkozó értéket szerepeltetjük.

1. táblázat Az égbolt fénylésére használható mértékegységek összehasonlítása

- (1) Két érték szerepel, az első az oxigén zöld (558 nm), a második az oxigén vörös (630 és 636 nm) fénylése esetén érvényes.
- (2) Az utolsó sorban a normál égbolt spektrumát használtuk, csak egy érték szerepel, kivéve a dsu értékeket, melyeket mindkét szűrőre megadtunk.

Más esetekben a spektrum csak a spektrum ismeretében

IBC	L [kR]	L [mcd/m ²] ⁽¹⁾	L [μW/m ² /sr] ⁽¹⁾	dsu _G / dsu _R ⁽¹⁾
I	1	0,18 / 0,05	0,28 / 0,25	2,4 / 2,1
II	10	1,8 / 0,5	2,80 / 2,60	24 / 21
III	100	18 / 5	28 / 26	240 / 210
IV	1000	180 / 50	280 / 260	2400 / 2100
Normál égbolt ⁽²⁾	1	0,055	0,26	0,67 / 0,76

Összehasonlítóképpen érdemes megjegyezni, hogy a természetes, „alapállapotú” éjszakai égbolt fény-sűrűsége körülbelül 0,18 mcd/m² (2,2 dsu_G). A leghalványabb sarki fény is megduplázza az égbolt fény-sűrűségét.

3. A 2023. NOVEMBER 5-I SARKI FÉNY ÉS TANULSÁGAI

Hazánkból ritkán látható olyan erősségű sarki fény, mint amit 2023. november 5-én este láthattunk. Elég sokan megfigyelték, többen jelezték, hogy határozottan látszott a vörös szín. Volt, aki azt is jelezte, hogy árnyékokot vetett a jelenség. Szerencsére éppen akkor működött az egyik égbolt fényesség mérő, digitális fényképezőgépre alapuló kameránk is, ami lehetővé teszi, hogy számszerű adataink is legyenek. Ez azért is fontos, mert az esemény után gyorsan megjelentek a konteók, az összeesküvés-elméletek is. Ez utóbbinak alapját az adta, hogy előre bejelentve, éppen akkor zajlott az alaszakai HAARP kísérlet, ahol rádióhullámok segítségével mesterségesen hoztak létre légkörfényt. A kutatás célja éppen az aurora jobb megértése is. Az eredmény az lett, hogy többen arról posztoltak, hogy november 5-én nem is sarki fény volt, hanem egy „veszélyes kísérlet” bukott le éppen. Persze ez a kijelentés több sebből is vérzik. A sarki fény lehetőségét egy nagyobb napkitörés után előre jelezték, a részecskeáram megérkezett a Földünk környezetébe, ami az ilyenkor szokásos mágneses háborgásokat előidézte. Ennek már egyenes következménye volt egy látványos aurora jelenség.

A sarki fény létrehozásához szükséges energiáról a mérések alapján is tájékozódhatunk. A jelenség legfényesebb szakaszában kameránk L=350 dsu_R radianciát mért, ami az oxigén vörös vonalát feltételezve kb. 170 kR fényességnek felel meg. Ez a szám igazolja a sarki fény rendkívüli erősségét, hiszen bőven az IBC III kategóriába esett. Különösen ér-

dekes megnézni azt, hogy összesen mekkora teljesítményű fénysugárzás érkezett hozzánk a sarki fényből. A teljes égboltot lefedő mérésből felösszegezhetjük az egyes irányokból érkező fényt. Az eredmény $15 \mu\text{W}/\text{m}^2$, ami elsőre nem tűnik olyan soknak. Ha egy $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ -es területen gyűjtjük a fényt, akkor is csak 15 W teljesítményről van szó, amit ha az egész országra felszorozunk, $1,4 \text{ MW}$ fényt teljesítményről beszélhetünk. Ez a szám azért érdekes, mert a HAARP kísérlet rádiónyalábjának teljesítménye $3,6 \text{ MW}$. A folyamat fényszerűsítése rendkívül rossz, a mesterségesen létrehozott légkörfény teljesítménye attól jócskán elmarad. Az imént csak Magyarországra számoltunk, a szóban forgó jelenség teljes teljesítménye ennél nagyságrendnyivel nagyobb volt, a napból érkező részecskeáram teljesítménye pedig már GW-okban mérhető.

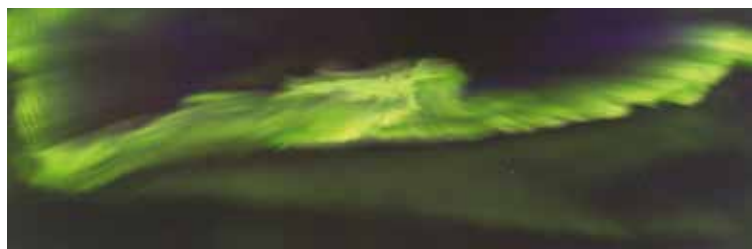


3. ábra „Az éj virágai” – 160 teljes színfokozott égbolt fotó együttese

Azért is különleges volt ez utóbbi sarki fény, mert egy másik fényjelenség is rögzíthető volt. Az igazán fényes időszakon kívül is kissé fényesebb maradt az ég hosszú időn keresztül. A fő „műsorral” magam is lemaradtam, de a másodlagos jelenséget még hosszan tudtam fotózni. Szabad szemmel ez már nem volt annyira látványos, éppen csak látszott egy kis derengés. A fényképek pedig határozottan mutatták a vörösebb területet. Ez a másodlagos jelenség valójában nem is sarki fény, hanem SAR-ív (SAR: Stable Auroral Red arc, azaz stabil aurorális vörös ív). A sarki fényvel együtt látható, de más a létrejöttének a mechanizmusa: nem a Napból érkező töltött részecskék, hanem a Föld körül állandóan meglévő köráram felerősödése van a háttérben. A 3. ábrán az egyik színre korrigált fotót mutatom. Itt látszik az égbolt valódi színe, ami a közhiedelemmel ellentétben nem kék, hanem barnás. A teljes vöröses fény nem is fért rá egy képre, annál sokkal hosszabb volt az ív látszó része. A radiancia a maximumhoz képest kb. tizedére csökkent, de még így is IBC II kategóriának számított.

4. RÁADÁS: MÉG EGY AURORA BOREALIS

A közelmúltban többünknek lehetőségünk volt egy, az itthonról láthatónál is látványosabb sarki fény sorozat megtekintéséhez. A Svédországban található Abisko Nemzeti Park az egyik olyan hely, ahol jó esélyeink vannak arra, hogy sarki fényt lássunk. Gyakorlatilag az aurora borealis minden sötét éjjelen ott van a terület felett – egy probléma van csak, hogy a felhők gyakorta eltakarják a látványt. Egy korábbi úton fellelkesülve, szeptember kö-



4. ábra Sarki fény az Abisko Nemzeti Parkból

zepén hat éjszakára északra utaztunk. Az igazán sötét időszak még rövid ilyenkor, viszont a nap-éj egyenlőségek idején a Föld mágneses tere és a napszél együtthata-sa sokkal kedvezőbb a sarki fény kitörések megfigyeléséhez. A közelmúltban a Nap szorgosan produkálta a koronaanyag-kidobódásokat; egyet szeptember 16-án. Óriási szerencsénk volt: a mágneses vihar éppen akkor csúcso-sodott ki, amikor az egyetlen igazán derült éjszakánk volt. A 4. ábrán látható felvétel szeptember 18-án, a csillagászati szürkületben készült. A kamera színre kalibrált: a kép megjelenésében nagyon közeli a valódi színekhez, amit akkor érzékelnénk, ha a szemünk képes lenne ilyen kevés fény esetén is a színlátásra. A zöld színt, ami az oxigén sugárzása, a valóságban is sikerült érzékelni. A többi szín az oxigén vörös és a nitrogén kék sugárzásának az együtteseként jelenik meg. Mivel itt a zöld szín a jellemző, számszerűen az 558 nm -es sugárzást vizsgálok meg. Ebben az esetben kissé 300 kR fölött volt a maximális radiancia (IBC III, $L=60 \text{ mcd}/\text{m}^2$).

5. ÖSSZEGZÉS

Beigazolódtott, hogy a digitális fényképezőgépek sokoldalúan használhatóak a csillagos égbolt minőségével kapcsolatos mérésekhez. Az elmúlt években összegyűlt adatok feldolgozása még folyamatban van – azokról egy későbbi írásban számolok majd be. Most kihasználtam az adódó lehetőséget, hogy a fotózott és kimért sarki fény jelenségeken keresztül mutassam be az égbolt méréséhez használt mértékegységeket és azok kapcsolatát.

A Nap aktivitása folyamatosan növekszik a várhatóan 2024-ben bekövetkező maximumig. Érdemes figyelemmel kísérni azokat a honlapokat, amelyek előrejelzéseket közölnek az aurora borealis várható előfordulásáról. Az aktivitással együtt egy halványabb jelenség, a légkörfény intenzitása is folyamatosan növekszik. Folytatjuk a méréseket, hogy pontosan figyelemmel kísérjük a természetes égbolt változásait.

Irodalomjegyzék

- [1] Kolláth, Z. Száz, D., Kolláth, K., Tong, K.P.: Égboltminőség-felmérés a természeti védett területeken, Elektrotechnika, 113:20, 2020
- [2] Kolláth, Z., Kolláth, K., Kolláth F.: Az éjszakai égbolt színei, Elektrotechnika, 113:16, 2020
- [3] Kolláth, Z.: Tanulmányok a fényszennyezés mérése kapcsán, Elektrotechnika, 115:16, 2023



Dr. Kolláth Zoltán

fizikus, csillagász, tanszékvezető egyetemi tanár
Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, TTK, Fizika
Tanszék
MEE-VTT-tag
zkollath@gmail.com

Bodor Péter Aladár

Nyitott kérdések a közvilágítás tervezési gyakorlatában

Cikkemben a közvilágítás tervezése során felmerülő egyes kérdésköröket taglalom, egyúttal felvázolok lehetséges megoldásokat vagy további mérlegelésük szükségességét. Mint praktizáló közvilágítás-tervező mérnök, elsősorban budapesti útvilágítások LED-es korszerűsítésével foglalkozom – ebből kifolyólag jelen cikk is ezirányú témakörökben vizsgálódik, hangsúlyt helyezve az általános műszaki szabványosság és a Budapesti Világítási Mesterterv, mint kötelező erejű dokumentum, alkalmazásának alapelvei közt mutatkozó egyes eltérésekre.

A ma hatályos MSZ EN 13201 szabványsorozat elődjei néhány olyan kérdéskört is lefedtek (pl. íves útszakaszok, adaptáció, fedett közforgalmú létesítmények), amelyekre jelenleg nem vonatkozik szabványszintű utalás, ajánlás. Ezek közül egyesek még ma is jó gyakorlatként használhatók. A Budapest Világítási Mesterterv (BVMT) a fővárosi közvilágítási közszolgáltatási szerződés mellékletét képezi, előírásainak betartása a közvilágítási létesítmények üzembe vételének feltétele. A BVMT jellemzően a szabványra hivatkozik, de kötelező jellegéért cserébe egyes meghatározott esetekben engedelményeket is tesz, illetve rugalmasságot biztosít ahhoz képest. A gyakorlatban előállnak olyan helyzetek, amelyekre az előírás egyrészt nem ad iránymutatást, így a konkrét megoldás a mindenkori tervezői felelősségre van bízva, másrészt a szabályozással lefedett helyzetekben is meghagyja annak lehetőségét, hogy a tervező azzal összhangban lévő, de bizonyos tekintetben jobb megoldást választhasson. De természetesen vannak esetek, ahol a vonatkozó előírások valós feltételekhez igazítása indokolt lehet, különös tekintettel a világítótest- és az alkalmazástechnológia gyors fejlődésére.

VILÁGÍTÁSI OSZTÁLYBA SOROLÁS ÉS TÜLMÉRETEZÉS

Úttestek világítási osztályba sorolása kapcsán – legyen szó akár új világítás tervezéséről, akár az új létesítményhez csatlakozó meglévő út osztályának megállapításáról – a cikkíró gyakorlati tapasztalatai széles körben igazolják, hogy a besorolás egyértelműbb eredményre vezet, ha a szabvány szerinti egész súlyozási értékeket (fuzzy logika jelleggel) félértékekkel gazdagítjuk – anélkül, hogy a szabvány szerinti besorolás alapeszméjén vagy sarkpontjain változtatnánk. A besorolás eredménye jellemzően jó összhangot mutat a mérnöki gyakorlatból következő tervezői intuícióval, továbbá legtöbb esetben az adott útra korábban már megvalósított és bevált útosztállyal. Ily módon a meglévő rendszer lehetséges kiegészítő elemei:

Forgalomnagyságra:

- -0,5 az út kapacitásának 10...15%-át kitevő mértékadó forgalom esetén
- +0,5 az út kapacitásának 30...50%-át kitevő mértékadó forgalom esetén

Forgalom-összetételre:

- +1,5 amennyiben van járda, de gyér forgalomnál úttesten gyaloglók jelenléte fokozott
- -1,5 amennyiben kerékpárral behajtani tilos (de más, gépjárművékenél szintén kisebb sebességű járművel nem) és van párhuzamos kerékpárút – de nem gyorsforgalmi útról van szó

Úttestelválasztásra:

- +0,5 viszonylag keskeny elválasztósvá, nem küszöböli ki a szembejövők kápráztatását

Csomópontsűrűsége:

- +0,5 ha összességében „nagy”, de elsőbbségadási kötelezettség vagy forgalomirányítás csak „közepes” sűrűségben adódik

Parkoló járművekre:

- +0,5 jelenlétük engedélyezett, de minden időszakban legfeljebb szórványos

Környezeti fénysűrűsége:

- +0,5 belvárosi, utcafrontos beépítésű övezet, de kevés zavaró mértékű idegen fénnel
- -0,5 kertvárosi, előkertes övezet

A világítási osztály indexszámát VWS felfelé kerekítésével kaphatjuk. De működhet úgy is, ha megtartjuk a tört végösszeget, és annak megfelelően két klasszikus „egész” osztály közé méretezzük a világítást. Ez – felkerekített VWS-hez képest – nagyjából mintegy 10% energiamegtakarítást, és sok esetben a kapcsolódó utak világítása között finomabban beállítható összhangot eredményez.

Ide kívánczik, hogy utak világítási osztályba sorolását számos egyéb tényező befolyásolja, különösen is az úthossz menti, illetve területi szintű egységesség, szisztematikusság, továbbá a kapcsolódó forgalmi létesítmények közti világítási összhang.

A BVMT az útvilágítási osztályok tekintetében az MSZ EN 13201 szabványsorozat használatára hivatkozik (amelly kifejezetten megengedi „megfelelőbb súlyozási értékek” használatát), azonban – különösen a külső kerületek esetén – szigorú (+10%-os) korlát alá szorítja a túlméretezhetőséget. Utóbbi annyiból jogos is, hogy amely (egész vagy félértékű) osztályt már meghatároztuk, ahhoz a világítási berendezések tervezésekor tartuk is magunkat. Azonban a szabványos fénysűrűségi, ill. megvilágítási követelményérték-sorok – kerekesebb mérőszámok érdekében, lásd 5-7,5-10-15- stb. – már eleve $\pm 6\%$ -kal eltérnek az idealizált mértani számsortól. Ehhez hozzáadódnak a méretezési mintaterületek és a többé-kevésbé egyedi adott-ságú valós lámpaközök eltérései. A szervezhetőbb javítás és felújítás szintén az alkalmazott típusváltozatok változékonyságának mérséklése irányában hat. A gyakorlati életben a felültervezési korlátnak – ahol ez szabályozás alá esik – a jobb betarthatóság érdekében e sorok írója szerint sehol nem kellene +20% alattinak lennie. A felültervezési tartomány 10-ről 20%-ra bővítése látszólag mintegy 5% energiafelhasználás-növekedést okozna, ha a tartomány középértékének növekedését tekintjük; azonban azt is látnunk kell, hogy egy szabályozás életszerűbbé tétele épp-hogy inkább annak betartása irányában hat.

Fentiek révén így kerülhet egymással jobb egyensúlyba a félértékekkel is operáló útvilágítási besorolás, valamint a túlméretezés valós feltételeknek megfelelőbb korlátozása.

Nyírázóövezetekre jellemző különösen, hogy az úton a mértékadó forgalom (csúcsóraforgalom) nyári nappalokon valósul meg, a sötét napszakok során előforduló mértékadó forgalomnagyság (nyáron késő este, illetve időnyen kívül) alacsonyabb szintre méretezést is lehetővé tehet.

Szabályozott vagy vezérelt üzemenet esetén a világítási osztály dinamikusan adaptálható a mindenkori körülményekhez. E cikkben csak kitekintésként utalok rá, hogy adaptív világítás esetén messzemenő következményei lehetnek a jövőbeni szabványalkotásra (világítási osztályokhoz tartozó követelményszintek újraértékelésére), hogy a méretezés alapjául szolgáló mértékadó forgalom csak késő őszi-téli esteken-reggeleken, azaz a teljes világítási üzemidő egészen kis töredékében áll fenn – minden egyéb feltétel (pl. beszerzési és energiaköltségek) változatlanlansága mellett ez a társadalmi ráfordítás és haszon optimumának eltolódását eredményezi a nem adaptív üzemenetéhez képest.

EGYENLETESÉG ÉS ADAPTÁCIÓ

Noha BM osztályokban a BVMT a megvilágításnak csak középértékére ad előírást, egyenletességére nem, de egy lokálisan kedvezőtlenebb adottságú, pl. az útra jellemzőnél hosszabb egyedi lámpaközben éppen ez alapján lehet(ne) értelmezni a világítás minőségét (mivel eme lokális zónákra fényterhelést nem számolunk). E sötétebb zónákban megvilágítási egyenletesség értelmezése során akkor járunk el helyesen, ha a megvilágítás minimumát az út egy, a vezető szempontjából számításba vett nagyobb szakaszán fennálló jellemző megvilágítási átlagértékhez viszonyítjuk, nem pedig a csak az éppen vizsgált lámpaközben fennálló átlaghoz (amely utóbbi amúgy is kisebb, mint az máshol).

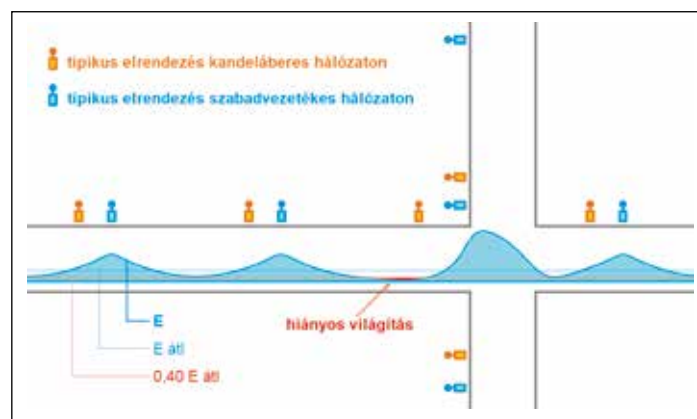
Az egyenletesség követelménye különös szerepet kap kiterjedt létesítmények (pl. felüljáró) úttestre vetülő árnyékaik esetén. Az éles kontúrú, egyúttal kontrasztos árnyékok keresztirányban felbontott úttestnek, hosszirányban sávellhúzásnak tűnhetnek a rosszabb éjszakai látású és helyzetfelismerő képességű vezetők részére, ami téves manővert válthat ki. Ez különösen matt útfelületekre igaz – kifényesedett felületen a távolabbi fények tükröződése messziről, lapos szögből nézve jobban árulkodik, hogy csak árnyékról van szó.

A BVMT kötelezővényei a szabványhoz képest engedményeket is tesznek az egyenletességek terén, de csak fennálló hálózati okokra hivatkozva (ennek ismerhető el pl. lámpahely telepítési helyének kötöttsége vagy meglévő világítási berendezések elrendezési adottsága). Valójában M1-M3-as utakon csak lokális esetekben (egyedi lámpaközökben) látszik helyesnek ezen engedménnyel élni, de konfliktusterületeken (átkelő, kereszteződés stb., ahol fokozottabb figyelem igényelt) még ott sem. Ugyanakkor M4-M6-os utcákon – egyes esetekben – még sorfolytonosan is helye lehet ezen engedmény használatának, illetve használati körének kibővítése javasolható arra az esetre, ha faszor lombozatával való kölcsönös zavartatás legjobban így kerülhető el. Cikkíró szubjektív tapasztalata, hogy sokkal kedvezőbb egy hullámos, ámde alig beárnyékolt világítás (még 0,2 körüli egyenetlenséggel is), mint egy papíron ugyan szabványos, de lomboktól számottevően takarva. Kialakult fasorok esetén mindez messzemenőig fontos, hiszen a világítás szabványosítása (út menti lámpaoszlopok magasabbra váltásával) a fák egyszeri, ámde olyan mértékű visszavágását jelentené, amelyet a legtöbb fafaj nem tolerál. Új lakóutcai beruházások, egyidejűleg tervezett fa- és lámpasorok esetén is helye lehet ezen engedménynek, amennyiben a telepítési környezetre jellemző általános helyszíne más kialakítást gyakorlatilag nem tenne lehetővé – bár ilyenkor az osztás sűrítésének lehetőségét kell elsősorban vizsgálni.

Az adaptáció témája – talán mivel annyira összetett, hogy általános recept nem adható rá – a jelenlegi szabályozásban

már nem szerepel, ennek ellenére indokolt szem előtt tartani ott, ahol a forgalomban egyenesen haladó jármű számára az út világítása többszortálynyival csökken.

Kereszteződésben bekanyarodó járművezetők számára – a kanyarvétel időigénye során – az adaptáció többnyire automatikusan teljesül, még ha akár 3-4 osztállyal eltérő is a két út világítása. Van azonban egy általános eset, ahol ezt vizsgálni kell, és ez az adaptáción kívül az egyenletesség témaköréhez is kapcsolódik. Szabadvezetéki hálózatokon jellemzően az utcasarkon van – mindkét utca villamos hálózatát tartó – oszlop. A mellékutca felé korábban tipikusan nem telepítettek világítótestet. Viszont LED-es sarki lámpa irányítottabb fénye (út menti ingatlanok felé szándékoltnan is általánosan korlátozott fényárama) mellett ez már kevésbé tartható.



1. ábra Keresztező utak világítási problémái

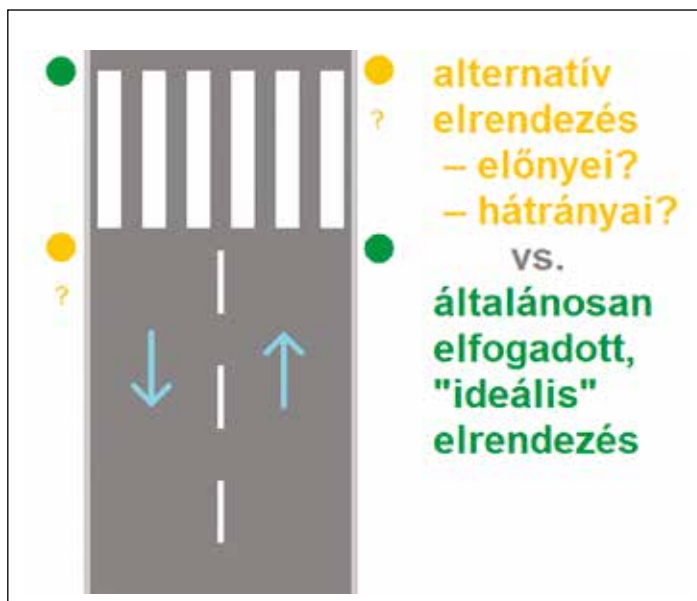
Az ábra a szabadvezetéki hálózat oszlopkaros lámpái által azon utca mentén megvalósuló megvilágítást vázolja, amelyik felé nem telepítettek sarki lámpát. Látható, hogy az úton kialakuló (a pirossal jelzett területtel arányos) fényáramhiány jellemzően sokszorta kisebb, mint egy darab lámpa által az útra leadott fényáram (amely utóbbi a görbe alatti kék terület lámpánkénti részével arányos). Ez azt sugallja, mintha ennyi hiány kipótlásáért nem érné meg további lámpa telepítése. De valójában azon a helyen a viszonylag kevés fény is számottevő hozzáadékkal javítja a világítás minőségét (nagy határhaszonnal rendelkezik). A járművezető látása itt áll adaptáció alatt, figyelme megosztott, mozgását eleve meghatározza, miként haladhat tovább a keresztező járművek részére való elsőbbségadást követően. És emellett még itt, a mellékutca közepén csatonghat egy gyalogos, aki hirtelen nem tudja, melyik oldalra húzódjon a bekanyarodó autó elöl. A cikk írójának meglátása szerint, amennyiben a két kereszteződő út M világítási osztálya indexszámainak összege legfeljebb 7 (pl. M2 és M5, vagy M3 és M4), az esetben már mindenképp indokolható a mellékutca felé is világítótest létesítése.

GYALOGÁTKELŐK BIZTONSÁGOS KIEMELÉSE

Közlekedésbiztonsági körökben is szakmai vita tárgya, hogy a zebra világításnak a gyalogosátkelő vagy az átkelő gyalogos észrevetése-e a fő feladata – más megközelítésben: csak teremts-e meg a jó látás feltételeit, vagy legyen-e (és mennyire) figyelmet előre felhívó szerepe is.

A gyalogos pozitív kontrasztú kiemelése általános gyakorlat. Új létesítéseknél a BVMT előírja az arra való törekvést is, hogy a pozitív kontrasztot adó (a járművezető részére a zebra

rától innen eső) világítótestek a menetirányú sávhoz közelebbi útszélen legyenek. Praktikus felmerül a kérdés, szükség esetén milyen láthatóságot képesek biztosítani a zebrától innen, de a menetirány szerinti túlsó útszélen elhelyezett lámpák. A zebrán külön vizsgálendő a létrehozható pozitív kontraszt, a gyalogos láthatósága. Amennyiben a vertikális világítást adó lámpa ily módon távolabb található, a vertikális megvilágítás számértéke szükségszerűen kisebb lesz. Ugyanakkor egy féloldalasabb világítás még jobb formálóhatású, ami viszont segítheti is a járókelő észlelését. Figyelembe vehető az is, hogy a gyalogos „telibe” világításában az autofényszóró is közreműködik. Marginálisan az is előny, hogy a gyalogos földre vetülő árnyéka is feltűnőbb lehet a vezető részére, mintha az épp a gyalogos takarásában lenne. Továbbá a tartóoszlop sem takarja el a jobb oldalról az útra lelépni kívánó gyalogost. Az eltérő elrendezéseket – látási teljesítmény, illetve baleseti statisztika alapján – összehasonlító kutatások eddigi eredményeire nagy szükségük van a gyalogátkelő-világítások tervezőinek.



2. ábra Gyalogátkelőhely világítási elrendezési lehetőségei

Az átkelőhely kiemelését illetően a szabályozások alapvetően az út M osztályánál eggyel nagyobb (azaz eggyel kisebb indexű) C osztályra tartanak számot. Amennyiben az útpálya világítási adottsága olyan, hogy a kellő fényssűrűség eléréséhez a megvilágítás nagyobb, mint amit az M osztállyal azonos indexű C osztály megkövetel, és még némi felültervezés is van, az esetben az átkelőnek még nem lesz semmilyen kiemelése. Legfeljebb sötétebb sem lesz, mint az út. Különös jelentőségű ez, ha a zebra világításának szabványos kiépítése az avult, egyelőre megmaradó útvilágítás mellett történik, így tervezője nem lát rá, később mi fog létesülni majd az útpályán. Jó gyakorlat lehet a határozott túlméretezés, bár ennek is van egy határa. Sokszoros túlméretezés káprázási és adaptációs gondokat okoz az úton az átkelő megközelítésekor, illetve elhagyásakor. Kétségteljesen van olyan gyakorlati eset, ahol M3 igény szintű, de jelenleg M6-nak sem megfelelő világítású úton kell megoldani a kijelölt gyalogátkelőhely világítását. Ilyen esetben legalább az átkelő szűkebb környezetében indokolt lehet egyúttal az útvilágítást is szabványosítani, adaptációs zóna jelleggel.

Szabványos útvilágítás megléte vagy a zebrával egyidejű korszerűsítése esetén, a zebrát az úttest tényleges meg-

világításához képest indokolt kiemeltetni. Nincs még arra nézvést szakmai konszenzus, hányszorosa legyen, ill. hányszorosa lehet ez a kiemelés, illetve hogyan függjön a kiemelés mértéke az út (szabványos) megvilágításától. Nagyobb világítási osztályú utakon elegendő-e kisebb arányú kiemelés? Szabványosan világított utakon látásunk a mezopos tartományban működik, csap- és pálcikalátásunk előnyös és hátrányos tulajdonságai egyaránt jelentkeznek, és változnak a világítás mértéke szerint. Ha a megvilágítás (és így a fényssűrűség) nagyobb, az esetben kontrasztérzékenységünk már kisebb lesz, de ezt bőven ellensúlyozhatja, hogy látási teljesítményünk sokkal nagyobb. Tény, hogy nappali viszonyok között nincs kiemelés, de nem is kell – még egy árnyékfedte zebrán (tízszáz-hússzor kisebb megvilágítás a közvetlen napfényhez képest!) is hasonló biztonsággal észleljük az ottlévő személyt (bár a fotopos [világosban] látás nagyon-nagyon messze áll az éjszaka legjobban megvilágított zebráétól is). Tervezési gyakorlatunk során szokványos célkitűzésünk – az előírtakon túl –, hogy a zebrán átlagosan legalább 10 luxszal több valósuljon meg, mint a folyópályán. De korábbi szakirodalomban talákoztunk már négyszeres túlemelésre vonatkozó iránymutatással is.

Egymáshoz közeli gyalogátkelők közti vizuális egyensúly megteremtése is fontos része a körültekintő tervezésnek. Amennyiben az egyenesen haladó jármű menetirányában kb. 50..100 méteren belül több egymást követő zebra van, ezek megvilágítása közt kerülendő, hogy egy világítási osztályköznél nagyobb eltérés adódjék. Számolnunk kell ugyanis nemcsak a vezető fiziológiai, de pszichológiai adaptációs idejével is: ha néhány másodperces ún. lélektani jelenjén belül egy erősebb ingert egy hasonló, de gyengébb követ, azt jóval könnyebben hagyja figyelmen kívül. Szintén lényeges, hogy útkereszteződésnél az alárendelt utat keresztező zebra átlagos megvilágítása érje el a védett út pályájának átlagos megvilágítását (de inkább afelett legyen), de lehetőleg ne haladja meg a védett utat keresztező zebráét. Mindezek akkor egy csomópontot, de nem öleli azt fel egységes egészében; egyúttal rávilágít arra, miért lehet helyes egy kereszteződést, csomópontot egységben kezelni világítástervezés során.

ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkemben keresztmetszetét kívántam adni eddigi saját – tervezői, konzulensi – gyakorlatunkban az útvilágítások minőségi megtervezése során felmerülő, az előírásokon túlmutató hangsúlyoknak. A vázoltak egy része felfogható mint bevált gyakorlat, „best practice”, esetleges későbbi szakmai ajánlás egyik kiindulópontjaként, amely azonban még megvitatásra tart számot világítástervezők, közlekedésbiztonsági szakemberek szélesebb körével. Más részük egyértelműen, mint nyitott kérdés fogalmazható meg, amelyekre a vonatkozó eddigi szakirányú kutatások eredményeinek feldolgozása, illetve további kutatások adhatnak választ.



Bodor Péter Aladár

okl. gépészmérnök,
épületenergetikai szakmérnök
bodor.peter.aladar@gmail.com

Zebravilágítás a gyakorlatban

KIS ZEBRATÖRTÉNET

Ókori rómaiak

Már az ókori görögök is... Így kezdődik minden valamirevaló technikaitörténeti írás. Nos a zebra, ha nem is görög, de római találmány. A hétköznapi néven zebrának hívott dolog (ha épp nem az afrikai szafarik egyik főszereplőjéről van szó), az ún. kijelölt gyalogos-átkelőhelyet jelenti. Márpedig a kijelölt gyalogátkelőhelyek már ie. 2000 környékén épültek a római birodalomban, ugyanis az utcák úrszelvénye a nagyobb városokban hasonlított a mai modern európai utcákéhoz: a házak szintjében szegéllyel kiemelt járdák közt elhelyezkedő út. Mivel az úttest volt a legmélyebben, csatornaként is szolgált, nagyobb esők alkalmával pedig megtelt vízzel. Az átkelést a kijelölt helyeken a járdák magasságába színezett köveken lehetett megtenni, melyeket úgy helyeztek el, hogy a kocsik kerekei (melyek a birodalomban „szabványos” nyomtávúak voltak) elférjenek a kövek közt, tehát az úttest szintjéből kiemelt gyalogátkelőhely a lovas kocsik közlekedését nem akadályozta.



1. ábra Római út és gyalogos átkelő Pompei-ben [01]

Britek

Az eső írásos emlék az újkori gyalogátkelőhelyről 1868-ból a londoni Bridge Street-i, mely egy rendőr által működtetett jelzés volt, mely egy oszlopra szerelt gázlámpa fényét zöld és piros üveggel szűrte. Fontos kiemelni, hogy ez nem csak figyelemfelhívó jelzés volt, hanem kifejezetten elsőbbséget biztosított a gyalogosoknak. Sajnos, a lámpa később felrobbant, megsebesítve a rendőrt, ezért ez a megoldás ebben a formában nem terjedt el.

Mivel az 1900-as évektől kezdve Európa egyik legmotorizáltabb városa London volt, itt jöttek létre az első kísérletek a gyalogátkelőhelyek kijelölésére is. A kijelölt gyalogátkelőhelyet kék-sárga

táblán C betű (pedestrian Crossing) jelezte, az úttestre pedig vékony halszállkás vonalakkal festették fel a zebrát. 1934-ben vezették be az ún. Belisha-fényt (Leslie Hore-Belisha közlekedési miniszterről elnevezve), mely egy sárga figyelmeztető lámpatest az út két oldalán, közvetlenül a gyalogátkelőhely előtt, mely sötétben messziről jelezte a gyalogátkelőhelyet az autósoknak. Annyira eredményes volt az első néhány darab kihelyezése, hogy utána öt év alatt 34 000 db került telepítésre. Az útburkolati jel és a Belisha-fény ekkor még nem feltétlen együtt jelent meg, külön-külön is alkalmazták ezeket, viszont mindkettő elsőbbséget biztosított a gyalogosoknak. Később, a '40-es években többféle útburkolati jellel is kísérleteztek, pontvonallal, színes sávokkal, mígnem 1949-ben a Kensington Roadon tűnt fel az első olyan kísérleti csíkos zebra, mely a ma ismert széles fekete-fehér sávokat ábrázolta. [02]

Kontinentális Európa

A motorizáció a kontinentális Európában is rohamosan terjedt. Budapest is élen járt ebben, 1928-ban már kb. 13 ezer gépjármű rótt a főváros utcáit és több mint 1500 gázolós baleset történt (közelítőleg 4 db/nap!). A kontinentális szabályok szerint az úttesten mindig a járműnek volt elsőbbsége, ezért a kor városvezetői a megoldást a gyalogosok szigorú büntetésében látták, illetve olyan kijelölt gyalogos-átkelőhelyek létesítésében, amelyek „terelik” a gyalogosokat. Fontos leszögezni, hogy itt sem volt a gyalogosnak elsőbbsége, a gyalogátkelők kijelölésével csupán az volt a cél, hogy ne összevissza keljenek át az úton, hanem csak bizonyos, a járművezetők által jól felismerhető helyeken. Az első útburkolati jellel (pontvonallal határolt terület) kijelölt átkelőhely 1928.11.13-án az akkori Nemzeti Színház épülete előtt készült el a Rákóczi út és Nagykörút kereszteződésében. A pontvonalas „zebrák” egészen az 50-es évekig a budapesti utcakép részei voltak. [02]

Európában a II. világháború utáni járműforgalom növekedésével párhuzamosan jelentek meg az ide vonatkozó jogi normák. 1949-ben a Genfi Nemzetközi Közúti Közlekedési Egyezmény definiálta a „kijelölt gyalogátkelőhely” fogalmát. A briteknél már alkalmazott széles fekete-fehér sávos zebra 1952-ben jelent meg először Münchenben, majd 1953-ban bekerült a német KRESZ-be is. 1957-ben a Genfi Útjelzésekre vonatkozó európai Egyezmény ezt kiegészítette a csíkozás arányainak és a zebrához tartozó figyelemfelhívó tábla piktogramjának rögzítésével. Fontos kiemelni, hogy ekkor a zebrán még mindig a gépjárműnek volt elsőbbsége!

A kijelölt gyalogátkelőhelyen a gyalogosok elsőbbségi helyzetének rögzítése először 1964-ben a német KRESZ-ben jelent meg, majd 1968-ban a Bécsi Közúti Közlekedési Egyezmény tette ezt Európában általánossá.

A változásokat hazánkban jelentős késéssel követték: az első nem pontvonalas zebra olyan csíkozású volt, mint ma a forgalomtól elzárt terület, 1957-ben az Andrássy úton (akkor Népköztársaság útja) létesítették. A széles fekete-fehér sávos zebrákat csak mintegy 15 év késéssel, a '60-as évek végétől vezették be Magyarországon, a gyalogos elsőbbségi helyzetének rögzítése pedig csak az 1975-ben érvénybe léptetett KRESZ-ben jelent meg először.

A ZEBRA MINT KONFLIKTUSTERÜLET

KRESZ

A KRESZ már önmagában is ellentmondásos, hiszen azzal együtt, hogy rögzíti a zebrán a gyalogosok elsőbbségét, nem fogalmaz teljesen egyértelműen. Bár a jogi gyakorlatban jellemzően a körülményektől függetlenül a gyalogosnak adnak



2. ábra Belisha-fény Londonban [02]

igazat, nem véletlen és nem indokolatlan, hogy a KRESZ a gyalogosokra is kötelezettséget ró és felelősséget hárít. Az ominózus 21. § így rendelkezik:

- (6) A gyalogos az úttestre akkor léphet, ha meggyőződött annak veszélytelenségéről.
- (7) A kijelölt gyalogos átkelőhelyen áthaladó gyalogosnak a járművekkel szemben elsőbbsége van. [03]

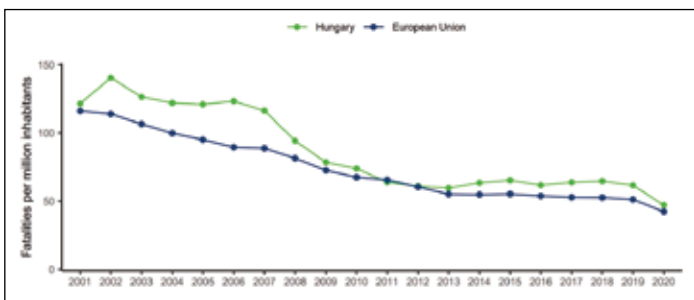
A gyalogosok sokszor takarásból váratlanul jelennek meg a zebrán, esetleg a zebra mellett elsétálva és hirtelen megfordulva az utolsó pillanatban lépnek le az úttestre. Előfordul, hogy fel sem néznek a mobiltelefonból átkelés közben, illetve olyan is, hogy 1-1 gyalogosnak megtévesztő a viselkedése, pl. sokáig áll a járda szélén, majd mire mindenki más átkelt a zebrán, hirtelen ő is elindul, az induló járműforgalommal egy időben.

Bár a KRESZ egyértelmű abban, hogy a zebrát a járművezetőnek úgy kell megközelíteni, hogy minden esetben meg tudjon állni, a megtévesztő vagy nem együttműködő gyalogosok súlyos veszélyhelyzetet tudnak előidézni. Ezért rendelkezik úgy, hogy a gyalogosnak csak akkor szabad lelépni az úttestre, ha azt biztonságosan megteheti.

A zebra éppen ezért ún. konfliktusterület, ahol a különböző, sebességükben és sérülékenységükben nagyban eltérő szereplők találkozhatnak. A zebra minden esetben konfliktusterület, de nem minden konfliktusterület zebra. Más konfliktusterületek pl. a kerékpár-átvezetés, nyitott kerékpársáv vagy például egy egyszerű útkereszteződés (ahol a kanyarodó járművel szemben szintén elsőbbsége van a gyalogosnak).

Balesetek

Az EU-ban 2021-ben közel 1 millió sérüléssel közlekedési baleset történt, ebből 19 917 haláleset, a halálos balesetekből pedig 4600 (21%) halálos gyalogosgázolás volt [04]. A magyar adatok is megdöbbentőek, ugyanakkor arányaiban nagyon hasonlóak az EU-adatokhoz: 549 fő halt meg közlekedési balesetben, melyből 24% volt gyalogos gázolás. Az EU-ban 45, Mo.-n 56 elhunyt jutott egymillió lakosra, és ez a szám nagyjából azonos az elmúlt évtized minden évében. A lakosságszámhoz viszonyított adatok közelítőleg az EU-átlagot hozzák, de a gyalogosgázolások aránya is hasonló. Tehát EU-átlaghoz képest nem rossz a magyarországi helyzet.



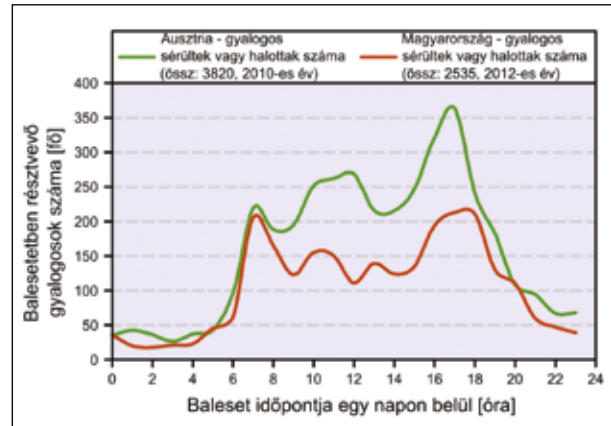
3. ábra Halálos balesetek számának alakulása 2001–2020 közt Magyarországon és az EU-ban [04]

Ami talán megdöbbentőbb, az a hazai gyalogos gázolások és a zebrák viszonya [05]:

- A gyalogos gázolások helye kb. 30%-ban a zebra
- A zebrás gyalogos gázolások oka kb. 50%-ban a hirtelen lelépés
- A zebrás gyalogos gázolások kb. 25%-a súlyos sérülés, kb. 5%-a halálos
- A gázolások túlnyomó többsége 6–20h közt történik
- Az esti csúcsgyaloglásban elütöttek száma kiugró

A grafikonból és a statisztikákból látszik, hogy a zebrán történt gyalogos gázolások közt is kiugróan sok az alkonyat

környékén és a kora esti csúcsgyaloglás időszakban történt eset. Felmerül a kérdés, hogy a világítás vajon elégséges-e a zebrákon, lehet-e javítani a gyalogosok láthatóságát az esti időszakban?



4. ábra Gyalogost érintő balesetek megoszlása napszakok szerint Ausztriában és Magyarországon [05]

ELŐÍRÁSOK

Jogszabályok

Kevés a közvilágítás és a zebrát egyszerre érintő jogszabály, egyértelmű útmutatás nincs. A 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet az utak forgalomrendezéséről és a közúti jelzések elhelyezéséről megfogalmazás szerint zebra ott jelölhető ki, ahol 50 m-ről felismerhető a gyalogos (vö. EN 13201-2: ahol 60 m-nél kisebb felismerési távolság), valamint közvilágítás létesült [15]. Ennél többet nem határoz meg ez a rendelet. Az Útügyi Műszaki Előírás ÚT2-1.201:2008 még szűkszavúbban fogalmaz: „Belterületi közutakon az útostálynak és a környezetnek megfelelő közvilágításról kell gondoskodni.” [06]

(MSZ) EN 13201-2 közvilágítási szabvány – elvárt értékek

Az MSZ EN 13201-2:2016 (Útvilágítás 2. rész: A világítási jellemzők követelményei) szabvány tartalmazza a közvilágítás elvárt értékeit. A zebra mint fogalom nincs külön nevesítve, nem vonatkoznak rá specifikus előírások, egyszerűen csak egy a lehetséges konfliktusterületek közül. A konfliktusterületekre a C útostályok vonatkoznak. A C osztályokkal kapcsolatban az 5. pont megjegyzi: „gépjárművezetők és egyéb úthasználók részére”, melyek a gyalogosok is lehetnek, továbbá a 3. megjegyzésben megjelenik a következő kitétel: „a látótávolságok 60 m-nél kisebbek, és amikor több megfigyelési helyzet adódik”, valamint „a C osztályok egyidejűleg a konfliktusterületen lévő más úthasználók szempontjából is használhatók”. Az utalásokból lehet következtetni arra, hogy a zebra mindegyiknek megfelel, tehát egyértelműen a C osztályok vonatkoznak rá. Ugyanakkor sajnálatos, hogy – az egyik leggyakoribb baleseti helyszín ellenére – nincs nevesítve a zebra és nem tartalmaz a szabvány zebrára jellemző sajátos követelményeket és megvilágítás mérési metodikát. [07]

A szabvány egyoldalú B melléklete szól a zebrákról, de ez csupán tájékoztató jellegű. „Néhány országban léteznek olyan nemzeti szabványok...” – kezdi a melléklet, de Magyarországon nincs külön nemzeti szabvány a zebrákról. Ami ezután következik, az néhány ajánlás a zebravilágítás tervezéséhez:

- normál közvilágítás esetén legyen minél nagyobb negatív kontraszt
- kiemelő világítás létesítése esetén legyen pozitív kontraszt, a gyalogosok közvetlen megvilágításával

- kiemelő világítás létesítése esetén a világítótestek mindkét oldalon, a zebra előtt, az érkező forgalom sávja mellett legyenek
- aszimmetrikus világítótestek alkalmazandók
- a vertikális megvilágítás legyen számottevően nagyobb, mint a horizontális
- a kiemelés járdaszélen álló gyalogos világítására is vonatkozik

Osztály	Horizontális megvilágítás	
	\bar{E} [legkisebb karbantartási érték] lx	U_0 [legalább]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

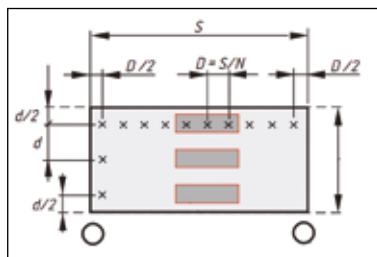
5. ábra Az MSZ EN 13201-2 szerinti elvárt megvilágítási és egyenletességi értékek a konfliktusterületeken [07]

(MSZ) EN 13201-4 közvilágítási szabvány – mérések

Az MSZ EN 13201-2:2016 (Útvilágítás 4. rész: A világítási jellemzők mérési módszerei) szabvány részletesen foglalkozik a mérési eljárásokkal, eszközökkel, körülményekkel és értékeléssel. A zebra mérése technikai kivitelezését tekintve nem különbözik más, közvilágítással ellátott terület megvilágítás mérésétől, mégis, emeljük ki azokat a legfontosabb részeket, amelyek a zebra mérésénél relevánsak.

A horizontális megvilágítás méréséhez az érzékelő mérési síkja az útburkolat síkjában, illetve attól legfeljebb 200 mm magasban lehet. Ha a fénypontmagasság kisebb mint 8 m, akkor ez a magasság legfeljebb 50 mm. Érdemes a műszert vagy a mérőfejet kardáncsuklós támasztékra helyezni annak érdekében, hogy mindig vízszintes síkban tudjunk mérni. Fontos, hogy a mérő személy ne vessen árnyékot egyetlen világítótestet fényét tekintve sem. Mivel a távolabbi világítótestek gyengébb, néha nehezen észrevehető árnyékot adnak, ráadásul a mérő személy mozgásával ezek intenzitása is folyamatosan változik, ez szinte minden lépésnél körületekintést igényel. Ennek könnyebb kivitelezhetősége érdekében az érzékelőt érdemes egy hosszabb tartórúdra helyezni, valamint vezeték nélküli kapcsolatot létesíteni a mérőfej és a műszer/kijelző közt.

A mérési pontok tekintetében a szabvány hivatkozik a MSZ EN 13201-3 kötetre, amely az úttest egy forgalmi sávjában kijelölendő mérőpontok helyét határozza meg. Az ábrán látható, hogy 3 oszlopban, egymástól d , sáv szélétől $d/2$ távolságra vannak a pontok, oszloponként $N \geq 10$ db, de legalább annyi, hogy a pontok közt $D \leq 3$ m távolság legyen. A szabvány ezt magyarázó ábrájára felrajzolva egy zebra látható a zebra mérése. [08]



6. ábra Az MSZ EN 13201-4 szerinti meghatározandó mérőpontok helyzete forgalmi sávonként, belerajzolva a zebra mint mérési tartományt [08]

A gyakorlatban mindig legalább 3 pontot kell mérni a zebra szélességében, ahol a zebra szélétől levő pontok a köztes osztásköz felére vannak (egyenletes osztásköz). A zebra melletti járdákon szintén kell 3-3 pontot mérni az útszegélytől 1 m távolságban. Ha zebra világítás tervezésnél külön számolták vagy a mérési utasításban előírták,

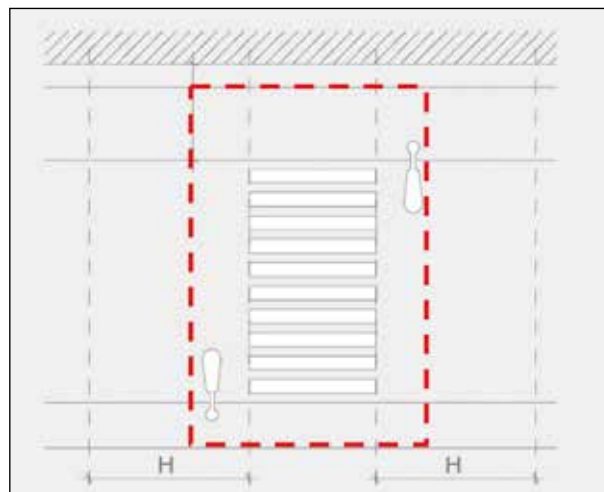
akkor vertikális és/vagy félcilindrikus megvilágítást is mérni kell. Mindkettőt a zebra tengelyében elhelyezkedő horizontális megvilágítás mérésére szolgáló pontok felett (ez öt pontot jelent), 1,5 m magasságban. A mérés az út tengelyével párhuzamosan, mindkét irányban (azaz a járművezetők szemszögéből érkező fényre) történik, a félcilindrikus megvilágítást speciális mérőfejjel mérve. Sajnos, sem a horizontális, sem a vertikális, ill. cilindrikus mérés módszere, mérőpontjainak meghatározása nincs meghatározva a szabványban.

Összefoglalásként elmondható, hogy az MSZ EN 13201-es szabványsorozat a zebra világítás előírása és ellenőrzése tekintetében még a kiegészítésekkel és megjegyzésekkel együtt sem egzakts. Hiányoznak a zebraval kapcsolatos – az általános konfliktusterülethez képest szűkebb, specifikusabb – meghatározások és előírások, mint pl. a vertikális világítás elvárt értékeinek meghatározása. Végül, de nem utolsósorban a mérési metodika sem egyértelmű, sőt hiányos, a szabványlapok között pedig oda-vissza utalgatások vannak, melyekből ki kellene találni egy jó megoldást a mérést végzőknek.

Budapesti Világítási Mesterterv

A zebraival kapcsolatos legelőremutatóbb szabályozást a Budapesti Világítási Mesterterv tartalmazza. Új, komplex fejlesztés, rekonstrukció vagy felújítás esetén a gyalogátkelőhely részének kell tekinteni a zebra előtt és után következő 1-1 m-es sávot az úttesten, valamint a zebra tengelyében a járda 1.5 m-es sávját. A megvilágítás számítását ki kell terjeszteni a vertikális megvilágításra a zebra tengelyében 2 m magasságban. A zebra területe konfliktusterület, amelyet BC0–BC5 közti világítási osztályokba lehet sorolni azzal, hogy a konfliktusterület legalább eggyel magasabb osztályba kerüljön, mint amit az adott út világítási osztályának megfelelő követelmény (BM1–BM6) előír az átlagos megvilágítási értékekre. Abban az esetben, ha a zebra területe nem került besorolásra konfliktusterületként (azaz nem tartozik hozzá előírt BC osztály), akkor a horizontális és vertikális átlagos megvilágítás értéke legalább másfelzerese legyen az adott út világítási osztályában meghatározott horizontális megvilágítás értéknek. [09]

Bár ez a szabályzás sokkal részletesebb, mint az EN 13201 szabványsorozaté általában, ez sem teljes, hiszen a mérőhálóra vonatkoztatva nem ad egyértelmű (főleg nem rajzos) utalást, illetve nem közöl elvárt vertikális megvilágítás értékeket. Mivel van egy utalás arra, hogy BC osztályba sorolás nélküli esetben az átlagos horizontális és vertikális megvilágítási értékekre az elvárás azonos, feltételezhető, hogy a Mesterterv



7. ábra A Budapesti Mesterterv ábrája a zebra mellett 1-1 m és a járdákon 1.5-1.5 m többlet tervezési terület magyarázatához [09]

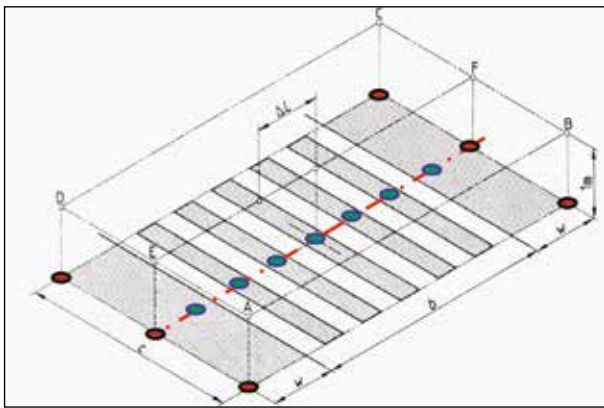
alkotói ezt általánosan elfogadottnak tekintették, így a BC osztályba sorolt zebrák esetén is ezekkel azonosnak kellene lenniük.

KÜLFÖLDI JÓ PÉLDÁK A ZEBRAVILÁGÍTÁS ELLENŐRZÉSÉRE

Németország

Németország mindig is élen járt a zebrák kialakításában, megvilágításában. Ma is számtalan helyen láthatunk kiemelő világitást, akár a zebrák mellé elhelyezett világítótestekkel, akár a zebra fölé helyezve kisnyomású nátrium fényforrásokkal. Utóbbi spektruma, azaz színe már távolról szemlélve is jól eltér a szokásos nagynyomású nátriumlámpa színétől, ezért hasonlóan figyelemfelkeltő, mint a briteknél a Belisha-fény.

A DIN 67523-2 német nemzeti szabvány rendelkezik a zebra világitás méréséről. A fentebb említett, horizontális mérésen kívül a vertikális megvilágítás mérési pontjait is előírja. A járdákon („várakozási zóna”, Waiting Area, WA) az útszegélytől 1 m-re, a zebra széleinél és középvonalaiban kell kijelölni 3-3 pontot, a zebra középvonalaiban pedig $\Delta l \leq 1$ m-enként, beleszámítva az útszegély pontjait is. A mérési magasság 1 m. A vertikális mérést valamennyi pontból mindkét forgalmi irányba el kell végezni. A német előírás viszonylag egyszerűen teljesíthető többletkövetelményeket tartalmaz. [10]



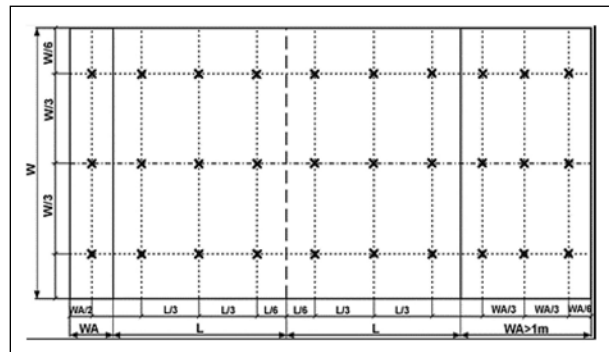
8. ábra A vertikális megvilágításmérés talppontjai kékkkel jelölve a zebra középvonalaiban, a német DIN 67523-2 szerint [10]

Csehország

A csehknél szabvány helyett minisztériumi előírás határozza meg a zebrák mérését. (Technické Kvalitativní Podmínky Staveb Pozemních Komunikací, Kapitola 15, Osvětlování Pozemních Komunikací, Dodatekč. 1—Přisvětlování Přečodů, 2015) Ennek alkalmazása kötelező, szemben a szabványokéval.

Az előírás szerint ajánlott a kiegészítő világítás létesítése, kivéve, ha a zebrán eleve minimum 50 lx horizontális megvilágítást ad az útvilágítás. A vertikális megvilágítás mérési pontjait a horizontális alapján határozza meg: minden horizontális pontban vertikálisat is mérni kell, mindkét forgalmi irányba. A zebra területén a horizontális pontok kijelölése azonos a fentebb említett EN 13201-4 alapján kikövetkeztethető mérőrácossal, de a járda területén némileg eltérő. Ha a járda („várakozási terület”, Waiting Area, WA) szélessége kisebb, mint 1 m, akkor a félszélességnél kell kijelölni a pontokat, ha szélesebb, akkor három sorban kell mérni, a sorközt az egyenletes elosztás szabályai szerint kijelölve. A mérési magasság 1 m. [11]

A vertikális megvilágítás elvárt értékeinek tekintetében részletesen szabályoz az előírás. A mérési pontok a jármű-



9. ábra A cseh előírás szerinti, vertikális és horizontális megvilágítás mérőpontjai felülnézetben [12]

vezető nézőpontjából három egymás mögötti függőleges síkban vannak, de a számított jellemzők tekintetében ezek nézési irányonként egybe számíthatók. Az egyenletesség $U_0 \geq 0.4$ minden esetben, az átlagos vertikális megvilágítás minimuma pedig az út horizontális megvilágításától és a mérendő zónától (zebra feletti pontok vagy járda feletti pontok) függően széles tartományban változnak. Érdekesség, hogy nemcsak a minimum, hanem az átlagos maximum értékek is előírtak.

A cseh előírás a mérés és az előírt értékek tekintetében is a legrészletesebb és legegységesebb, a számított értékek a legjobban reprezentálják a gyalogosok megvilágítottságát, kifejezetten ajánlott lenne a hazai szabályozásban is átvenni, ha valaha lesz erre itthon előírás.

Road Luminance L [cd/m ²]	Road Illuminance E [lx]	Average Vertical Illuminance E _v [lx]		
		Road [Minimum]	Waiting Area [Minimum]	Whole Area [Maximum]
1.5 ≤ L	50 ≤ E	Additional illumination is not required		
1 ≤ L < 1.5	30 ≤ E < 50	75	50	200
0.75 ≤ L < 1.0	20 ≤ E < 30	50	30	150
0.5 ≤ L < 0.75	10 ≤ E < 20	30	20	100
L < 0.5	E < 10	15	10	50

10. ábra A cseh előírás angol nyelvű változatának elvárt értékei a zebra horizontális és vertikális megvilágítására [12]

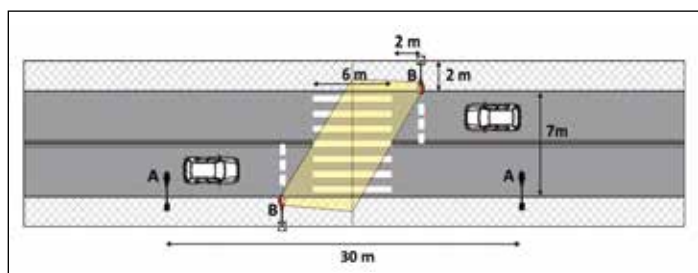
Lengyelország

Lengyelországban ajánlás létezik a zebrák világitására és mérésére. Az angol címe: „Guidelines for the organization of safe pedestrian crossings – Guidelines for correct lighting of pedestrian crossings”. A lengyel ajánlás a vertikális megvilágítás mérőpont-kiosztása tekintetében kissé a németre hasonlít, abban a tekintetben, hogy csak a zebra középvonalaiban követeli meg a mérést. A pontok osztástávolsága viszont teljesen egyedi: a zebra középvonalaiban a járdák legtávolabbi pontjai az ún. végpontok, és a végpontok közti távolság tizedének megfelelő távolságra kell ún. köztes pontokat felvenni, függetlenül a két végpont távolságától. Így minden zebrán 11 pontban kell mérni a vertikális síkot, 1 m magasságban. Szintén egyedi, hogy a horizontális megvilágítás pontjait nem a szokásos egyenletes osztásközzel rendeli kiosztani, hanem a zebra tengelyében és két szélén, három sorban, a zebra szélességétől függetlenül.

A megvilágítási követelmények az adott M vagy C útosztályhoz igazodnak. Az útosztályokat M esetén szomszédos 100-100 m szerint, C esetén a szomszédos 50-50 m szerint kell figyelembe venni. M1/C0 esetén nincs külön vertikális követelmény, ennél kisebb útosztályok esetén a horizontális és a vertikális megvilágítás minimum értékei azonosak, de a legmagasabbak az összes eddig ismertetett közül, pl. a városi környezetben gyakori C3 besorolás esetén, ahol a konfliktus-

terület megvilágítása min. 15 lx (ld. MSZ EN 13201-2), ott a zebrán minimum 50 lx horizontális és 50 lx vertikális kiemelő megvilágítást ír elő a lengyel ajánlás. Az egyenletességre horizontálisan $U_o \geq 0.4$, vertikálisan $U_o \geq 0.35$ a követelmény. [12]

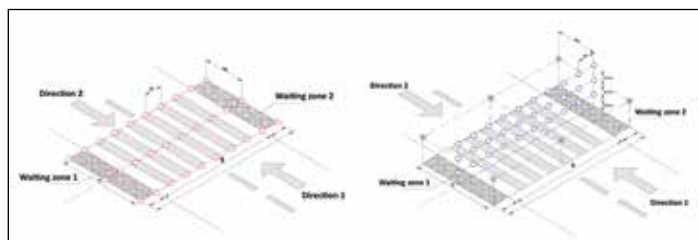
A lengyel ajánlás kiter a kiemelő világítótestek elhelyezésére is. A világítótesteket mindig a zebra helyzetéhez képest ajánlja elhelyezni, függetlenül attól, hogy a normál közvilágítási lámpatestek oszlopköze hogyan viszonyul a zebra helyzetéhez. A kiemelő világítótestek aszimmetrikusak legyenek, az oszlopot pedig mindkét oldalon a zebrától 2 m távolságban előtte, illetve 2 m mélységben az útszegély mögött javasolja elhelyezni, ez utóbbi célja az, hogy a kiemelő oszlop, mely minden esetben a zebra előtt van, ne takarja az éppen lelépő személyt. További követelmény, hogy a zebra előtti járdaterület min. 1 m-es sávját is bevilágítsa. [13]



11. ábra A lengyel ajánlás magyarázó ábrája a zebra kiemelő világítás oszlopainak elhelyezéséhez [13]

Szintén lengyel kutatók, Piotr Tomczuk és tsai fogalmaznak meg egy még komplexebb ajánlást egy 2019-es tudományos munkájukban. Ennek lényege, hogy a vertikális megvilágítás esetén a végpontok és köztes pontok mellett bevezet határoló pontokat is, melyek 1 m magasságban a teljes mérési terület sarkainál, illetve a sávelválasztó vonalon vannak. Ez egy 2x1 sávú úton 6 további pontot jelent. Ezen felül, a végpontok és a köztes pontok számát megháromszorozzák úgy, hogy az eredeti 1 m-es magassághoz képest 0.5 m és 1.5 m magasan is kijelölik azokat. [14]

Elmondható, hogy a fentiek közül a lengyel kutatók munkája a legelőreutatóbb és a lengyel követelmények a legszigorúbbak, bár azokat teljesíteni még a ma rendelkezésre álló eszközökkel sem könnyű.



12. ábra A lengyel ajánlás szerinti mérőpontok elhelyezésének módszere a horizontális (balra) és vertikális (jobbra) megvilágítás ellenőrzéséhez [14]

HAZAI TAPASZTALATOK

Vertikális megvilágítás zebrákon

A zebrákon a vertikális megvilágítás tervezésére és ellenőrzésére alapvető szükség lenne a hazai utakon is, de mivel a tervező semmilyen útmutatást vagy segítséget nem kap a hatályos szabványtól, ezért sem a tervezése, sem a mérése nem szokott előfordulni. Az MSZ EN 13201-2 közli ugyan az EV (vertikális megvilágítási) osztályokhoz tartozó elvárt értékeket, de a besorolást nem teszi kötelezővé, sőt, ezen osztályok

célja a szabvány megfogalmazása szerint olyan függőleges felületek megvilágítása, mint pl. többszintű útkereszteződési területek, ennél fogva a zebrán való használhatósága nem is egyértelmű. A korábban említett B melléklet a vertikális megvilágításról csak annyit említ, hogy az számottevően nagyobb legyen, mint az útvilágítás által az útpályán előállított horizontális érték.

Ennek ellenére néhány zebrán lemértem ezeket az értékeket és összehasonlítottam a mért horizontális értékekkel. Itt szeretném megjegyezni, hogy van egy téves elképzelés a vertikális megvilágítás mérési irányáról, mely valószínűleg abból ered, hogy a fénysűrűséget forgalmi sávonként mindig a vezető nézési irányából mérjük. Téves nézet, hogy emiatt a vertikális megvilágítást is csak az adott forgalmi sáv irányából kell mérni, azaz egy 2x1 sávú úton a zebra feléig az egyik irányban, a másik felén a másik irányban. A gépjárművezetőnek ugyanis a teljes zebrán és a járdák szélein is jól kell látnia az áthaladni kívánó vagy épp áthaladó gyalogosokat, a balról lelépőknek is elsőbbséget kell biztosítani. A gyalogosgázolásokban, az úttestre lelépő gyalogosok számát tekintve nagyobb részt a balról lelépő gyalogosok érintettek, mert abba az irányba a gépjárművezető kevésbé összpontosít. Tehát valamennyi vertikális mérési pontból mindkét forgalmi irányba kell mérni! Az átlag és egyenletesség számításának irányonként kell megtörténnie, hogy valós képet kaphassunk mindkét irányból érkező gépjárművek tekintetében a gyalogosok észlelhetőségéről.

A mért zebrák felett közvilágítás-rekonstrukció történt, de egyik esetben sem létesült kiemelő világítás, hanem csak a meglévő oszlopra és karra helyeztek új LED-es világítótestet a régi nagynyomású nátrium fényforrású helyett. A zebravilágítás-rekonstrukciót tervezték, mindegyik esetben megfeleltek a vízszintesen mért értékek a követelményeknek megvilágítási szint és egyenletesség szempontjából is, valamint közel álltak a tervezett értékekhez. Vertikális megvilágításra nem történt méretezés. Minden esetben az volt a tapasztalat, hogy a horizontális megvilágítási értékek jelentősen nőttek ugyan, de a vertikális értékek nem követték ezt az ütemet, így a vertikális és horizontális megvilágítás aránya romlott. Ez egyrészt a negatív kontrasztot erősíti, pedig tudvalevő, hogy a pozitív kontraszt jobban felismerhető. Bár a helyszínek túlnyomó része nem budapesti volt, az arány további csökkenése nem felel meg annak a Budapesti Mesterterv elvárásnak sem, hogy ez lehetőleg 1 körüli érték legyen.

Az arány romlása elsősorban annak tudható be, hogy aszimmetrikus világítótestekkel megvalósítandó kiemelő világítás híján elsősorban felülről és nem oldalról érkező fényt kapnak a zebrák, ezért csak a horizontális megvilágítás nő. Tovább csökkenti a vertikális rész arányát a LED-világítótestek precízebb fényeloszlása, mely kevesebb fényt juttat a környezetbe, ezáltal kevesebb lesz a szórt fény. Némileg az is közrejátszhatott, hogy a régi lámpatestek búrja pizkos és opálos volt, szemben az új világítótestekével, ez szintén csökkentette a szórt komponenszt.

A tapasztalat az, hogy a még viszonylag jó vertikális megvilágítási hányaddal rendelkező helyszíneken is jelentősen



13. ábra Egy jellemző zebra látványa LED-es világítás rekonstrukció előtt és után

#1 Na	E _{min}	E _{max}	E _{átl}	U ₀
Hor.	3.7	7.7	6.5	0.57
Vert K	1.0	5.0	4.0	0.24
Vert Ny	2.3	7.4	5.8	0.40
Ev(K)/Eh			0.6	
Ev(Ny)/Eh			0.9	

#1 LED	E _{min}	E _{max}	E _{átl}	U ₀
Hor.	14.3	30.6	23.7	0.61
Vert K	1.5	6.7	4.7	0.31
Vert Ny	9.6	15.4	13.3	0.72
Ev(K)/Eh			0.2	
Ev(Ny)/Eh			0.6	

14. ábra Egy jellemző zebra horizontális és vertikális megvilágítás értékei LED-es világítás rekonstrukció előtt és után. A LED esetén a horizontális és vertikális megvilágítási összetevő aránya feltűnően csökken

csökkenhet az arány a szabvány betűjét betartó tervezés esetén is. Átgondolt, odafigyelő tervezéssel, és mindenekelőtt a kiemelő világítások létesítésével ez a probléma orvosolható lenne.

VILÁGÍTÁSI HIBÁK ZEBRÁKON

Végül, de nem utolsósorban három olyan világítási hibára szeretném felhívni a figyelmet, melyek szintén kis odafigyeléssel megelőzhetők lennének.



15. ábra Rossz helyre elhelyezett kiemelő világítás táblaárnyéka a zebrán

Bár az egyik legjellemzőbb árnyék a lombárnyék (ami szinte minden utcában megfigyelhető, tessék gallyazni, gallyazni, gallyazni), sok helyen magát a zebrát jelző közlekedési tábla vet árnyékot a zebrára kilépő gyalogosra. Ez különösen veszélyes, az egyébként jól világított zebra környezetében egyetlen sötét foltta olvad össze a tábla árnyéka és a gyalogos, a járművezető szemszögéből feltűnésmentesen, hiszen a tábla árnyékát természetesnek veszi és nem számít arra, hogy lapul alatta valami más is. Találtam olyan (még Na lámpás) zebrát, ahol a tábla árnyéka még láthatósági ruhában is elrejtette a



16. ábra A táblaárnyék még egy láthatósági ruhában közlekedő gyalogos felismerhetőségét is szélsőségesen rontja

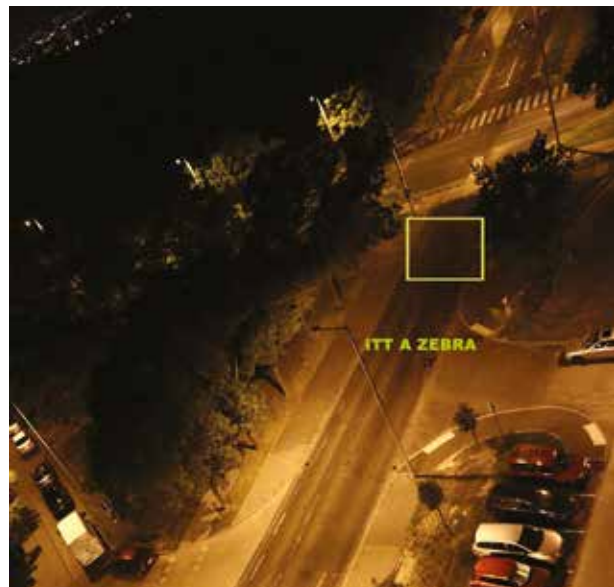
zebra szélén álló embert. Tervezés során érdemes lenne ezt az árnyékhatást figyelembe venni, hiszen új építésű, kiemelő világítással létesített zebra esetén is volt rá példa, hogy pont a tábla okozott jelentős árnyékot.

Szintén több helyen talákoztam kis fénypontmagasságú ($h < 6$ m) kiemelő világítással. Ezek már a legkeskenyebb, 2×1 sávós úttesten is a szabványnál kisebb egyenletességűre torzítják az – egyébként megfelelő – közvilágítást, „tervezetelen” túlvilágítva a zebra egyik felét és viszonylag sötétben tartva a másikat. A sötét részen kifejezetten nehéz felismerni egy sötét ruhás gyalogost, mert a világos területekre adaptálódik a szem, ezen kívül a közlekedés valamennyi szereplőjét kápráztatja, így kiemelő fényként akár többet árthat, mint használ.



17. ábra Alacsony fénypontmagasságú kiemelő világítás egyenletlensége és kápráztató hatása

További hiba lehet a felszerelési, beállítási hiba. Sok helyen előfordul, hogy a világítótest nem vízszintes, hanem az oszlopkar tengelyében elcsavarodott pozíciójú, így az általa bevilágítandó szakasz egyik fele túlvilágított lesz, a másik alulvilágított. Ez a hiba káprázást is eredményez, a sötét helyeken pedig nem jól láthatóak a gyalogosok. A felszerelés ellenőrzésével orvosolható lenne.



18. ábra Pontatlanul szerelt világítótest pont a zebrára nem világít

ÖSSZEFOGLALÁS

Az európai és a magyar statisztikák szerint is a gyalogosgázolások 30%-a zebrán történik, sok az esti csúcsidőszak alatt, szürkületkor és sötétedés után. A zebrák a MSZ EN 13201 közvilágítási szabványsorozat útmutatásai szerint konfliktus-

területnek minősülnek, melyekre horizontális megvilágítási és egyenletességi követelmények vonatkoznak. A szabvány útmutatásai ebben a vonatkozásban elégségesek, de a mérési pontok kijelölését tekintve nem elég részletesek, valamint hiányzik a zebrák esetén rendkívül fontos vertikális megvilágítás mérésére vonatkozó metodika és elvárt értékek. A környező országokban van jó gyakorlat a zebrák világításának részletes méretezésére és ellenőrző mérésére, nemzeti szabványok, ajánlások vagy jogszabályok formájában, melyekből számos elem átvehető lenne, ehhez hazai szabvány, útmutató, ajánlás kidolgozása szükséges. A közvilágítási LED korszerűsítések során kiemelt figyelmet kellene fordítani a vertikális megvilágításra, a korszerű LED-es világítótestekkel jellemzően arányban rosszabb értékeket kapunk, mint a régi Na lámpatestekkel. A korszerűsítések során kiemelő világítás létesítésével kellene javítani a zebrák világítását minden olyan helyen, ahol ez megoldható. Kerülni kell a jellemző tervezési hibákat: a közlekedési táblák árnyékhatásai, kis fénypontmagasságú világítótestek káprázási hatása és egyenetlen világítása, valamint a világítótestek felszerelésénél a beállítási hibákat.

Irodalomjegyzék

- [01] **Schuro:** A zebra átkelőhely őse (https://4444k.blog.hu/2018/10/23/a_zebra_atkelohely_ose, letöltés: 2023-10-13)
- [02] **Gégény István:** Amit a gyalogos-átkelőhelyekről tudni kell – 1. (<https://kozlekedesbiztonsag.kti.hu/amit-a-gyalogos-atkelohelyekrol-tudni-kell-1/>) letöltés: 2023.10.13.
- [03] 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól (KRESZ)
- [04] **Annelies Schoeters** (European Commission): National Road Safety Profile Hungary. (Brussels, European Commission, Directorate General for Transport. Version 2.0, February 21, 2023)
- [05] **Igazvölgyi Zsuzsanna:** Hazai gyalogosbaleset típusok elemzése és összehasonlítása korábbi vizsgálatokkal in: *Útügyi Lapok* (ISSN: 2064-0919) 2013, 1. évfolyam, 2. szám pp. 24-31.

- [06] *Útügyi Műszaki Előírás ÚT2-1.201:2008*
- [07] *MSZ EN 13201-2:2016 szabvány (Útvilágítás 2. rész: A világítási jellemzők követelményei)*
- [08] *MSZ EN 13201-4:2016 szabvány (Útvilágítás 4. rész: A világítási jellemzők mérési módszerei)*
- [09] *Bp Lighting Team: Budapest Világítási Mesterterv 2018. április (Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal, 2018)*
- [10] *DIN 67523-2:2010-06 Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung - Teil 2: Berechnung und Messung (német szabvány, 2010-06-01, <https://dx.doi.org/10.31030/1621910>)*
- [11] *Technické Kvalitativní Podmínky Stavěb Pozemních Komunikací, Kapitola 15, Osvětlování Pozemních Komunikací, Dodatekč. 1-Průsvětlování Přechodů, 2015*
- [12] **Zalesinska, M.; Wandachowicz, K.** On the Quality of Street Lighting in Pedestrian Crossings. *Energies* 2021, vol. 14, #7349. <https://doi.org/10.3390/en14217349>
- [13] **Sedziwy, A.; Kotulski, L.** Statistical Analysis of the Crosswalk Lighting Design Correctness. *Appl. Sci.* 2022, 12, 8951. <https://doi.org/10.3390/app12188951>
- [14] **Piotr Tomczuk, Kazimierz Jamroz, Tomasz Mackun, Marcin Chrzanowicz:** Lighting requirements for pedestrian crossings – positive contrast. *MATEC Web of Conferences* vol. 262, #05015 (Scientific Conference of the Committee for Civil Engineering of the Polish Academy of Sciences and the Science Committee of the Polish Association of Civil Engineers doi.org/10.1051/mateconf/201926205015)
- [15] 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet az utak forgalomszabályozásáról és a közúti jelzések elhelyezéséről



Nádás József

okl. mérnöktanár, villamosmérnök, világítás-technikai szakmérnök
Óbudai Egyetem
MEE-VTT-tag
nadas@nadas.net

HÍREK

Éjszakai Táj Technológia

A világítás kapcsán egyre nagyobb hangsúlyt kap az állatok, növények és emberek jólétének megőrzése, a káprázást okozó megvilágítás és a fényszennyezés csökkentése, valamint a sötét égbolt kezdeményezés támogatása. A Lumileds a NightScape Technology (Éjszakai Táj Technológia) tervezése során pont erre összpontosított. Gyakorlatilag minden kültéri világítási megoldás, a tájvilágítástól a térvilágításig, jobb lesz a környezet számára, ha a kékfény-tartalom 2% alatt van. Tudományos vizsgálatok kimutatták, hogy a nagy kékfény-tartalom megzavarja az ember éjszakai cirkadián ritmusát, és kedvezőtlen hatással van az élővilágra, például a madarakra, rovarokra és teknősökre. Willem Sillevs-Smitt, a Lumileds üzlet fejlesztési igazgatója szerint „Túlságosan gyakran foglalkozunk azzal, hogy hogyan tudjuk a világítási megoldásainkat a rendelkezésre álló LED-ekhez igazítani. Ehelyett mi azt kérdezzük, hogyan tudunk megoldani egy adott világítási problémát. Mérnökeink és a tudósaink ezt a kihívást kapták, hogy olyan kiváló minőségű, kisebb kékesfénytartalmú fehér fényt hozzanak létre, amely javíthat a fényviszonyokon minden és mindenki számára.”

A NightScape technológia először a Lumileds LUXEON 3030 HE Plus és 5050 Square LED lámpákban lesz elérhető, amelyek színhőmérséklete 1900 K, kékfény-tartalma pedig mindössze 1,8% 400-500 nanométeres tartományban. Ezeket a kültéri

lámpákat világszerte széles körben használják kültéri világításra, beleértve az utcai, gyalogos, tájképi és hasonló alkalmazásokat.

A vadon élő állatok, például madarak, teknősök és még a rovarok is érzékenyek az éjszakai mesterséges fény hatásaira a vándorlás, a pázás és az éjszakai tevékenységek során. A kültéri világításra vonatkozó szabályokat most frissítik, hogy biztosítsák a vadon élő állatok védelmét. A Hawaii-szigeteken található MauiCounty például új rendeletet alkotott, amely 2023. július 1-jén lépett hatályba. Ez a rendelet előírja, hogy „Minden kültéri



világítótestnek, a fénycsövek kivételével, a rövid hullámhosszú fénytartalmat a fénytartalom 2%-ánál kevesebbre kell korlátozni”. A LED-eket a Lumileds NightScap technológiával használó kültéri világítótestek könnyen megfelelnek ennek a követelménynek. „Meggyőződésem, hogy a NightScap technológia az első olyan fényforrás, amely célzottan megoldja a fényszennyezés problémáját, és ugyanakkor jó minőségű, funkcionális világítást biztosít” – mondta Willem Sillevs-Smitt.

Bővebben: <https://lumileds.com/nightscape>

/Forrás: *LED Professional Review 2023. sept/oct #99/*

Antal Zoltán

Okos parkvilágítás Gödöllőn

A Budapesttől alig 30 kilométerre elhelyezkedő város gyakori úti célja a kirándulóknak és a biciklis túrázóknak a Grassalkovich-kastély és a Szent István Egyetem (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem) okán.

Idén az alsó kastélyparkon átvezető egyik közkedvelt útnak – amit a helybeliek Ferde sétánynak neveznek – az Ady Endre sétány és az Állomás út közötti szakasza új közvilágítást kapott. A projekt során nem csupán az oszlopok és a rajtuk elhelyezkedő lámpatestek cseréjére került sor, hanem Dinamikus Mozcásérzékelő Rendszerrel (HDMR) ellátott okos közvilágítási berendezések létesültek.

A sétányra telepített 35 darab Kilinda típusú kandeláber és világítótest mindegyikében helyett kapott a **HDMR-B vezeték nélküli okos mozgásérzékelős rendszer**, ami HDMR SL-Zhaga kültéri vezeték nélküli vezérlőből, valamint HDMR CS-Lite-Zhaga vezeték nélküli mozgásérzékelőből épül fel.

Ezeknek az eszközöknek köszönhetően a HDMR CMS felületükön keresztül távolról lehet beállítani, vezérelni és felügyelni a sétány közvilágítását.

A **HDMR Smart City** megoldással a következő főbb funkciók érhetőek el:

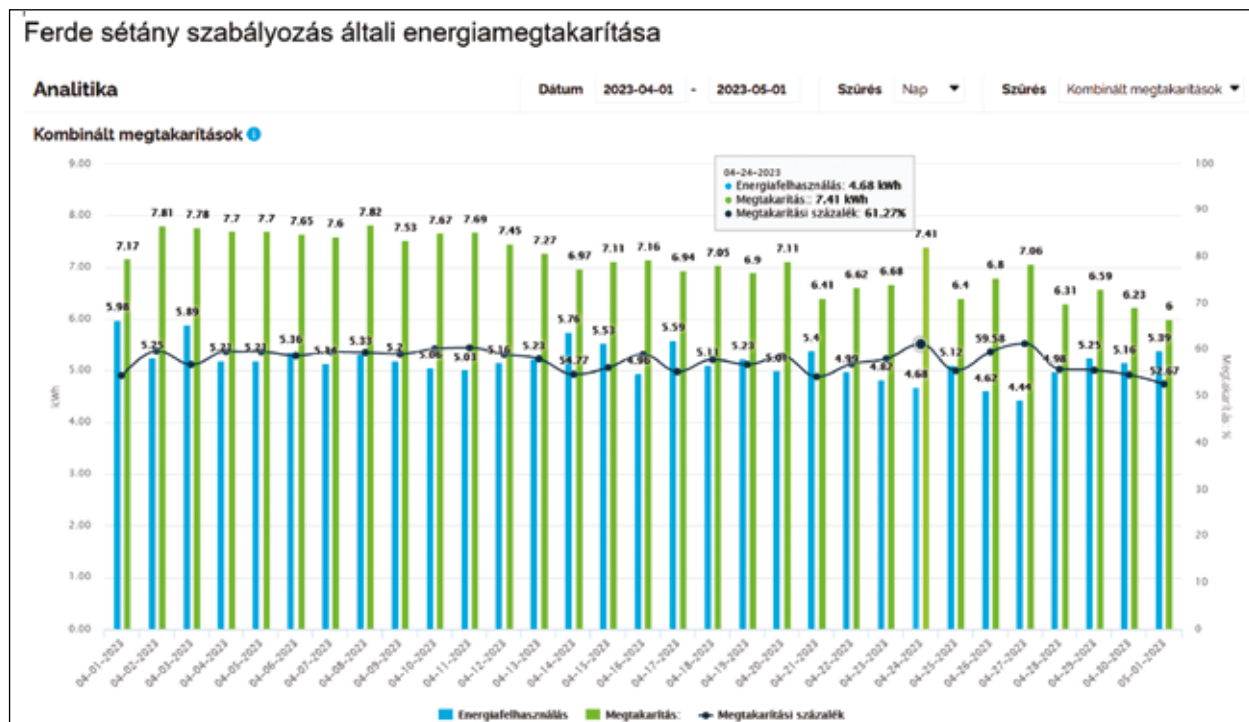
- felhasználóbarát webes felületen keresztül vezérelhető és igény szerint programozható és átprogramozható a teljes világítási rendszer,

- a világítótestek térképalapon jelennek meg a HDMR CMS felületen,
- folyamatosan monitorozhatóak a világítótestek,
- valós idejű adatokat nyerhetünk ki a működésről,
- egyedi világítási profilokat lehet létrehozni, csoportosan, vagy akár világítótestenként,
- adatbázis szinten minden adatot rögzíteni lehet a rendszerben, pl. világítótest pontos típusa, annak a működtető egysége, oszlop, oszlopkar típusa,
- meghibásodás esetén a rendszer jelzést küld az üzemeltetőnek,
- statisztikai adatok állnak rendelkezésre, aminek köszönhetően a rendszer grafikusán jeleníti meg a megtakarítási értékeket. (2. ábra)

Ez az okosmegoldás nemcsak az üzemeltetőt könnyíti meg, hanem jelentős energiamegtakarítást is lehetővé tesz. A **mozgásérzékelők**nek köszönhetően, amikor **nincs** a területen **mozgás**, akkor a rendszer **leszabályozza** a megadott szintre a megvilágítást (ez este 23 óráig 40%-os szintet jelent, 23 és 4 óra között pedig 20%-os szintet). Úgy érhető el energiamegtakarítás, hogy nem csökken a komfortérzet, mégis csökkentjük a környezeti terhelést, és **minimalizáljuk az élővilág megzavarását**. Ugyanakkor, ha **mozgás van**, mert pl. egy gyalogos vagy kerékpáros halad át a területen, akkor azt a HDMR rendszer érzékeli és azonnal **felszabályozza a világítást** a megadott szabványos értékre. (További megtakarítási lehetőség, hogy 23 h után a rendszer csak 80%-ra szabályoz fel, ha mozgást érzékel.) A vezeték nélküli kommunikációnak köszönhetően pedig nemcsak az az egy világítótest fog reagálni, ahol a mozgás érzékelhető, hanem az úgynevezett beállított „szomszédok” is, így a gyalogos vagy kerékpáros körül egyszerre több oszlop világítóteste is felszabályoz. Ennek köszönhetően, ahogy valaki halad előre az úton, előtte mindig több oszloppal már felszabályoz, mögötte pedig idővel (aminek az időtartama szintén beállítható) leszabályoz a vezérlés, ha nincs mozgás.

Általános		közepes közvetített rész	
Felhasznált számítási algoritmus		0.90	
Karbantartási tényező			
Mérési sávok			
1 Mérőszék			
	Megvilágítás	Számítás: mező: 715.03m x 241.4m (341 x 116 Pontok), Magasság = 0.00m	
Em	Emin	Uo	Ud
12.6 lx	3.20 lx	0.25	0.09
⇒ 10.0 lx	⇒ 2.00 lx		

1. ábra A tervezett berendezés tervezési adatai



2. ábra Energiamegtakarítási adatok



3. ábra A sétány este 23 h előtt

A telepített **Kilinda** kandeláberek közül négy további **smart funkciót** is kapott. Ezek az oszlopok azon túl, hogy éjszaka a közvilágítást szolgálják, egyben **padként és kerékpártárolóként is funkcionálnak**, le lehet ülni, megpihenni és leparkolni a kerékpárt. A padon kívül ez a négy oszlop kapott még **USB-töltőt** is, aminek a segítségével bárki szabadon feltöltheti a telefonját, tabletjét, vagy bármilyen USB-ről tölthető eszközét.



4. ábra Sok funkciós oszlop, sík lezárású lámpatest



5. ábra Turistaút, bicikliút



6. ábra Elágazás

Maguk a világítótестek síküveg lezárásúak, ami segít a fényszennyezés és a káprázás minimalizálásában. Mindegyik lámpatestben 2200 K színhőmérsékletű LED-ek kaptak helyet, ami azt jelenti, hogy kék összetevő alig van bennük. Összehasonlítva egy átlagos (normál) LED-es világítótéssel, nem zavarja az éjszakai élővilágot, minimalizálja az úgynevezett fénycsapdát a rovarok számára.



Antal Zoltán

okl. villamosmérnök

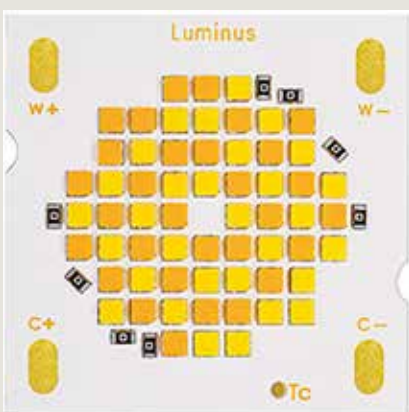
Cégvezető

VTT Felügyelő Bizottság elnöke

antal.zoltan1968@gmail.com

HÍREK

Hangolható LED-chipek



A Luminus a „Gen 2 CCT” hangolható COB (Chip-on-Bord) LED-ek bevezetésével bővítette portfólióját. Ezek a dinamikus COB-k irányított világításhoz is alkalmasak, két független csatornát tartalmaznak 90+ színvisszaadású meleg és hideg fehér színű, multi-stripe (többsávós) kialakítással a kiváló színkeveréshez és a nagy fényáram érdekében.

Az új dinamikus COB-okkal és szabványos másodlagos optikák alkalmazásával könnyen elérhető a 10 és 40 fok közötti sugárzási szög, így egyenletes színt és kiemelkedő fényminőséget biztosítanak. A 6500 K és 2700 K közötti változtatható színhőmérsékletnek és az egyenletes fehér fénynek <3 SDCM (Standard Deviation Color Matching) köszönhetően ezek a COB-k ideálisak mind kereskedelmi, mind lakossági alkalmazásokhoz (emberközpontú világítás, múzeumi és felső kategóriás kiskereskedelmi, vendéglátóhelyi, valamint cirkadián világítás).

Annak érdekében, hogy a Gen 1-ről a Gen 2 típusú LED-ekre való áttérés ügyfeleik számára zökkenőmentes legyen, a Luminus megtartotta a korábbi méretet a chipeknél.

További információ:

www.luminus.com/products/dynamic-cob/cct-tunable

Dr. Hantos Gusztáv

Karakterizáló és élettartam-vizsgáló mérőkörnyezet LED-ek számára

A teljesítmény LED-ek Delpi4LED típusú modellezéséhez szükséges kombinált elektromos, termikus és optikai karakterizálás jelenleg rendkívül időigényes folyamat. Ahhoz, hogy az eljárás elterjedt, akár de-facto ipari szabvánnyá válhasson, elengedhetetlenül szükséges a mérési idő drasztikus csökkentése. Ennek segítségével nemcsak a gyártótól megvásárolható LED-ek Ipar 4.0 stílusú digitális ikrei állíthatók elő, hanem az élettartam-vizsgálatok közben elvégzett karakterizálás a LED-ek eltelt élettartamtól is függő modelljének elkészítését is lehetővé teszi. A jelen cikkben ismertetett új LED karakterizáló berendezés elsődleges célja a Delpi4LED típusú modellezéséhez szükséges mérési idő legalább egy nagyságrenddel történő csökkentése.

The combined electrical, thermal and optical characterization required for the Delpi4LED type modelling of power LEDs is currently an extremely time-consuming process. In order to make the procedure be widespread or even become a de-facto industrial standard, it is absolutely necessary to drastically reduce the measurement time. With the help of this, the Industry 4.0-style digital twins of LEDs that can be created not only for the brand new LEDs just purchased from the manufacturer, but the characterization performed during the lifetime tests also enables the creation of the elapsed operation time dependent model of the LEDs. The primary goal of the new LED characterization equipment described in this article is to reduce the measurement time required for the Delpi4LED type modelling by at least one order of magnitude.

1. BEVEZETÉS

Az úgynevezett Ipar 4.0 szemléletű tervezés egyik legnagyobb előnye, hogy a virtuális munkatér segítségével a végső termék szinte már a tervezés megkezdésétől fogva prototípezhető. A holnap tervezőmérnökei akár a komplett lámpa, vagy akár a teljes világítási rendszer digitális modelljét összeállíthatják, majd precíz számítógépes szimulációk segítségével vizsgálhatják a tervezés alatt álló terméket a szimulált üzemi körülmények között.

Az Ipar 4.0 szemlélet egyik nem szívesen emlegetett, ámde annál fontosabb tartópillérjének alapja, hogy **alkalmas szimulációkat csak és kizárólag a rendszerelemek pontos és a vizsgálat szempontjából tökéletesen élethű modelljei segítségével lehet elvégezni**. Az ilyen modellek elkészítése nem kézenfekvő, jellemzően akár többszörösen is összetett feladat. Világítástechnikai alkalmazások során az ilyen modellek tipikusan legalább három fizikai tartományt is fel kell hogy öleljenek. A félvezető alapú fényforrások esetében az elektromos és a termikus paraméterek szinte elválaszthatatlanul függenek egymástól, illetve, a teljes kép elérése érdekében a természetes vagy kényszerkonvekciós hűtési megoldások CFD (Computational Fluid Dynamics) szimulációi mellett sokszor elengedhetetlen az optikai rendszerek fényút szintű modellezése is.

A komplex rendszerek modellezése és szimulációja természetesen soha nem egy lépésben történik. Az első lépés jellemzően az alapelemek egyedi jellemzése, amely során talán az egyik legfontosabb sarokkő a mérés **pontossága** és **megvalósíthatósága**. Egy pontatlan mérésből származó modell haszontalan, vagy akár káros is lehet, ugyanakkor semmivel sem lesz hasznosabb az a módszer sem, amelyet a gyártó cégek annak túlzott erőforrás- vagy időigénye miatt nem végeznek el.

2. ALAPKONCEPCIÓ

A jelen cikkünkben bemutatott új, nagy sebességű LED-karakterizáló műszeregyüttes célja kettős: az elsődleges cél a teljesítmény LED-ek teljes karakterizálásához szükséges mérési idő drasztikus csökkentése, emellett a másodlagos cél olyan műszerkörnyezet kialakítása, amelynek segítségével ezek a LED-mérések rugalmasan és egyszerűen beilleszthetők a különféle élettartam-vizsgálati eljárásokba is.

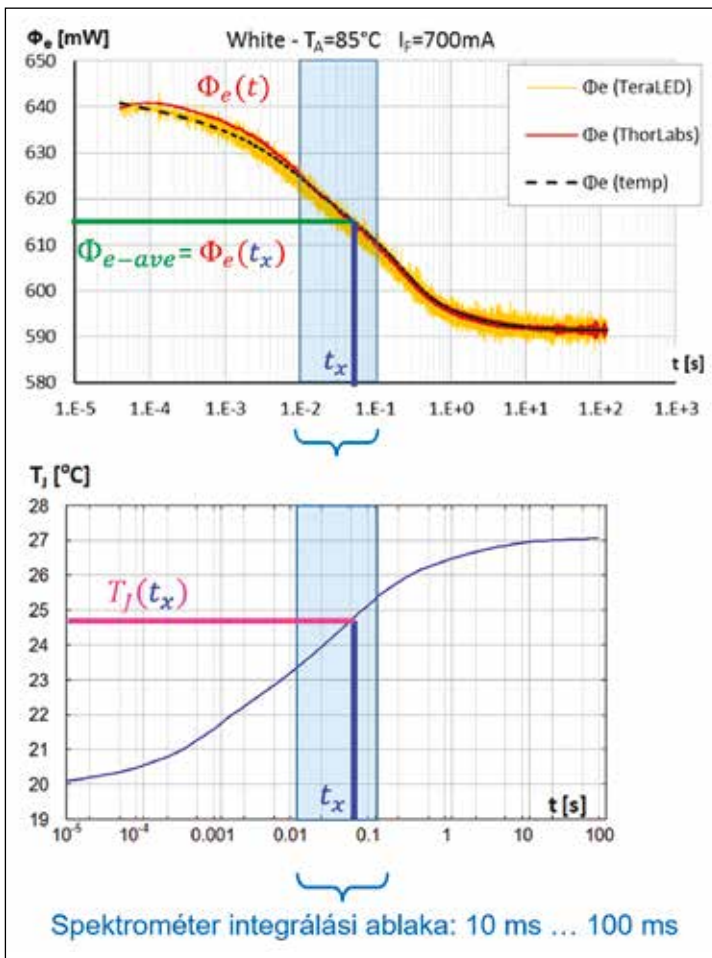
A fenti megközelítés egyik legkézenfekvőbb megoldását kínálja egy integráló gömb kombinálása egy, az IES LM-80-as [1] leírásnak megfelelő öregítő kamrával. Az alapelképzelés szerint a tesztelendő LED-ek hűszásával foglalnak helyet egy fém magvas nyomtatott huzalozású lemezen (MCPCB – Metal Core Printed Circuit Board). A környezeti hőmérséklet gyors megváltoztatása és ezáltal a mérések lehető leggyorsabban történő elvégzése érdekében a vizsgálandó LED-ekkel szerelt fém magvas nyomtatott huzalozású lemez közvetlenül az aktív hűtő/fűtő hideglemezre kerül. A hideglemez praktikus Peltier-alapú, amely gyors hőmérséklet-változást tesz lehetővé, miközben a lemez hőmérséklete a felület mentén egyenletes marad.

A hideglemez a szükséges mérések idejére szabadon csatlakoztatható az integráló gömb megfelelő portjára, míg az öregítés időtartama alatt az erre a célra kialakított öregítő kamrában foglal helyet. Ennek köszönhetően a mérőgömb speciális belső bevonatának és optikai elemeinek hosszú távú hőn tartásból fakadó esetleges károsodása, valamint az eszköz folyamatos foglaltsága is elkerülhető. A hangsúly tehát az elemek csereszabotosságán van, de az integráló gömböt nem használjuk termikus kamraként.

A sugárzott teljesítmény gyors, kb. 1 ms alatti rögzítését és emellett a spektrális teljesítményeloszlás (SPD – Spectral Power Distribution) mérését kettős optikai mérőrendszer teszi lehetővé, amelyet egy fotodióda és egy spektrométer együttesen alkotnak.

A spektrális teljesítményeloszlás stabil leolvasásához kb. 10...100 ms expozíciós idő szükséges, amely idő alatt a LED pn-átmenet hőmérséklete jelentősen is változhat. A sugárzott teljesítmény fotodiódával történő, impulzusszerű rögzítése a lapkahőmérséklet és a teljes sugárzott teljesítmény pillanatnyi értékének meghatározását, valamint a spektrométer által detektált spektrális teljesítményeloszlás görbe alatti terület (vagyis a sugárzott teljesítmény) szükség szerinti korrekcióját teszi lehetővé. A LED-karakterizálás optikai mérési idejét, ezzel együtt a rendszer áteresztőképességét a spektrométer integrálási időablaka határozza meg. A koncepciót az 1. ábra szemlélteti.

Az adatgyűjtési sebesség növelése érdekében a 20 mintát hordozó dedikált panelről a 4 vezetékes mérés egy speciális kapcsolóáramkör segítségével megy végbe. A gyors, pulzusszerű mérési eljárás során a fém magvas hordozólemez melegedése elhanyagolható, így a környezeti hőmérséklet szerint végzett mérések gyors egymásutánjában elvégezhetők, akár a mérendő LED-ek közötti automatizált multiplexálás segítségével.



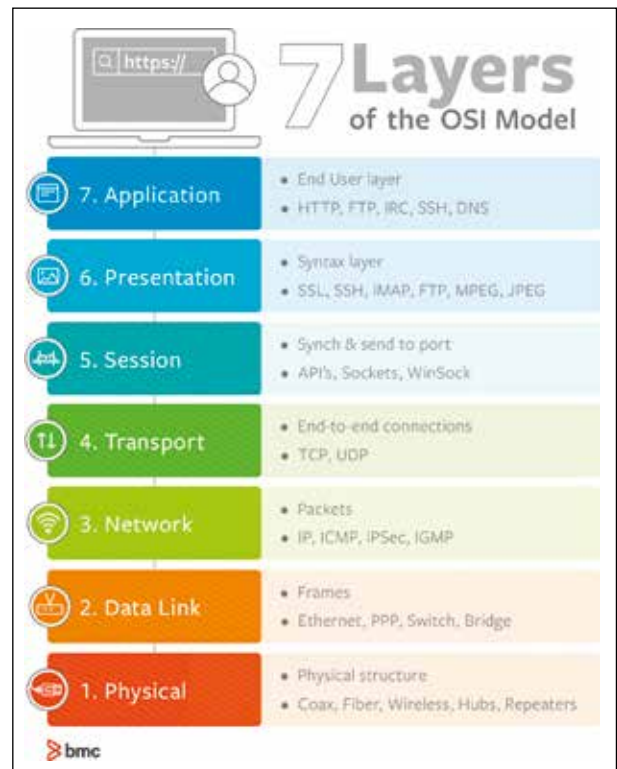
1. ábra A spektrométer jellemző integrálási időablakában érvényes pillanatnyi sugárzott teljesítmény (fent) és pn-átmenet hőmérséklet tranziensek (lent) összevetése; Φ_{e-ave} az átlagos sugárzott teljesítmény, $\Phi_e(t)$ a fotodióda által rögzített sugárzott teljesítmény tranziens, $T_j(t_x)$ a pn-átmenet hőmérséklet tranziens

3. SZOFTVERÖSSZETEVŐK

Az új mérőrendszer elsődleges célja a Delphi4LED-stílusú LED-modellezési folyamat [2] támogatása és felgyorsítása annak érdekében, hogy az eljárás ipari szabvánnyá válhasson. Az ehhez szükséges, a CIE 225:2017 műszaki leírásnak [3] és a JEDEC JESD 51-5x szabványcsaládnak [4]–[7] megfelelő tipikus teljesítmény-LED karakterizáció körülbelül 2...12 órát vesz igénybe. Az elsődleges cél tehát az, hogy az egy LED-re jutó mérési idő legalább egy nagyságrenddel csökkenjen.

Továbbá cél, hogy a gyorsított mérési eljárás reális időigény mellett kombinálható legyen a különböző LED-öregedési tesztekkel, amelynek segítségével a fent említett Delphi4LED-stílusú eljárás alkalmassá válhat az öregedés modellezésére.

Az új megközelítés a meglévő, de facto ipari szabványokon alapul, amelynek köszönhetően az ipari elfogadottság esélye a lehető legnagyobb. A kiválasztott hardverelemeket a nagymértékben testreszabható, harmadik féltől származó szoftver segítségével kerül összehangolásra annak érdekében, hogy azok egyetlen, nagy teljesítményű LED-tesztelési megoldást alkossanak. A fő hardverelemek különböző gyártóktól olyan mérőberendezései, amelyeket a szilárdtest világítástechnika ipar is széles körben használ. Az alkalmazás szintű hozzáférést ezekhez a mérőeszközökhöz egy IoT (Internet of Things) megközelítésen alapuló szoftverarchitektúra biztosítja, egyedi, alkalmazás szintű adatkommunikációs protokollal, amelyet



2. ábra A számítógépes hálózatok hétrétegű OSI modellje: 7. Alkalmazási réteg; 6. Megjelenítési réteg; 5. Viszonyréteg; 4. Szállítási réteg; 3. Hálózati réteg; 2. Adatkapcsolati réteg; 1. Fizikai réteg [8]

eszközspecifikus illesztőprogramok támogatnak. Annak biztosítására, hogy az ilyen heterogén komponenskészletekből álló mérőrendszer egyetlen virtuális eszköznek tűnjön a végfelhasználó számára, a mérést vezérlő szoftver többretegű architektúráját javasoljuk – a számítógépes hálózatok hétrétegű OSI modelljéből kölcsönözve (2. ábra).

Ebben a megközelítésben a legmagasabb szintű szoftverréteg a végfelhasználóval és az azt alkotó hardverkomponensekkel együttműködő alkalmazás. A hardverkomponensek az alkalmazás szintjéről köztes szoftverrétegeken keresztül érhetők el. A szoftver legalsó rétegét a hardvereszköz-specifikus kód képviseli, amely a tényleges mérési hardverrel (fizikai réteggel) és a már szabványos köztes szoftverréteggel kommunikál. Ily módon nagymértékben testreszabható mérési elrendezés érhető el, ahol a mérőhardver-osztályok (optikai és hőmérő eszközök, segédeszközök, például tápegységek, multiplexerek) különböző gyártóktól történő kiválasztása, vagy akár egyazon gyártó különböző típusú mérőhardvereinek beépítése egyaránt lehetővé válik.

A heterogén mérőrendszer összeillesztése természetesen nem igényel olyan mélységben strukturált szoftverarchitektúrát, mint az OSI-modell, de a jól elkülöníthető és elengedhetetlenül szükséges rétegek így is jelen vannak, úgy, mint a mérést vezérlő, magas szintű alkalmazás, az egyes mérőhardver-komponensekre jellemző eszközmeghajtók, valamint legalább egy olyan köztes szint, amely a kommunikáció vezérlését és a szükséges adatátvitelt valósítja meg.

A fentebb leírt összekötő szoftvert a SpinSplit Kft. adja, a spinoff cég nagymértékben testreszabható szoftvermegoldásainak segítségével. Az AI-TWILIGHT H2020 projekt [9] igényeinek megfelelően akár egy harmadik féltől származó szoftvermegoldás is létrehozható, amellyel a különböző, de facto ipari szabványnak megfelelő mérőeszközök egységes,

nagy áteresztőképességű LED-tesztelő megoldást alkothatnak.

A megvalósításhoz választott szoftvercsomag, a SpinSplit Kft. *Spinstudio* keretrendszere alkotja az alkalmazásszintű szoftver alapját, vagyis azt a felhasználói felületet, amely a különböző mérési feladatokat megfelelő sorrendbe állítja, míg az úgynevezett *Edge IoT platform* a közbenső kommunikációs csatolófelületként szolgál az alkalmazási szint és az egyes eszközmeghajtó szoftverek között.

4. HARDVERÖSSZETEVŐK

Aim-TTI CPX400DP egyenáramú kettős tápegység

A CPX400DP programozható kettős tápegység (3. ábra) biztosítja a LED-ek szükséges nyitóáramát az öregítés teszt közben. A LED-ek teszt közbeni karakterizálása során a kettős tápegység kimenete lekapcsolt állapotba kerül, a mérendő LED-ek munkaponti áramát pedig egy másik eszköz biztosítja.



3. ábra A CPX400DP tápegység előlapja [10]

Manson SSP-8160 DC tápegység

Az SSP-8160 tápegység (4. ábra) hajtja meg az integráló gömb szerves részét képező úgynevezett segédlámpát.



4. ábra Az SSP-8160 tápegység előlapja [11]

SIEMENS Simcenter T3STER SI Termikus Tranziens Teszter

A SIEMENS Simcenter T3STER SI (5. ábra) a klasszikus MicReD T3Ster termikus tranziens teszter legújabb verziója, amelyet LED-ek termikus vizsgálatára is széles körben alkalmaznak az iparban. A LED-karakterizáló rendszerbe építve a műszer feladata kettős, egyrészt a mérésre kiválasztott LED termikus tranziens tesztelését végzi, másrészt áramgenerátoros meghajtással biztosítja a LED-ek stabil munkapontját mind az elektromos, a termikus, mind pedig az optikai karakterizáció során.

A mérendő minta kiválasztását és az öregítéshez használt elektromos kapcsolás újrakonfigurálását külső hardvermodul végzi. Az öregítés során a LED-ek nyitóáramát szintén egy másik hardvermodul szolgáltatja.



5. ábra A SIEMENS SIMCENTER T3STER SI Termikus Tranziens Teszter előlapja [12]

GL Optic fotométere

A GL Optic cég fotométere (6. ábra) teszi lehetővé a nagy sebességű sugárzott teljesítmény (vagy teljes fényáram) méréseket. Az eszközhöz igény szerint egy alkalmas $V(\lambda)$ szűrő akár manuálisan is csatlakoztatható. A mért optikai paraméterek egyrészt a javasolt LED-modellezési eljárás közvetlen bemeneti adata(i)ként szolgálnak, másrészt pedig támogatják például a CAS140 (vagy más csatlakoztatott spektroradiométer) segítségével pulzusüzemben végzett spektrális teljesítményeloszlás méréseket.



6. ábra A GL Photometer előlapja [13]

CAS140CT spektrométer

A CAS140CT spektroradiométer (7. ábra) rögzíti a mérésre kiválasztott LED-minta spektrális teljesítményeloszlását minden szükséges munkapontban. A spektrális teljesítményeloszlás a LED-modellezés elsődleges bemeneti adata.



7. ábra A CAS140CT spektrométer [14]

GL Spectris 4.0 spektrométer

A rendszerhez javasolt másik spektroradiométer típus a szintén GL Optic készítésű Spectris 4.0 (8. ábra). A berendezés használható spektrális munkatartománya 200 nm-től kezdődik és 1050 nm-ig terjed, amely tartományon belül a pontos méréseket a gyártó alkalmas kalibrációs eljárással támogat.



8. ábra A GL Spectris 4.0 spektrométer [15]

Arroyo TECSource 5300 sorozatú termosztát

Az Arroyo termosztát (9. ábra) egy kiegészítő mérőhardver, amely a vizsgált LED-ek hőmérsékletének szabályozását teszi lehetővé. A kiválasztott hardver a teszrendszerben ketős célt szolgál. Először is, a LED öregítése során ez az eszköz biztosítja az állandó öregítési hőmérsékletet, másodsor pedig az előre meghatározott időközönként történő LED-karakterizálások során ez a berendezés állítja be és tartja stabilan a kiválasztott munkapontokhoz tartozó talpponti hőmérsékletértékeket.



9. ábra A TECSource 5300 előlapja [16]

LED multiplexer kártya

A LED-ek elektromos csatlakoztatására a mérések és az öregítés során eltérő követelmények merülnek fel, a különböző konfigurációk közötti rugalmasságot pedig egy multiplexer kártya biztosítja. A mérések során mindenképpen ún. négyvezetékes, avagy Kelvin-összeállításra van szükség, míg az öregítés során a rendszer a tesztelt LED-mintákat sorosan kapcsolja, ahol a maximális terhelőáram 2 A, az elemi LED-ek pn-átmenetén eső nyitófeszültségek összegének maximális értéke pedig 75 V.

A multiplexer kártya segítségével folyamatosan biztosítható a LED-ek tápellátása, vagy végrehajtható az egyedi LED-ek termikus tranziens tesztelése is, akár 20 darabos maximális mintaszámig. A multiplexer kártya két üzemmóddal rendelkezik:

- Öregítés teszt: a LED-minták sorosan csatlakoznak és külső áramforrás hajtja őket. A kiválasztott eszközök külön-külön be- és kikapcsolhatók az anódjaik és a katódjaik közötti bypass-zárlaton keresztül, amelynek segítségével például egy meghibásodott LED-minta elektromos szempontból kizárható a vizsgálatból.
- Termikus tranziens mérési mód: egy (vagy több szomszédos) eszköz kiválasztható és csatlakoztatható a T3STER SI berendezés mérő csatornájához. A mérendő LED-minta kiválasztása mindössze 10 ms alatt megtörténik, ami a termikus tranziens mérésekhez szükséges időhöz képest elhanyagolható.

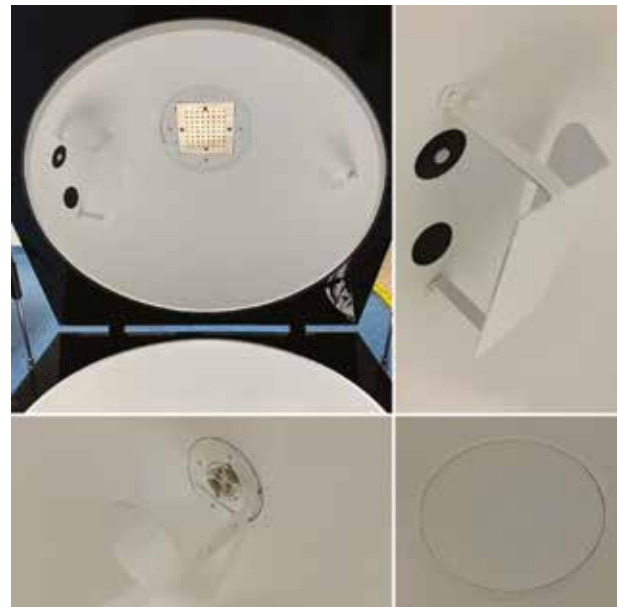
Optikai teszthardver

Az összeállított konfiguráció (10. és 11. ábrák) műszaki specifikációja a következő:

- 500 mm-es gömb BaSO₄ bevonattal, reflexiós tényezője > 0,95
- Halogén segédlámpa (50 W DC)
- Elektromos csatlakozás lapos vezetékkel, amely lehetővé teszi a LED-ek közötti váltást + az egyes LED-ek 4 vezetékes mérését
- 107 mm x 107 mm-es aktív hűtőblokk, a gömb tetején elhelyezve
- 2 port az optikai detektorokhoz (egy SMA a spektroradiométerhez és egy 19 mm-es port a fotodióda alapú gyorsdetektorhoz)



10. ábra A GL Optic által az AI-TWILIGHT projekt számára kifejlesztett optikai teszthardver kívülről



11. ábra A GL Optic által az AI-TWILIGHT projekt számára kifejlesztett optikai teszthardver belülről

5. KONKLÚZIÓK, ÖSSZEFOGLALÁS

A javasolt új kialakítás a jelenleg elérhető laboratóriumi berendezések IoT vezérlőszoftver alapú hardveres integrációján és egy új fejlesztésű optikai mérőrendszeren alapszik.

A mérési eljárás újszerűségét egy gyors optikai tesztelési módszer adja, amelynek célja a LED bekapcsolása után mérhető optikai és termikus tranziensek detektálása. A megnövelt mérési kapacitás segítségével akár a gyorsított LED-öregítések során is lehetővé válik a tesztminták rendszeres időközönként történő teljes karakterizálása is.

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott munka az Európai Unió Horizon 2020 kutatási és innovációs programjának támogatásában valósult meg az AI-TWILIGHT H2020 ECSEL projekten keresztül (támogatási szerződés száma: 101007319). Az AI-TWILIGHT projekt társfi-

nanszírozásban részesült a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap 2019-2.1.3-NEMZ_ECSEL-2021-00008 számú támogatásán keresztül. A munkát a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap K_128315 (OTKA) projektje és az Európai Unió DigiFED 872088 DT-ICT-01-2019-IA „Generic Experiment in Smart Lighting” elnevezésű projektje is támogatta.

Irodalomjegyzék

- [1] ANSI/IES 2020, Illuminating Engineering Society, “ANSI/IES LM-80-20: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays, and Modules”, 2020, ISBN: 978-0-87995-214-3
- [2] POPPE, A. et al. (2019) “Multi-Domain Modelling of LEDs for Supporting Virtual Prototyping of Luminaires,” *Energies*, 12(10), p. 1909. Available at: <https://doi.org/10.3390/en12101909>CIE 2017
- [3] CIE 225:2017 “Optical Measurement of High-Power LEDs” Vienna: CIE. DOI: 10.25039/TR.225.2017
- [4] JEDEC 2012a. JESD51-50 Standard - “Overview of Methodologies for the Thermal Measurement of Single- and Multi-Chip, Single- and Multi-PN Junction Light-Emitting Diodes (LEDs)”
- [5] JEDEC 2012b. JESD51-51 Standard - “Implementation of the Electrical Test Method for the Measurement of Real Thermal Resistance and Impedance of Light-Emitting Diodes with Exposed Cooling”
- [6] JEDEC 2012c. JESD51-52 Standard - “Guidelines for Combining CIE 127:2007 Total Flux Measurements with Thermal Measurements of LEDs with Exposed Cooling Surface”
- [7] JEDEC 2012d. JESD51-53 Standard - “Terms, Definitions and Units Glossary for LED Thermal Testing”
- [8] BMC blogs: “OSI Model: The 7 Layers of Network Architecture” <https://www.bmc.com/blogs/osi-model-7-layers> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [9] G. Martin et al., “AI-TWILIGHT: AI-digital TWIn for LIGHTing – a new European project,” 2021 27th International Workshop on Thermal Investigations of ICs and Systems (THERMINIC), Berlin, Germany, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/THERMINIC52472.2021.9626541.
- [10] Aim TTI: CPX Series <https://www.aimtti.com/product-category/dc-power-supplies/aim-cpxseries> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [11] Manson: Remote programming auto range switching mode power supply – SSP-8160 <https://www.manson.com.hk/product/ssp-8160> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [12] SIEMENS: Simcenter Micred T3STER <https://plm.sw.siemens.com/en-US/simcenter/physical-testing/t3ster> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [13] GL Optic: GL PHOTOMETERS <https://gloptic.com/products/gl-photometers> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [14] Konica Minolta: CAS 140CT Array Spectroradiometer <https://sensing.konicaminolta.us/us/products/cas-140ct> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [15] GL Optic: GL SPECTIS 4.0 UV VIS NIR <https://gloptic.com/products/spectis-4-0-uv-vis-nir> (Megtekintve: 2023. szept.)
- [16] Arroyo Instruments: 5300 Series TECSOURCE <https://www.arroyoinstruments.com/product-category/temperature-controllers/5300-series-tecsource> (Megtekintve: 2023. szept.)



Dr. Hantos Gusztáv

okl. villamosmérnök
BME VIK Elektronikus Eszközök Tanszék
Termikus, Optikai és Megbízhatósági
Laboratórium vezető
MEE VTT-tag
hantos.gusztav@vik.bme.hu

HÍREK

Fényterápia és UV-A LED-technológia

Az UV-sugárzás gyakran kapcsolódik olyan jól ismert kockázatokhoz, mint a leégés és az idő előtti öregedés, azonban különböző orvosi állapotok kezelésében – a bőrbetegségektől kezdve a pszichiátriai betegségekig – is alkalmazható. Mivel az UV-A képes mélyebben behatolni az emberi bőrbe, az egyik legismertebb előnye az, hogy képes fokozni a D-vitamin termelését az emberi szervezetben, amely kulcsfontosságú a kalcium és a foszfor felszívódásához.

Az ilyen terápiához a hagyományos lámpák esetében például a fénycsövek, xenon- és higanylámpák voltak az UV-sugárzás fő forrásai.

Az ilyen fényforrások által kibocsátott infravörös sugárzásnak való tartós kitettség azonban nemkívánatos mellékhatásokat és súlyos egészségügyi problémákat okozhat a kezelt betegeknél.

A LED-technológia fototerápiába történő bevezetésével az ilyen egészségügyi problémák és kockázatok nagymértékben csökkenthetők, mivel a LED-es fototerápiás kezeléssel ismert, hogy kevesebb hő termel, ezenkívül képes a kívánt spektrális sávokat biztosítani, amelyek hatékonyak az adott kezelésekhez. Az UV-A LED-ek fényterápiában történő felhasználásának területei például:

Bőrbetegségek – Számos tanulmány kimutatta, hogy az UV-A sugárzással végzett fénykezelés sikeresen kezel számos bőrbetegséget, például a pikkelysömört, az atópiás dermatitist (ekcémát) és a vitiligót. Az UV-A fényterápia legelterjedtebb típusa a PUVA, amely az UV-A sugárzás és a

pszoralén, egy fényérzékenyítő szer kombinációját jelenti, amely a bőrt fényre érzékenyebbé teszi.

Újszülött kori sárgaság – Csökkenti a bilirubinszintet, ahol az UV-sugárzás a bőrben elnyelődik, ami a bilirubin olyan vegyületekre való lebontását eredményezi, amelyek az újszülöttek szervezetéből már ki tudnak ürülni.

Hangulati és alvászavarok – Az alvással kapcsolatos problémák, mint például a szezonális affektív zavar (SAD) és a cirkadián ritmusú alvászavar (CRSD) fényterápiával kezelhetők, mivel a napfényexpozíció elmaradását pótolják, hogy az emberi szervezet biológiai óráját visszaállítsák. Ez szabályozza az alvásmintát és pozitívan befolyásolja a kezelt betegek hangulatát és érzelmi állapotát. Tanulmányok kimutatták, hogy a teljes spektrumú UV-A fény használatával hatékonyan csökkenthető a betegek depressziós viselkedése, ahelyett, hogy antidepresszáns gyógyszerekre hagyatkoznának.

Sebgyógyulás: Az UV-A sugárzás és a műtét kombinációja nagyobb sikerarányt biztosít a keloid és hipertrófiás hegek gyógyításában. Tanulmányok kimutatták, hogy az UVA1 a sejtek károsítása nélkül hatékonyan gátolja a hegképződést.

A cikk és további érdekességek LED Professional lap május/júniusi számában olvashatók.

[https://www.led-professional.com/downloads/lpr97_full_11819.pdf?utm_source=LED+professional++FREE+Information+Service&utm_campaign=d92550b91cLEDProfessionalNewsletter%28LPN%29-MAY15%2C2023&utm_medium=email&utm_term=0_ff8d2246a5-d92550b91c-270635353&ct=t\(LEDProfessionalNewsletter\(LpN\)-MAY15,2023\)&goal=0_ff8d2246a5-d92550b91c-270635353&mc_cid=d92550b91c&mc_eid=78f76832e4](https://www.led-professional.com/downloads/lpr97_full_11819.pdf?utm_source=LED+professional++FREE+Information+Service&utm_campaign=d92550b91cLEDProfessionalNewsletter%28LPN%29-MAY15%2C2023&utm_medium=email&utm_term=0_ff8d2246a5-d92550b91c-270635353&ct=t(LEDProfessionalNewsletter(LpN)-MAY15,2023)&goal=0_ff8d2246a5-d92550b91c-270635353&mc_cid=d92550b91c&mc_eid=78f76832e4)

A híreket összeállította: Kovácsné Jáni Katalin

Aszinkronmotoros hajtások állapotfelügyelete áramjelalak-analízis módszerével

Villamos forgógép diagnosztika

Napjainkban a villamos gépek állapotfelügyeletének a szerepe jelentősen megváltoztatta a forgógépekről kialakult mérési eljárásokat. A számítástechnika ütemes fejlődése és összekapcsolva a mérés technikával korlátlan információmennyiségek elemzését teszi lehetővé. Feldolgozásról van szó és egy olyan információszerezési eljárásról, amely definiálja a gép aktuális fizikai állapotát és tanulórendszer tud képezni. Ennek lehetőségeit vizsgálja a pályamunka és hibametria lehetőséget vetít elő. Számos forgógép van jelen az iparban, együttműködés és ellenőrzés szükséges, folyamatos állapotfigyelés. Itt már nem csupán hibajelek detektálása a cél, hanem ezen túlmutató információforrás kezelése és fejlesztése, elindulva az öntanuló villamos hajtások területe felé. Gépek és rendszerek közös munkája, egymás üzemviteli jellemzőinek elemzése és korrigálása, abból konklúziók levonása.

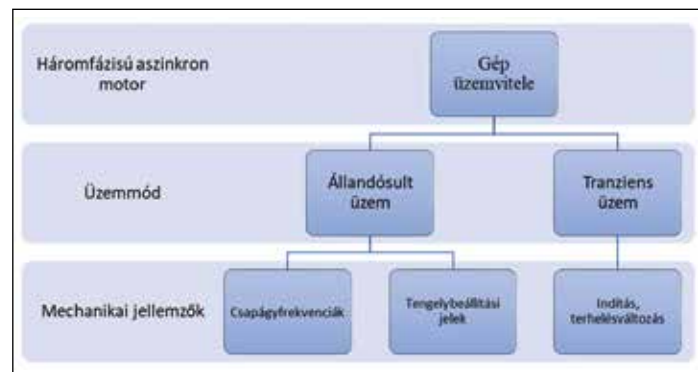
Today, the role of condition monitoring of electrical machines has significantly changed the measuring procedures developed for rotating machines. The rapid development of computer technology, combined with measurement technology, enables the analysis of unlimited amounts of information. It is processing and an information acquisition procedure that defines the current physical state of the machine and can form a learning system. Joint work of machines and systems, analysis and correction of each other's operating characteristics, drawing conclusions.

1. BEVEZETÉS A GÉPDIAGNOSZTIKÁBA

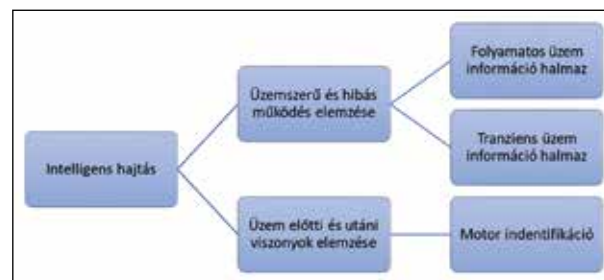
A forgógép diagnosztika szerteágazó [1] szakterület, ezért jelenleg csak az aszinkron géptípusra fogok koncentrálni. Az áramjelalak-analízis rendkívül [2] széles körben alkalmazott módszer, napjainkra már kidolgozott eszközparkkal és mérési eljárásokkal, ennek lehetőségeit vizsgálom ebben a fejezetben. Ennek megfelelően az áramjel-spektrum diagnosztikai alkalmazása [3] kap elsődleges szerepet. A nemzetközi [2-22] szakirodalmak széles körben tárgyalják ezeket a vizsgálatokat, ennek a módszernek a tanulmányozása a cél. A fejezetek több szemszögű elemzést tartalmaznak, ennek az az oka, hogy minél szélesebb jelfeldolgozási [4] lehetőséget lehessen megismerni. A diagnosztikai vizsgálatoknál idő-frekvencia-amplitúdó tartomány, jelentős szerepet töltenek az időben változó jelek ábrázolásánál. A spektrumok felvételének kérdése egyrészt a motor táplálási módja (hálózat vagy frekvenciaváltó), illetve összefoglalóan a motorra kapcsolt [5] feszültség és áram kialakuló jelalakja és ezek frekvencia komponensei. Ennek köszönhető, a logaritmus megjelenítés előnyben lett részesítve a [6] motor-áram spektrumainak ábrázolásánál.

2. ASZINKRONMOTOROK MECHANIKAI HIBÁINAK FELOSZTÁSA

A vizsgált motor háromfázisú rövidre zárt forgórészű kalickás aszinkron gép 3 kW négy pólusú, az EVIG (Egyesült Villamosgép Gyár) által egykor gyártott VZ motorsorozat családjába tartozik. A következő blokkdiagramok mutatják a mérési elképzeléseket.

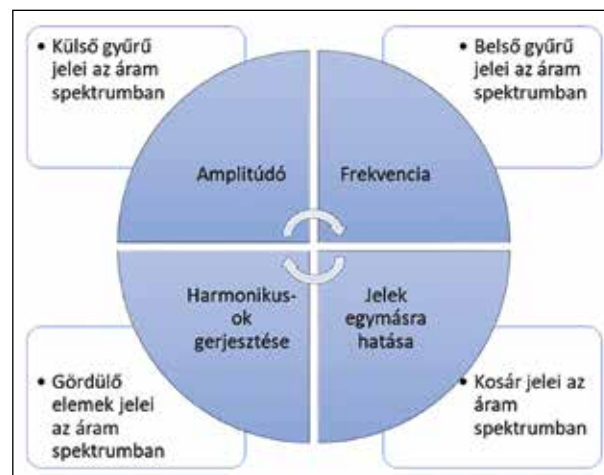


1. ábra Mérési koncepciók kalickás motor esetén



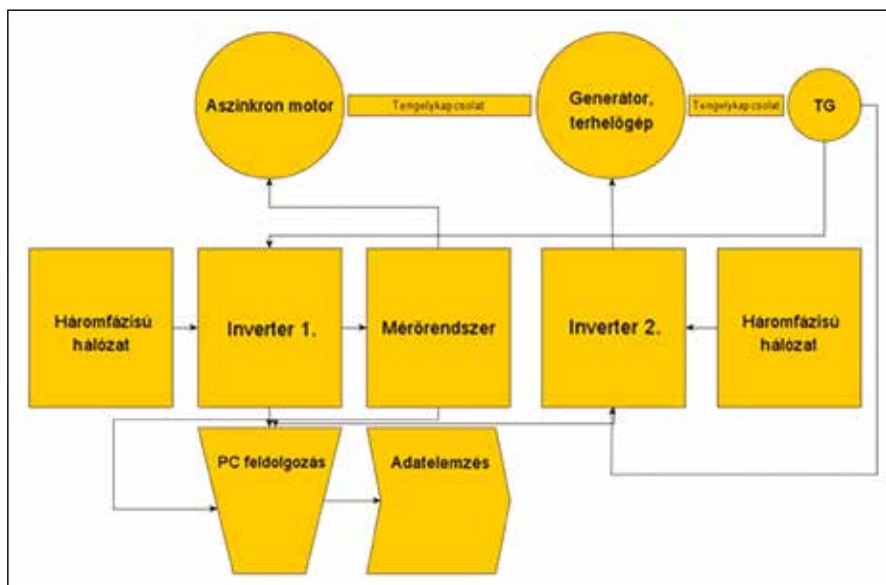
2. ábra Intelligens hajtás diagnosztika elvi vázlata

A mérési irányelvek egyik lényeges kérdése az üzemmód kiválasztása és azzal együtt járó üzemi hatások. Gyakori a más gépekről átadódó zaj problémája, amely torzítja a gép valós állapot jellemzőit.



3. ábra Mechanikai jelek felosztása

Villamos forgógépek esetén a mechanikai hibajeleket [7] alapvetően a csapágy és tengelybeállítási hibákra [8] lehet felosztani (1–3. ábrák). A felsorolás nem teljes, mert jelen munkafolyamat nem tér ki a forgórész-rúdszakadás és egyéb forgórész-meghibásodások okaira, amelyek kiegyensúlyozási jelenségként is felléphetnek.



4. ábra Egyszerűsített mérési elrendezés blokkvázlata

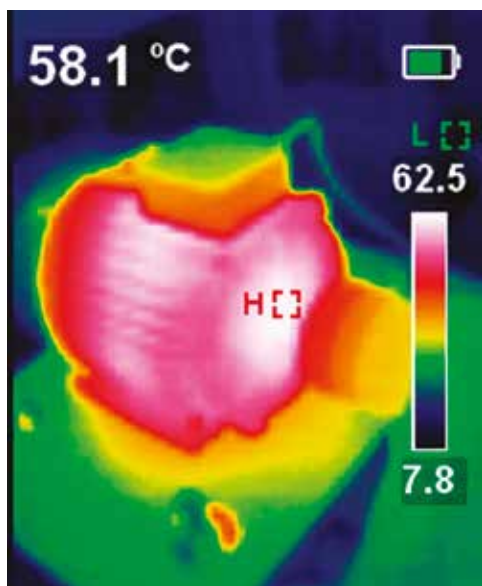
A gépcsoport mérési egyszerűsített mérési blokkvázlata a 4. ábrán látható. A mérések frekvenciaváltóról táplált esetet vizsgálnak. A háromfázisú hálózatra csatlakozik a frekvenciaváltó, utána a mérőrendszer összehasonlítva az inverterről kapott értékekkel.

A mérőrendszer NI (National Instruments) feszültség és árammérő kártyák segítségével mérték a motor jellemző adatait.

A pályamunka készítése alatt kontrollmérésre mindig felhasználásra kerülnek a termográfiai mérések, amelyeken jól végigkövethető a motor és tengelykapcsoló aszimmetrikus melegedése (5. ábra).

A hőkamera felvételeken jól látható, ahogyan a kamera követi a lehidegebb és legmelegebb pontokat. Kezdeti szakaszban a motorházra fókuszál, majd a terhelési állapot előrehaladtával a csapágyfészek irányába. Tengelybeállítási hiba esetén a tengelykapcsoló betét is fokozottan melegedni kezd.

A motoron körmös tengelykapcsoló van és betétkopás, hőmérséklet-változás, tengelybeállítási hiba jelentkezik. Ez a folyamat hosszabb üzemóra alatt zajlik le [9].



5. ábra Motorház és tengelykapcsoló hőkamerás képe

Az 5. ábra már tartós üzemi állapotot mutat, ahol a kamera már a csapágykülső gyűrűre összpontosít, azt érzékeli legmelegebb pontnak.

A hiba eredetét nem egyszerű megállapítani. Nem jelenhet ki még egyértelműen, hogy a rossz tengelybeállítás okozza a jelenséget, mert gépek egyébként sem melegednek szimmetrikusan. A vizsgálat eredménye hasznos és szükséges, de nem elégséges feltétele a hibaterület [10] szűkítésének.

A forgógép diagnosztika ma már nélkülözhetetlen eleme a villamosjel-analízisen [10] történő mérés és számítás. Ennek részletezése a harmadik fejezetben történik.

3. GÉPSPECIFIKUS HIBÁK ÉS SPEKTRUMOK ELEMZÉSE

A következő feladatban fel kell állítani egy gépspecifikus adatrendszert, ami a motorról minél optimálisabb képet ad. Alapvető értelmezési eljárás az áramjelből képzett különböző transzformáció szerint történik.

Az ipari gyakorlatban jelentős zajkészlettel (hatással) is meg kell küzdeni. A gépek üzemelési körülményei jelentős kihívás elé állítják a mérőrendszert. Következő lépés a csapágyfrekvenciák áramjelben történő megjelenési frekvenciáinak keresése. A módszer arra az esetre igaz, ha nincs információ a gép [11] csapágyairól, nem vagyunk benne biztosak, hogy pontosan milyen hibafrekvenciákat [12] kell keresni. Ebben az esetben a spektrum elemzése modell vagy modellek segítségével lehetséges, ami vonatkozhat csak a csapágyra és/vagy forgórészre, más alkatrészekre. A gyártói katalógusokban szerepelnek csapágyadatok, amelyek nem feltétlenül egyeznek meg a gyártott motorokban lévővel, aminek oka lehet mechanikai [13] követelményváltozás. A spektrumok elemzésénél követni kell az összes kiemelkedő értéket. Lehetséges pl.: forgási frekvencia többszöröseihez, oldalsávjaihoz rendelni értéket, és a tápfrekvencia [14] is megjelenik a spektrumban, illetve az alapharmonikus és oldalsávjai.

4. DIAGNOSZTIKAI MÉRÉSEK MATEMATIKAI KÉSZLETEI

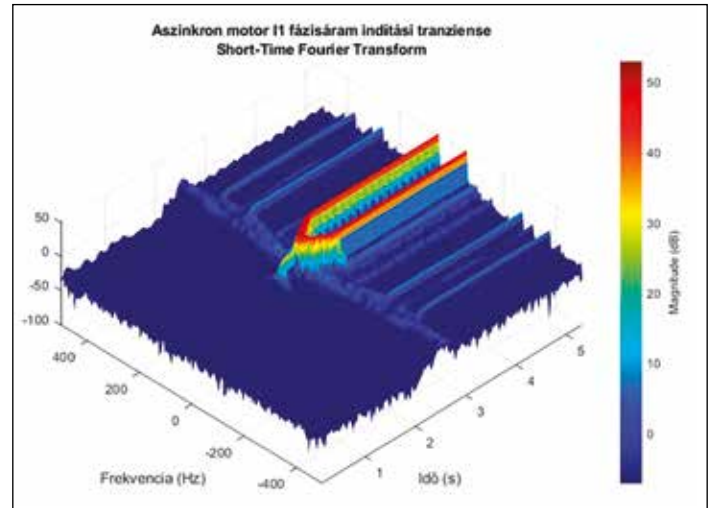
Az iparban és kutatásban is jól ismert FFT (Fast Fourier Transform) transzformáció, ezzel összhangban kitekintés STFT használatával (7–9. ábrák) kapcsolatban.

A rövid idejű Fourier-transzformáció (STFT, Short-Time Fourier Transform) arra szolgál, hogy elemezze, hogyan változik a nemstacionárius jel frekvenciatartalma az idő múlásával. Egy jel STFT-jét úgy számítjuk ki, hogy egy M hosszúságú elemzési ablakot készítünk a jelhez és kiszámítjuk az ablakos adatok diszkrét Fourier-transzformációját. Az ablak az eredeti jel fölé tevődik R minta időközönként. A legtöbb ablakfunkció elkeskenyedik a széleken, hogy elkerülje a spektrális összelapulást. Ha nem nulla átfedési hossz adunk meg, akkor az ablakos szegmensek átfedése kompenzálja a jelgyengülést az ablak szélein. Az egyes ablakos szegmensek DFT (Discrete Fourier Transform)-je hozzáadódik egy mátrixhoz, amely tartalmazza az egyes idő- és frekvenciapontok nagyságát és fázisát. Az STFT-mátrixban a sorok száma megegyezik a DFT-pontok számával.

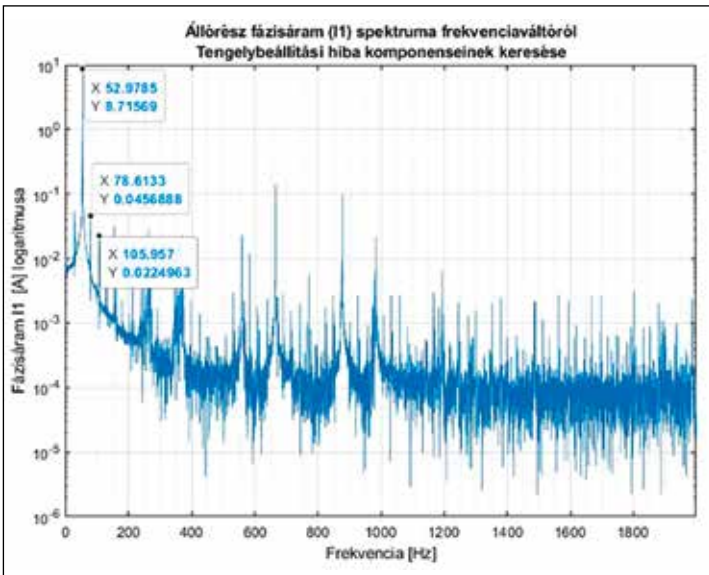
5. TENGYELBEÁLLÍTÁSI HIBA JELEINEK KERESÉSE AZ ÁLLÓRÉS FÁZISÁRAM SPEKTRUMBAN

Első lépésként a motor fázisáram spektrumát vizsgáltam (6. ábra) állandó terhelés mellett. A 3 kW-os négypólusú aszinkronmotort tápláló aktuális állórész frekvencia (spektrumban is látható) 52,97 Hz, névleges 20,0 Nm leadása mellett, tengelyfordulatszám 1538 1/min; ehhez tartozó forgási frekvencia 25,6 Hz, a motor fázisáramának mintavételezése 4 kHz-cel történt. A vizsgálat célja a tengelybeállítási hibára utaló hibafrekvenciák [15] keresése, amely függ az alapharmonikus és a forgási frekvenciától és ezek harmonikusaitól.

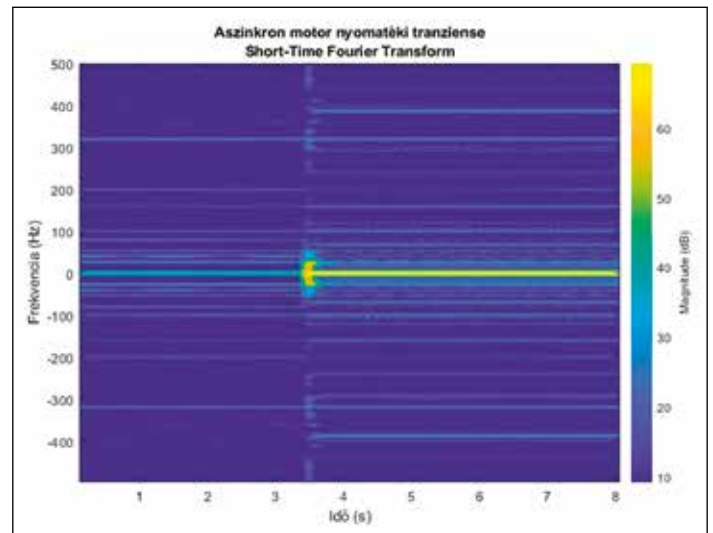
A 7–9. ábrák FFT (Fast Fourier Transform) és STFT (Short-Time Fourier Transform) alkalmazásával számítják a keresendő mechanikai hibajeleket. Ez a számítás [16] szükséges, de nem elégséges feltétele komplex adatelemzés kialakításához. A 10. ábra üresjárás állapotból való átmeneti folyamat, terhelési üzemi fordulatszámra.



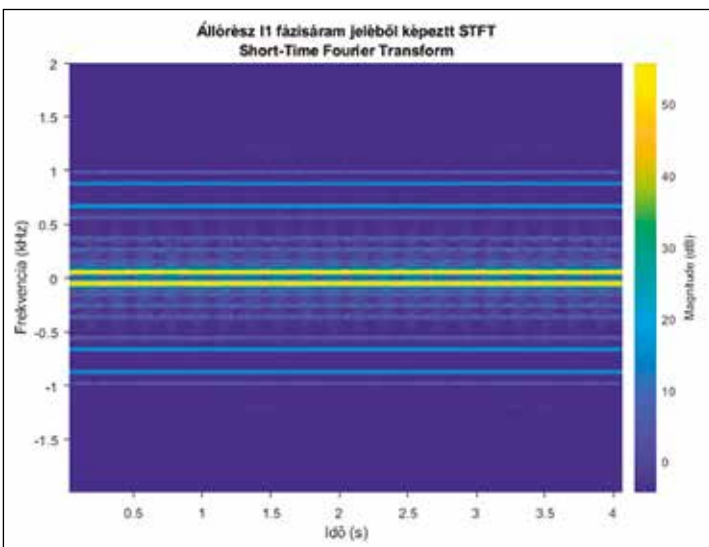
8. ábra Állórész fázisáram indítási tranziense frekvenciaváltós üzemben, Short-Time Fourier Transform



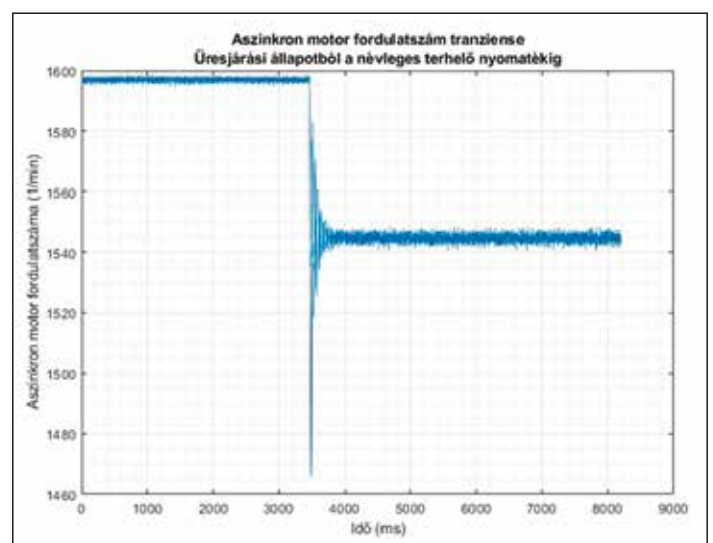
6. ábra Állórész áram I1 fázisáram spektrumának képzése frekvenciaváltós üzemben



9. ábra Állórész fázisáram indítási tranziense frekvenciaváltós üzemben, Short-Time Fourier Transform



7. ábra Állórész fázisáram spektrumának képzése frekvenciaváltós üzemben, Short-Time Fourier Transform



10. ábra Aszinkronmotor fordulatszám tranziense 53 Hz tápláló frekvencia mellett, üresjárás állapotból

6. MÉRÉSI MÓDSZEREK ÖSSZEFOGLALÁSA

Villamos forgógépek állapotfelügyelete széles körű [17] elemzési módszereket követel meg. A kiválasztási lépések következőképpen történtek.

A motor folyamatos üzemének mérése, állórész áramok (szimmetria vizsgálatok) jelalakból spektrum és hibametria képzése. Állórész fázisáram számítása és abból spektrumok képzése. Tengelybeállítási hibára utaló frekvenciák keresése és hibametria felállítása. Operációkutatás alkalmazása a hibáról alkotott függvényben.

A csapályak által generált jelek vizsgálata [18] az áramjel alapján. Mekkora harmonikusig célszerű számítani? Erre nehéz korrekt választ adni. Intelligens villamos hajtás fejlesztése esetén minél nagyobb értékig, ami függ a beállítható mintavételezési időtől is számítani és folyamatos [19] összehasonlításokat végezni egy korábbi terhelési állapottal.

Állórész fázisáramokból képzett spektrum hibametria térképe. A számítás egy tervezésű szoftver alapján történt, összhangban a MATLABbal.

A harmadik fejezetben bemutatott [20] transzformációk közül a STFT (Short-Time Fourier Transform) többségi információt adó rész, a frekvencia-idő-amplitúdó [21] intenzitás együttes ábrázolásában keresendő. Indítás vagy terhelés átkapcsolás pillanatában nemcsak az alapharmonikus játszik döntő szerepet, hanem a vele együttesen keletkező többszörös [22] harmonikusok is.

A pályamunka újdonságkeresési iránya az állandósult és tranzienst üzemállapot sajátos hibajelek megjelenési gyakoriságán alapszik.

Irodalomjegyzék

- [1] **Dr. Nagy István**, Állapotfüggő Karbantartás, Műszaki Diagnosztika I. Rezgéstdiagnosztika, Delta-3N Kft. Paks, 2006
- [2] By Brian P. Graney and Ken Starry, Rolling Element Bearing Analysis, From Materials Evaluation, Vol. 70, No. 1, pp: 78-85, Copyright 2011 The American Society for Nondestructive Testing, Inc. Materials Evaluation- January 2012
- [3] **B. Noureddine, P. Remus, R. Raphael and S. Salim**, „Rolling Bearing Failure Detection in Induction Motors using Stator Current, Vibration and Stray Flux Analysis Techniques,” IECON 2020 The 46th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Singapore, 2020, pp. 1088-1095, doi: 10.1109/IECON43393.2020.9254401.
- [4] **S. R. Kapoor, N. Khandelwal and P. Pareek**, „Bearing fault analysis by signal energy calculation based signal processing technique in Squirrel Cage Induction Motor,” 2014 International Conference on Signal Propagation and Computer Technology (ICSPCT 2014), Ajmer, India, 2014, pp. 33-38, doi: 10.1109/ICSPCT.2014.6884922.
- [5] **J. Xinjie, H. Malik and S. K. Panda**, „An Optimized Intelligent Technique for Bearing Fault Diagnosis using Motor Current Signal Analysis,” 2022 International Power Electronics Conference (IPEC-Himeji 2022- ECCE Asia), Himeji, Japan, 2022, pp. 730-735, doi: 10.23919/IPEC-Himeji2022-ECCE53331.2022.9807128.
- [6] **M. S. Moiz et al.**, „Health Monitoring of Three-Phase Induction Motor Using Current and Vibration Signature Analysis,” 2019 International Conference on Robotics and Automation in Industry (ICRAI), Rawalpindi, Pakistan, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICRAI47710.2019.8967356.
- [7] **J. Jung et al.**, „Monitoring of journal bearing faults based on motor current signature analysis for induction motors,” 2015 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Montreal, QC, Canada, 2015, pp. 300-307, doi: 10.1109/ECCE.2015.7309702.
- [8] **W. Zhou, T. G. Habetler, R. G. Harley and B. Lu**, „Incipient Bearing Fault Detection via Stator Current Noise Cancellation using Wiener Filter,” 2007 IEEE International Symposium on Diagnostics for Electric Machines, Power Electronics and Drives, Cracow, Poland, 2007, pp. 11-16, doi: 10.1109/DEMPED.2007.4393064.
- [9] **R. Pusca, R. Romary, N. Bessous and S. Sbaa**, „Comparative Study between Two Diagnostic Techniques Dedicated to the Mechanical Fault Detection in Induction Motors,” 2020 International Conference on Electrical Engineering (ICEE), Istanbul, Turkey, 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICEE49691.2020.9249884.
- [10] **J. Jung et al.**, „Monitoring Journal-Bearing Faults: Making Use of Motor Current Signature Analysis for Induction Motors,” in IEEE Industry Applications Magazine, vol. 23, no. 4, pp. 12-21, July-Aug. 2017, doi: 10.1109/MIAS.2016.2600725.
- [11] **P. Pareek, N. Khandelwal and S. R. Kapoor**, „A new approach for bearing fault analysis in Squirrel Cage Induction Motor,” 2016 IEEE 1st International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES), Delhi, India, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICPEICES.2016.7853090.
- [12] **G. Avalos, S. Aguayo, J. Rangel-Magdaleno and M. R. A. Paternina**, „Bearing fault detection in induction motors using digital Taylor-Fourier transform,” 2022 International Conference on Electrical Machines (ICEM), Valencia, Spain, 2022, pp. 1830-1835, doi: 10.1109/ICEM51905.2022.9910779.
- [13] **N. Bessous, S. E. Zouzou and A. Chemsia**, „A new analytical model dedicated to diagnose the rolling bearing damage in induction motors - simulation and experimental investigation -,” 2016 4th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT), Hammamet, Tunisia, 2016, pp. 1-9, doi: 10.1109/CEIT.2016.7929085.
- [14] **E. Elbouchikhi, V. Choqueuse, F. Auger and M. E. H. Benbouzid**, „Motor Current Signal Analysis Based on a Matched Subspace Detector,” in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 66, no. 12, pp. 3260-3270, Dec. 2017, doi: 10.1109/TIM.2017.2749858.
- [15] **N. Khandelwal, P. Pareek and S. R. Kapoor**, „Start-up transient current analysis for Squirrel Cage Induction Motor,” 2016 IEEE 1st International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES), Delhi, India, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICPEICES.2016.7853261.
- [16] **A. Soualhi, G. Clerc and H. Razik**, „Detection and Diagnosis of Faults in Induction Motor Using an Improved Artificial Ant Clustering Technique,” in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 60, no. 9, pp. 4053-4062, Sept. 2013, doi: 10.1109/TIE.2012.2230598.
- [17] **Yong Li and Tengxi Wang**, „Signal segmentation for isolating the influence of PQ variation and machine manufacturing imperfections on bearing fault detection,” 2013 International Electric Machines & Drives Conference, Chicago, IL, USA, 2013, pp. 734-741, doi: 10.1109/IEMDC.2013.6556175.
- [18] **A. Husna, K. Indriawati and B. L. Widjiantoro**, „Discriminant Feature Extraction of Motor Current Signal Analysis and Vibration For Centrifugal Pump Fault Detection,” 2021 International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA), Bandung, Indonesia, 2021, pp. 207-212, doi: 10.1109/ICA52848.2021.9625679.
- [19] **E. T. Esfahani, S. Wang and V. Sundararajan**, „Multisensor Wireless System for Eccentricity and Bearing Fault Detection in Induction Motors,” in IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 19, no. 3, pp. 818-826, June 2014, doi: 10.1109/TMECH.2013.2260865.
- [20] **B. Raison, G. Rostaing, O. Butscher and C. S. Maroni**, „Investigations of algorithms for bearing fault detection in induction drives,” IEEE 2002 28th Annual Conference of the Industrial Electronics Society. IECON 02, Seville, Spain, 2002, pp. 1696-1701 vol.2, doi: 10.1109/IECON.2002.1185536.
- [21] **Y. Tian, D. Guo, K. Zhang, L. Jia, H. Qiao and H. Tang**, „A Review of Fault Diagnosis for Traction Induction Motor,” 2018 37th Chinese Control Conference (CCC), Wuhan, China, 2018, pp. 5763-5768, doi: 10.23919/ChiCC.2018.8484044.
- [22] **S. Zhao et al.**, „The Inter-turns Short Circuit Fault Detection based on External Leakage Flux Sensing and VMD-HHT Analytical Method for DFIG,” 2021 International Conference on Sensing, Measurement & Data Analytics in the era of Artificial Intelligence (ICSMD), Nanjing, China, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSMD53520.2021.9670783.



Bendiák István

egyetemi tanársegéd, Óbudai Egyetem KVK,
Automatizálási és Energiarendszerek Intézet,
Automatika Tanszék
MEE-tag

bendiak.istvan@kvk.uni-obuda.hu

Felharmonikusok kalickás forgórészű aszinkron-gépben: analitikus számítás

III. rész Radiális mágneses erők

4. RADIÁLIS MÁGNESES ERŐK

4.1. Radiális mágneses erők számítása

A kérdést részletesen tárgyaltuk [1]-ben, de csillapítás nélkül. Most megismételjük a lényegét és a végeredményt, majd megvizsgáljuk a csillapítás hatását.

A radiális húzóerő hullám a következő indukció hullámok szorzataként alakul ki:

az állórész áram által létrehozott v_b' rendszámú indukció hullám

$$\begin{aligned} b_{v_b'} &= \frac{\sqrt{2}m}{\pi} \frac{\mu_0}{\delta'} \frac{1}{p v_b'} N_1 \xi_{v_b'} I_1 \cdot \sin(\omega t - \alpha_a) = \\ &= B_{v_b'} \cdot \sin(\omega t - \frac{v_b' \pi x_1}{p \tau_p}) \end{aligned} \quad (44)$$

és a forgórész áram hullám által létrehozott μ_a' rendszámú indukció hullám (melyet majd $s=0$ közelében fogunk használni):

$$\begin{aligned} b_{\mu_a'} &= \frac{\sqrt{2}m\mu_0}{\pi \delta'} \frac{1}{p \mu_a'} N_1 \xi_{v_a'} I_1 n_{2v_a'}^2 \cdot \\ &\cdot \sin((1 + (\mu_a' - v_a') \cdot (1 - s))\omega t - \frac{\mu_a' \pi}{p \tau_p} x_1 + \frac{(\mu_a' - v_a') \pi}{p \tau_p} x_2 - \rho_{v_a'}) \end{aligned} \quad (45)$$

Ez az indukció azonos a (30) képletben felírt indukcióval. Ennek később jelentősége lesz.

A húzófeszültséget (egységnyi felületre ható erőt) a B eredő indukcióból $B^2/2\mu_0$ kiszámításával kapjuk

Az indukciók összeadása és aztán négyzetre emelése után kapjuk:

$$\begin{aligned} B^2 &= B_{v_b'}^2 \sin^2(\dots) + B_{\mu_a'}^2 \sin^2(\dots) + 2B_{v_b'} B_{\mu_a'} \sin(\dots) \sin(\dots) = \\ &= 1/2 B_{v_b'}^2 - 1/2 B_{v_b'}^2 \cos(2\omega t - 2v_b' \pi x_1 / p \tau_p) + \\ &+ 1/2 B_{\mu_a'}^2 - 1/2 B_{\mu_a'}^2 \cos((2 + 2\mu_a' - 2v_a')\omega t - 2\mu_a' \pi x_1 / p \tau_p) + \\ &+ 2B_{v_b'} B_{\mu_a'} \frac{1}{2} (\cos((\mu_a' - v_a')\omega t - (\mu_a' - v_b') \pi x_1 / p \tau_p) - \\ &\quad - \cos((2 + \mu_a' - v_a')\omega t - (\mu_a' + v_b') \pi x_1 / p \tau_p)) \end{aligned} \quad (46)$$

Az egyszerűség kedvéért itt megengedhető, hogy a forgórész $x_2'=0$ helye $t=0$ időpontban egybeessék az állórész $x_1=0$ helyével.

A képletek kiértékelése a következő:

– az egyes indukció összetevők négyzetei zaj szempontjából érdektelenek

– ténylegesen a harmadik vagy a negyedik tagot kell figyelembe venni. Ezek egyike eredményezi a húzó-feszültségek (alacsony) rendszámát, a másik érdektelen. Ha $r=\mu_a'-v_b'$ esik az $r=0\dots 4$ tartományba, akkor a harmadik (pulzáló erőhullám), ha $r=\mu_a'+v_b'$ esik az $r=0\dots 4$ tartományba, akkor a negyedik tag (körbefutó erőhullám) lesz a rázóerők szempontjából a meghatározó.

A képlet minden rendszámra érvényes, de $r=0$ -nál – mivel x_1 együtthatója zérussá válik – értelemszerűen pulzáló erő lép fel.

Itt is megpróbálunk egy rövid, jól áttekinthető képletet levezetni. Behelyettesítve $B_{v_b'} B_{\mu_a'}$ -ba (44)-et és (45)-öt, valamint itt is bevezetve az X_m alapharmonikus mágnesező reaktanciát (34), kapjuk:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{(p \tau_p l_i \delta')} \left(\frac{m}{2} \cdot I_m^2 \frac{X_m}{2\pi f} \right) \cdot \left(\frac{\xi_{v_b'} \xi_{v_a'}}{v_b' \mu_a'} \eta_{2v_a'}^2 \frac{1}{\xi_1^2} \right) = \\ &= \left(\frac{W_m}{V_{\text{airgap}}/2} \right) C \end{aligned} \quad (47)$$

ahol

$$C = \frac{\xi_{v_b'} \xi_{v_a'}}{v_b' \mu_a'} \eta_{2v_a'}^2 \frac{1}{\xi_1^2}$$

Ha áramként a mágnesező áramot helyettesítjük be, akkor a gép mágneses energiáját a légrés fél-köb tartalmával osztva a \cos eloszlású húzófeszültség maximális értékét kapjuk.

Az $r=1$ rázóerő levezetését illetően más utat kell járnunk, az indukciók összegének négyzetét a kerület mentén integrálnunk kell:

$$\begin{aligned} k_{\mu_a' v_b'} &= \frac{l_i}{2\mu_0} \int_0^{2p\tau_p} (b_a + b_b)^2 \sin \frac{\pi}{p\tau} x_1 dx_1 = \\ &= \frac{l_i}{\mu_0} \int_0^{2p\tau_p} b_a b_b \sin \frac{\pi}{p\tau} x_1 dx_1 \end{aligned} \quad (48)$$

Ezt a rendszámot másként egyoldalú mágneses húzásnak nevezik, mivel a kerület egyik oldalán maximális erők támadnak, a vele szemben levő oldalon támadó minimális erőkkel. Egészen pontosan kifejezve: a kerület mentén más okból (pl. alapharmonikus indukció) kialakuló indukciókhoz e két komponens összege az egyik oldalon hozzáadódik, a térben másik oldalon pedig levonódik; ebből következően a forgórész egyik oldalán nőnek az erők, a térben másik oldalán pedig csökkennek. Így ez a rendszám a forgórész (egyoldalú) rázását okozza.

Az integrálon belüli $\sin a = \sin \pi / p \tau \cdot x_1$ -val történő szorzás a húzófeszültségeknek az eredő erő irányára való vetületét adja.

Az eredő képlet, a tagokat célszerűen csoportosítva:

$$F = \frac{2m^2}{2\pi^2} \frac{\mu_0^2}{\delta'^2} \frac{2p\tau_p \cdot l_i}{2\mu_0 p^2} N_1^2 \xi_1^2 I_1^2 \cdot \frac{\xi_{v_b'} \xi_{v_a'}}{v_b' \mu_a'} \eta_{2v_a'}^2 \frac{1}{\xi_1^2} \quad (49)$$

Az alapharmonikus mágnesező reaktanciát itt is bevezetve kapjuk:

$$F_{r=1} = \frac{1}{\delta'} \left(\frac{m}{2} \cdot I_m^2 \frac{X_m}{2\pi f} \right) \cdot \left(\frac{\xi_{v_b'} \xi_{v_a'}}{v_b' \mu_a'} \eta_{2v_a'}^2 \frac{1}{\xi_1^2} \right) \quad (50)$$

Itt is a mágnesező áramot helyettesítjük. Üresjárásban a képlet az alapharmonikus mágneses energia és a légrés osztásából, majd a tekercselésből egyszerűen meghatározható tényezővel (C) szorozva adja meg a koncentrált, a forgórészről rázó erőt (ha $r=1$ fellép):

$$F_{r=1} = \frac{W_m}{\delta'} C \quad (50a)$$

Felhívjuk a figyelmet, hogy C -ben v és μ , nem pedig v' és μ' szerepel.

A képletekben az első rész képviseli a gépállandókat. A C -vel jelölt rész, mivel így a gépállandóktól független, általános érvényű. Ezért a C tényező különböző gépek bármely

állórész tekercselésének és bármely forgórész horonzszámának összehasonlításakor használható, mint arányossági tényező.

A C tényező formája feltűnően hasonlatos a szinkron nyomaték előző képletében foglaltakkal.

Mint fent már említettük, ezt az erőt általában üzemben szokás vizsgálni, vagyis amikor $s \sim 0$, vagyis $s_v = \infty$. Ekkor általában: $\Delta_v = 1 - \eta_{2v}^2$ lásd (22).

A csillapítást figyelembe véve

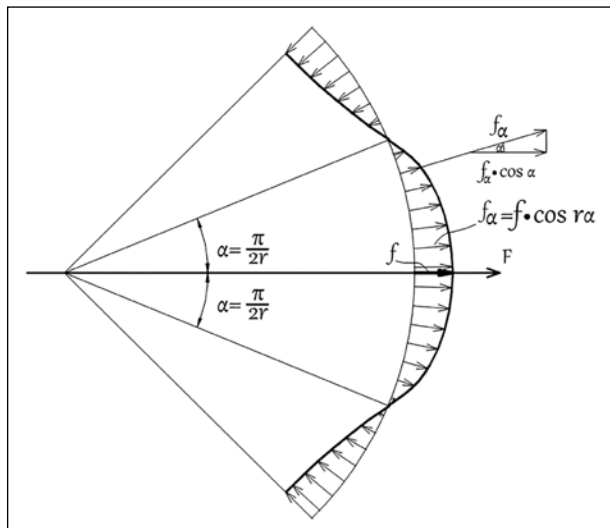
$$f_r = (1 - \eta_{2v_b}^2) \left(\frac{W_m}{V_{\text{airgap}} / 2} \right) C \quad (51)$$

azokra az erőhullámokra, ahol $v_b < 2mq_1$, ha egyáltalán vannak ilyenek. Erre elsősorban (de nem kizárólagosan) – szintén, mint a szinkron nyomatéknál – $Z_2 < Z_1$ esetén kerül sor. Az ennél magasabb v_b -re $\Delta = 1$.

Ennek az eljárásnak itt kisebb a jelentősége, mint a szinkron parazita nyomatéknál. Ott a nyomaték értéke önmagában meghatározza a jelenséget. Itt, az erőhullámnál, az abszolút érték mellett még döntő(bb) módon lép be a mechanikai rezonancia, vagyis hogy ez az erőhullám találkozik-e a motor valamelyik (elsősorban koszorú) sajátfrekvenciájával.

4.2. Az erőhullámok szemléltetése, rezonancia frekvenciák

A 9. ábra mutatja – példaként – az $r=4$ rendszámú erőhullámot.



9. ábra Az $r=4$ rendszámú erőhullám szemléltetése

Szintén csak szemléltetésre, számoljuk ki azt a koncentrált erőt, mely az f elosztott erőhullámot helyettesíti:

$$F = f \int_{-\frac{\pi}{2r}}^{\frac{\pi}{2r}} \cos r\alpha \cos \alpha d\alpha = \dots = f \cdot \frac{2r}{r^2 - 1} \cos \frac{\pi}{2r} \quad (52)$$

Ez a képlet egyúttal azt is mutatja, mi a viszonya a különböző rendszámú erőhullámoknak, ha f és C azonos.

(46) szerint az erőhullám félhullámonként negatív értéket vesz fel, vagyis taszító erő. Ez a fizika törvényei szerint nem lehetséges. Az eredő indukció négyzetéből adódó erő, lásd (46), mindig zérus és egy maximális vonzó erő között ingadozik. Most azonban az eredő erőnek csak egyetlen összetevőjét emeltük ki. Ennek az összetevőnek a pozitív előjelű oldala térben hozzáadódik a többi összetevő által létrehozott (húzó) erőhöz, a negatív oldala pedig levonódik a térben ott kialakuló (húzó) erőből.

Tájékozatásul felírjuk a lemezttest rezonancia frekvenciáit gyors ellenőrzés céljából:

$r=0$ rezgés rezonancia frekvenciája

$$F_0 = \frac{c_s}{2\pi \cdot r_m \sqrt{\Delta}} [Hz] \quad (53)$$

ahol

$$c_s = \frac{\sqrt{E}}{\sqrt{\rho}}$$

E rugalmassági modulus $\sim 2.1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$

ρ fajlagos sűrűség 7.827 kg/m^3

r_m a koszorú közepes sugara m

$$\Delta = \frac{G_{\text{koszorú}} + G_{\text{fog}}}{G_{\text{koszorú}}}$$

Gyakorlati célokra

$$F_0 = \frac{811.5}{r_m \sqrt{\Delta}} \text{ Hz}$$

Hajlító rezgésre $r \geq 2$

$$F_r = F_0 \cdot i \cdot \frac{r(r^2 - 1)}{\sqrt{r^2 + 1}} \text{ Hz} \quad (54)$$

ahol, $i = \frac{1}{2\sqrt{3}} \frac{h}{r_m}$, ahol h a koszorú magassága

$F_{r=1}$ egyenlő a forgórész önlengésszámával

Hosszrezgésre $r \geq 1$

$$F_r = F_0 \sqrt{r^2 + 1} \text{ Hz} \quad (55)$$

4.3. A radiális mágneses erők és a szinkron nyomatékok közötti kapcsolat

4.3.1. A szinkron nyomaték (lengő nyomaték) frekvenciája és a radiális mágneses erők frekvenciája

Írjuk fel a szinkron nyomaték teljes képletét, az időfüggést is beleértve, s függvényében lásd (37), (38). Ha a szinkron nyomaték álló állapotban lép fel:

$$M = M_{\text{max}} \sin \left(e \frac{Z_2}{p} (1-s)\omega t + e \frac{Z_2}{p} \frac{\pi}{\tau_p} x_2' + \zeta_{va} \right) \quad (56)$$

Ha a szinkron nyomaték forgó állapotban lép fel:

$$M = M_{\text{max}} \sin \left((2 + e \frac{Z_2}{p} (1-s))\omega t + e \frac{Z_2}{p} \frac{\pi}{\tau_p} x_2' + \zeta_{va} \right) \quad (57)$$

Írjuk fel még egyszer a radiális erőhullám képletét, ahol a hullám rendszáma: $r = \mu_a \pm v_b$ lásd (46)

$$2B_{v_b} B_{\mu_a} \frac{1}{2} (\cos((\mu_a - v_a)(1-s)\omega t - (\mu'_a - v'_b)\pi x_1 / p\tau_p) - (\cos((2 + \mu_a - v_a)(1-s)\omega t - (\mu'_a + v'_b)\pi x_1 / p\tau_p))) \quad (58)$$

ahol nyilván $\mu_a - v_a = e \cdot Z_2 / p$.

A képletek összevetéséből világos, hogy a két jelenség frekvenciája, pontosabban frekvenciakészlete azonos.

Ez nem véletlen, ugyanis az állórész egy bizonyos rendszámú felharmonikus árama és (általa létrehozott) indukciója és a forgórész egy bizonyos rendszámú árama és (általa

létrehozott) indukciója *mindenképpen* kölcsönhatásba lép egymással. Ennek a jelenségnek két megjelenési formája a szinkron parazita nyomaték (mely a forgórész egy indukció hullámától és az állórész egy kerület menti áram hullámától, azaz tangenciális erőktől származik) és a radiális mágneses erő (mely a forgórész egy indukció hullámától és az állórész egy indukció hullámától származik). Ebből következően tulajdonságaik, ezen belül frekvenciájuk azonossága törvényszerű. És még azt is láthatjuk, hogy ha két azonos rendszám lép egymással kölcsönhatásba, akkor az egyik jelenség szinkron nyomaték lesz, a másik pedig az $r=0$ rendszámú erőhullám: ezek tehát *mindig* együtt járnak. Ha két különböző rendszámú hullám lép egymással kölcsönhatásba, akkor $r \geq 1$ rendszámú radiális erőhullám keletkezik, de szinkron nyomaték nem. Pontosabban: kerületi (tangenciális) erőhullámok keletkeznek, de ezek a teljes kerületen kiegyenlítik egymást (az integrál zérus), a tengelyen nyomaték nem érzékelhető. A kerületi (tangenciális) erőhullámok a fogakon viszont érzékelhetők. Egyes kényesebb esetben szokás is velük foglalkozni pl. különösen szigorú zaj- és rezgőkövetelmények esetén. Veszélyt azonban általában nem jelentenek. Bár [22]-ben ilyen jelenségből származó forgórész fog törésről számolnak be.

Ugyanis a minden indításkor és a billenő nyomatékon való áthaladáskor fellépő jóllehet igen nagy, de 50 Hz-es (tangenciális) erők nem jelentenek gondot, mert aligha fogják hajlító rezonanciába vinni a fogakat, de 1000 Hz körüli erőknél ez már elképzelhető. Ezek a jelenségek azok, melyek modellezhetők az előbb leírt, tengelykapcsolatban levő, speciális szinkrongépekkel, melyeknek állórész és forgórész pólusszáma nem egyenlő. A fogakra ható tangenciális erőhullámot a III.-3 Melléklet szerint lehet számolni.

4.3.2. A radiális mágneses erők és a szinkron parazita nyomatékok maximuma

A forgórész indukció hulláma tehát nemcsak az állórész indukció hullámával, hanem ez utóbbit létrehozó kerület menti áramával is kölcsönhatásba lép. Ekkor (a radiálisnál lényegesen kisebb) tangenciális erők keletkeznek. A tangenciális és a radiális erők aránya [6], [12], [24]

$$f_{\text{tan.g}} / f_{\text{rad}} = p \mu_a \delta / R \quad (59)$$

ahol δ a geometriai légrés
 R a forgórész sugara

Tekintsük a radiális mágneses erők képletét (47). A képletet $r=0$ esetére tekintjük, ahol $\mu_a = \pm v_b$. Ekkor f a kerület mentén térben azonos, csak időben változik (pulzál). Ekkor nemcsak radiális erők, de *együttal* tangenciális erők is fellépnek. Számítsuk ki ezeket a tangenciális erők.

Szorozzuk meg ezt a radiális erőt az (59) kifejezéssel, így ezzel megkapjuk a radiális erővel *egy időben* fellépő tangenciális erőt.

Ennek az erőnek a kerület menti integrálja egyszerű szorzássá alakul

$$\cdot 2p\tau_p l_i$$

Szorozzuk meg ezt az erőt a forgórész sugarával

$$\cdot R$$

akkor a forgórészre ható nyomatékot kapjuk.

Szorozzuk meg ezt a nyomatékot a billenő nyomaték reciprokával,

$$\cdot \frac{2\pi f}{p} \frac{2X_s}{mI_m^2 X_m^2}$$

ezzel ezt a nyomatékot a billenő nyomatékhoz viszonyítotuk. Itt U^2 helyébe $I_m^2 X_m^2$ -t írtunk.

Végül figyelembe vesszük, hogy a radiális mágneses erő üresjárásban, a szinkron nyomatékot pedig rövidzársban számoltuk, ezért szorozzunk

$$\cdot X_m^2 / X_s^2$$

arányával. Láthatóan visszakaptuk a szinkron nyomatékra kirendezt (36) képletünket. Ezzel nemcsak maga a kapcsolat bizonyított képlet szinten is, hanem a két érintett, új képletünk is.

Mint említettük, (59)-et többen is megadták már pl. [6], [12], [24], de mivel mindannyian csak a radiális erőkkel foglalkoztak, *egyikük sem ismerte fel*, hogy a radiális erőhullámokkal *együtt* keletkező tangenciális erők éppen a szinkron nyomatékot adják – mivel ezeket a tangenciális erők elhanyagolhatónak vélték. Abban igazuk is volt, hogy az általuk vizsgált *üresjárásban* azok is voltak, de az indítás közelében fellépő $(I_{rz}/I_{ij})^2 \sim 225$ -szörös tangenciális erők már nem elhanyagolhatók és képesek akár az indítást is megakadályozó szinkron nyomatékot képezni.

A villamosgép elmélet alapjáig visszanyúló bizonyítást a Mellékletben adjuk meg.

4.4. A horonyszámok vizsgálata, nem megengedett horonyszámok

A fenti gondolatmenet alapján világos, hogy a szinkron parazita nyomatékokat és a radiális mágneses erőket együtt kell kezelni, és egyértelmű, hogy azok a horonyszámok, melyek a szinkron nyomaték szempontjából kerülendők, veszélyes radiális mágneses erőhullámokat is okoznak. De itt nemcsak ezeket, hanem ezeknek a többszörösét, az $r=0$ melletti ± 4 horonysávokat is ki kell zárni a veszélytelen horonyszámok listájáról, mert nemcsak az $r=0$ rendszámok, hanem az $r=1 \dots 4$ rendszámokat okozó horonyszámok is kerülendők lesznek. Ezek a horonyszámok is táblázatokba foglalhatók lásd [32], itt terjedelmi okokból nem tudjuk közölni.

A táblázatok, mint a szinkron nyomatékok esetében is, feltüntetnek azokat a forgórész horonyszámokat, amelyeket kerülni kell.

A táblázatok azt is megadják, hogy melyik forgórész horonyszám milyen rendszámú erőhullámot hoz létre. A + és – jelek azt mutatják, hogy a rendszám az illető hullámok rendszámának összegeként vagy különbségeként jön létre: ennek a frekvencia számításakor van szerepe.

Ez a táblázat is úgy keletkezett, mint a II. táblázat szinkron nyomatékra, vagyis hangsúlyozzuk, hogy amely forgórész horonyszám ebben a táblázatban *bárhog megjelenik, az bármilyen* állórészbe szerelve is $r \leq 4$ (6) rendszámú, megadott frekvenciájú radiális mágneses erőhullámot hoz létre, a többiek nem. Többszöri megjelenés többszöri, különböző rendszámú és/vagy frekvenciájú gerjesztő erőhullámot jelent. Az állórész horonyszámok pusztán azon utalás céljából jelennek meg, hogy könnyen áttekinthető legyen, melyek éppen annak az állórésznek a horonyharmonikusai.

Az ezekkel egy sorban megjelenő forgórész horonyszámok ugyanis „végzetesen” magas radiális mágneses erőhullámokat hoznak létre. Ebből is látszik a két jelenség közötti alapvető fizikai kapcsolat.

Az azonos v_b -hez tartozó sorokban megjelenő forgórész horonyszámok által keltett f [N/m²] húzófeszültségek nagysága szinte azonos, mivel $\xi_a, \xi_b, \eta 2v^2 = \eta 1^2$ és v_b azonos, csak μ_a lehet kissé különböző. Frekvenciájuk is azonos, ezért az csak egyszer jelenik meg.

Az egy oszlopban megjelenő horonyszámok (a horonyharmonikusok miatt nem monoton csökkenő, de)

egyre kisebb radiális mágneses erőket hoznak létre [2], [30]. Magas horonyszámoknál μ_a' és v_b' magas értékének köszönhetően a „végzetes”-nek nyilvánított forgórész horonyszámok sem hoznak létre végzetesen magas radiális mágneses erőket, hasonlóan a szinkron nyomatékok példájához.

A táblázatokat tanulmányozva látható, hogy a kerüendő forgórész horonyszám sávok kis pólusszámoknál „összeérnek”. Ezért *nincs olyan forgórész horonyszám*, melynél ne keletkezne alacsony rendszámú radiális erőhullám. Valójában meg kell elégednünk azzal, hogy az illető állórész horonyharmonikkal való találkozást elkerüljük. Valamint, igazából első lépésként, mindenféleképpen el kell kerülni a frekvenciák azonosságát is. Nagy pólusszám esetén, két veszélyes sáv között, akad olyan horonyszám, melyet bátran lehet alkalmazni.

Érdeemes figyelni arra, hogy pl. $p=2$ esetén a $Z_2=7-9, 11-13, \text{ és } 15-17$ horonyszámok akkor is veszélyesek, ha nem a gyakorlatban elő nem forduló $q_1=1$ horonyszámú állórészbe, hanem a $q_1=2$ horonyszámúba szereljük. Ennek oka, hogy itt (a nevezőben lévő $\mu_a \sim v_b$ kb. feleakkora, mint $q_2=2$ -nél a $Z_2=17-30$ horonyoknál érvényes v_b . Ezen azonban lépésv Rövidítéssel segíteni lehet. Általánosan kimondható, hogy lépésv Rövidítéssel, ha a probléma oka az 5. és/vagy 7. harmonikus, mindig segíteni lehet; más esetben nem.

Az is látható, hogy az $r=1$ rendszámot létrehozó horonyszámok valamennyien páratlanok. De nem fedik le a teljes páratlan tartományt, maradnak olyan páratlan horonyszámok, amelyek legfeljebb $r=3$ rendszámot hoznak létre. Mindenesetre, ha eleve nem alkalmazunk páratlan horonyszámot, mind az $r=1$, mind az $r=3$ rendszámú erőhullámoktól megszabadulunk. Nagy pólusszámoknál azonban bátran alkalmazhatjuk a veszélyes sávok közötti, $r \geq 5$ rendszámot létrehozó páratlan horonyszámokat is.

4.5. Radiális mágneses erők számítása üresjárásakor és terheléskor

A képletek levezetésekor áramként mindig az üresjárás áramot helyettesítettük be, mégpedig nem csak azért, mert a képletek *csak így* lehettek látványosan egyszerűek és kifejezők. Hanem azért is, mert az üresjárásakor és a terheléskor fellépő értékek nem minden esetben számolhatók át egyszerűen az állórész áram négyzetével. Vagyis a (47) szerinti C állandók készlete nem használható fel közvetlenül.

Ennek két oka van.

Az eddigi képletek levezetésekor abból indultunk ki, hogy az állórész és a forgórész áramok azonosak és (ellen) fázisban vannak. Ez indításhoz közel – mint a szinkron parazita nyomaték számításakor is – megengedhető volt. Itt azonban megállapítottuk, hogy ez a jelenség üresjárás közelében (mindenesetre $0 < s < s_b$ szlizeknél) tart érdeklődésre számot, de ezt eddig mégsem vettük figyelembe. Ilyen kis szlizeknél a forgórész áram nemcsak hogy nem azonos az állórész árammal, hanem üresjárásakor szinte eltűnik. Ezért az állórész áram alapharmonikusai által létrehozott erőhullámokat jó közelítéssel az állórész $\cos\varphi$ -vel (üresjárásban az igen alacsony $\cos\varphi_0$ -vel) megszorozva vesszük figyelembe [12]. Az állórész áram felharmonikusai által létrehozott forgórész áramokra és ezzel erőhullámokra viszont igaz az eddigi feltételezés.

A másik ok pedig az, hogy a légrés vezetőképességének változását, mely nagy gépek nyitott állórész hornyai következtében lép fel, ennél a jelenségnél nem lehet elhanyagolni, sőt a zajképzésben döntő szerepe van.

Az állórész horony nyitott volta következtében fellépő vezetőképesség-változás ([6], [12], [24])

$$B_{\text{horonyolás}} = -(k_c - 1) \frac{\sin g \frac{k_c - 1}{k_c} \pi}{g \frac{k_c - 1}{k_c} \pi} B_{v=1} \quad (60)$$

indukció hullámot okoz, ahol k_c Carter tényező.

$B_{\text{horonyolás}}$ előjele mindig ellentétes a mágnesező árammal ([24], [25]).

$B_{\text{horonyolás}}$ rendszáma $v_{\text{horonyolás}} = g \cdot Z_1 + p$, ahol most csak a $g = \pm 1$ tényezővel foglalkozunk. Mint látható, ezek rendszáma azonos a horonyharmonikusnak nevezett tekercselési harmonikusok $v' = vp$ rendszámával – utóbbiak innen kapták nevüket –, a kettőt össze lehet, sőt kell adni; ily módon az üzemben a tekercselési horonyharmonikusokat és a vezetőképességi horonyharmonikusokat nem lehet megkülönböztetni.

A forgórész vezetési harmonikusával nem foglalkozunk.

Nagyfeszültségű gépre $B_{\text{horonyolás}} \approx 0.45 \cdot B_{v=1}$, mely igen nagy érték.

Mivel $B_v = B_{v=1}/v$, az állórész harmonikus cellájába a következőt kell beilleszteni:

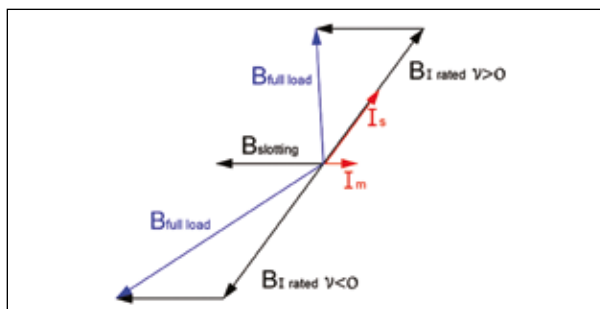
$C_{ij} = C_{\text{alap}} \cdot (-1 + \text{abs}(v) \cdot 0.45)$, ha v pozitív (a mágnesező áram definíció szerint ilyen)

$C_{ij} = C_{\text{alap}} \cdot (1 + \text{abs}(v) \cdot 0.45)$, ha v negatív.

Terheléskor a

$C_{\text{basic}} \cdot \text{abs}(v) \cdot 0.45$ és $C_{\text{basic}} \cdot (I_{\text{név}}/I_m)^2$

értékek összeadását vektorosan kell végezni a 10. ábra szerint.



10. ábra A horonyharmonikus rendszámú tekercselési és vezetési indukció és a terhelési áram azonos felharmonikusai keltette indukció vektoros összeadása ([24] Fig. 6.10)

Mivel $0.45 \cdot v \gg 1$, ezért a vezetéshullám erősen kiemeli a vele egyenlő rendszámú tekercselési harmonikusot, ezért a radiális mágneses erők a horonyharmonikus részvétele döntő hatással bír.

Az üresjárás és a terhelési erők számításának táblázatba rendezését egy számpéldán keresztül mutatjuk be, ahol egy célszerűen felépített táblázat egyes celláiba írtuk a radiális húzófeszültségek C arányossági tényezőit is. Ilyen táblázatot [6] javasolt, [12] is alkalmazott, de csak egyszerűen a rendszámokat és a frekvenciákat írták be.

A táblázat megtalálható [32]-ben, itt terjedelmi okok miatt nem tudjuk közölni.

Az érintett cellákba beírtuk a képletet, megadtuk a szükséges adatokat, majd kiszámoltuk és beírtuk a cellákba az értékeket, ezzel a további számoláshoz szükséges alapadatokat kaptuk meg.

Ezek után megadhattuk az üresjárásra vonatkozó cellaadatokat. Ez két helyen különbözik az alap táblázattól: az alapharmonikus adatait megszoroztuk az üresjárás $\cos\varphi$ -vel, a horonyharmonikkal érintett cellához előjelhelyesen hozzáadtuk a horonyolásból származó értéket.

A terhelésre vonatkozó cella értéket úgy kapjuk, hogy minden cella alap értékét megszorozzuk a névleges áram és az üresjárás áram hányadosának négyzetével, ezt itt most 10-szeresre vettük fel. Kivételt képez az a cella, amelyik érintett a horonyharmonikkal: az áram által létrehozott mező fázisa nem az üresjárás árammal, hanem az állórész árammal van fázisban; ezt a terhelési értéket kell vektorálisan összeadni az üresjárás cellaértékkel.

Az eredmény, mely csak többé-kevésbé tipikus, mégis megerősíti a mérések általános tapasztalatait:

- üresjárásban leginkább a hornyolási felharmonikusokból eredő erők dominálnak
- terheléskor inkább a tekercselési felharmonikusokból eredő erők dominálnak (ezek önmagukban most 10-szeresre, 10 dB-lel nőttek. Eredőben az erők itt közel 4x-esre, azaz közel 6 dB-lel nőttek. A terhelési zaj jellemzően 3 dB-lel nő az üresjárásához képest; a szabvány is így veszi figyelembe.)

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Eddig nem létező képletet vezettünk le radiális mágneses erőhullámok számítására. Képletet adtunk a csillapítás pontos figyelembevételére is.

Megmutattuk, hogy a radiális mágneses erőhullámok keletkezése nem a horonyszám-kombinációtól, hanem kizárólag a forgórész horonyszámától függ. Táblázatban foglaltuk össze azokat a forgórész horonyszámokat, amelyeket – függetlenül az állórész horonyszámától – kerülni kell. Ezáltal tervezési segédletet adtunk a villamosgép-tervező kezébe. Szemléltető táblázatot adtunk az üresjárás és terhelési radiális mágneses erőhullámok számítására. Csak így váltak teljessé az irodalomban már régen, de hiányosan alkalmazott táblázatok.

Nemcsak rámutattunk, hanem eddig hiányzó bizonyítását is adtuk a szinkron parazita nyomatékok (és tangenciális erőhullámok) és a radiális mágneses erők szoros kapcsolatának; előbb képleteink segítségével, majd pedig a fizikai alapokig történő visszaतालással. Ezzel maguknak az új képleteknek a helyességét is bizonyítottuk.

Rámutattunk, hogy az aszinkron motor a tárgyi jelenségek vizsgálata céljából helyettesítendő nemcsak egy aszinkron „főmotorral” és vele tengelykapcsolatban levő aszinkron motorokkal, hanem még további speciális szinkron motorokkal is, melyek egy részénél az állórész és a forgórész pólusszáma azonos, a többinél nem.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A Szerző ezúton nyilvánítja köszönetét **Laczkó Istvánnak**, az EVIG főmérnökének, értékes megjegyzéseiért és **Birtalan Ádámnak**, a Ganz Villamossági Művek mérnökének a rajzok elkészítéséért.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Kovács G.:** Calculation of Synchronous Torques and Radial Magnetic Forces for Pole-changing Winding Using the 3/Y / 3/Y Method, Proceedings of International Conference on Electrical Machines, ICEM 2020, Göteborg, Sweden (2020) p. 90-96. published by IEEE in the IEEE Xplore Database DOI: 10.1109/ICEM49940.2020.9270765
- [2] **Kovács G.:** Influence of the Rotor Slot Numbers on the Parasitic Torques and the Radial Magnetic Forces of the Squirrel Cage Induction Motor; an Analytic Approach, Proceedings of International Conference on Electrical Machines, ICEM 2022, Valencia, DOI: 10.1109/ICEM51905.2022.9910809
- [3] **Kovács G.:** Pole-Changing Windings for Close Ratio and 1:N Ratio Using the 3/Y / 3/Y Method, Advances in Science, Technology and Engineering Systems ASTES Journal Vol. 3, No.4, p. 241-253 (2018) DOI: 10.25046/aj030424
- [4] **Laczkó István:** Kalickás aszinkron gépek elektromágneses számítása analitikus módszerekkel. 2017
- [5] **Richter, R.:** Elektrische Maschinen, Viertes Band, Die Induktionsmaschine, Springer Verlag 1936., 1950

- [6] **Jordan, H.:** Der geräuscharme Elektromotor, Verlag W. Girardet – Essen 1950
- [7] **Liska József:** Villamos gépek, III. Szinkrongépek, Tankönyvkiadó 1960
- [8] **Liska József:** Villamos gépek, IV. Aszinkron gépek, Tankönyvkiadó 1960
- [9] **Jordan, H., Weis, M.** Luftspaltfelder in Asynchronmaschinen. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden. (1969)
- [10] **H. Jordan, V. Klima, K. P. Kovács:** Asynchronmaschinen. Akadémiai Kiadó (Verlag der Ung. Akad. d. Wiss.) Budapest und Fridr. Vieweg und Sohn Verlagsgesellschaft mbH Braunschweig. 1975. 531 S. 316 Abb. und Tab.
- [11] **Heller, B., Hamata, V.:** Harmonic Field Effects in Induction Machines, ELSEVIER Scientific Publishing Company Amsterdam, Oxford, New York 1977
- [12] **Timár P. László...:** Villamosgépek zaja és rezgése, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1986
- [13] **J. Pyrhonen, T. Jokinen, V. Hrabovcová:** Design of Rotating Electrical Machines, John Wiley & Sons Ltd, 2007 ISBN: 978-0-470-69516-6 (H/B)
- [14] **Boldea L., Nasar S.:** The Induction Machine Handbook, CRC Press, 2010
- [15] **M.M. Liwshitz:** Field Harmonics in Induction Motors, Transactions on Electrical Machinery, Vol. 61, p. 797-803, 1942
- [16] **M.M. Liwshitz:** Differential Leakage with Respect to Fundamental Wave and to the Harmonics TAIEE, 1944 p. 1139-1140
- [17] **M.M. Liwshitz:** Differential Leakage of a Fractional Winding. TAIEE, 1946. May Section p. 314-320
- [18] **S. Williamson. E.R. Laithwaite:** Generalised harmonic analysis for the steady-state performance of sinusoidally-excited cage induction motors. IEE Proceedings, Vol. 132, Pt. B, No. 3, May 1985
- [19] **N. Gyftakis, J. Kappatou:** "The Impact of the Rotor Slot Number on the Behavior of the Induction Motor", Hindawi Publishing Corporation Advances in Power Electronics Volume 2013, Article ID 837010, http://dx.doi.org/10.1155/2013/837010
- [20] **M. Mach, R. Cipin, M. Toman, V. Hajek:** Impact of Number of Rotor Slots on Performance of Three-Phase and Single-Phase Induction Machines. 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (IEEEIC / I&CPS Europe). DOI: 10.1109/IEEEIC.2018.8494514
- [21] **M. S. Erlicki:** Parasitic Torques of Saturated Asynchronous Motors. Sixth Annual Meeting of the IEEE Industry and General Applications Group, Cleveland, Ohio, October 18-21, 1971. p. 1501-1505. IEEE Transaction on PAS 1972
- [22] **K. Oberretl:** Parasitäre synchrone Dreh- und Pendelmomente in Asynchronmotoren, Einfluß von Ausgleichsvorgängen und Eisensättigung. March 1994 Electrical Engineering 77(3):179-190 DOI: 10.1007/BF01573893
- [23] **A. A. Jimoh, R D Findlay:** Parasitic torques in saturated Induction Motors, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 3, No 1. 1988. p. 157-163.
- [24] **R. Lach:** Magnetische Geräuschemission umrichter gespeister Käfigläufer-Asynchronmaschinen. Magnetic noise of Inverter-fed Squirrel Cage Induction Motors. Thesis. Universität Dortmund 2005
- [25] **H. Boller, H. Jordan:** Über die phasenrichtige Addition der nutharmonischen Wicklungsoberrfelder und der Nutzungsoberfelder bei phasenreinen Mehrphasenwicklungen. EZT-A. 84 (1963) S. 235–238.
- [26] **T. Knapik:** Steigerung des Wirkungsgrads und der Ausnutzung von Norm Asynchronmotoren mit Kurzschlusskäfig. Thesis, Technische Universität Darmstadt 2013
- [27] **R. Hagen:** Die Berechnung der Drehstromkäfigläufer-Asynchronmaschine mit Berücksichtigung der Zusatzverluste bei Netz- und Umrichterbetrieb. Thesis, Technische Universität Darmstadt 2014
- [28] **Nysret Z. Avdiu, Shaban A. Buza:** Dynamic analysis of torsional torque during start of large squirrel cage induction motors. 13th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2009, Hammamet, Tunisia
- [29] **Kovács G.:** Páros harmonikusok 3/Y / 3/Y kapcsolású pólusát kapcsolós aszinkron motorok esetén. Elektrotechnika 2020/9-10, p. 16-19, 2020/12 p. 13-16.
- [30] **Kovács G.:** Kalickás aszinkronmotor forgórész horonyszámának, valamint horonyszám kombinációjának hatása a motor üzemére; analitikus számítás. Elektrotechnika 2021/7-8 p. 19-25.
- [31] **G. Kovács,** „Harmonics in the Squirrel Cage Induction Motor; Analytic Calculation; Part I: Differential Leakage, Attenuation, Asynchronous Parasitic Torques”. CES (China Electrotechnical Society) Transactions on Electrical Machines and Systems, Vol. 7, No. 3, p. 320-329. September 2023 DOI 10.30941/CESTEMS.2023.00034
- [32] **G. Kovács,** „Harmonics in the Squirrel Cage Induction Motor; Analytic Calculation; Part II: Synchronous Parasitic Torques, Radial Magnetic Forces”. CES (China Electrotechnical Society) Transactions on Electrical Machines and Systems, Vol. 7, No. 4, p. 404-421 December 2023 DOI 10.30941/CESTEMS.2023.00035



Kovács Gábor

Senior Development Manager

Ganz Villamossági Művek

MEE-tag

gabor.kovacs.ganz@gmail.com

Melléklet III-3.

Az állórész és a forgórész indukció és kerület menti áram hullámainak kölcsönhatása; a kerületi erők (benne a szinkron nyomatók) és a radiális erők kapcsolatának fizikai alapjai

Legyenek az állórész és a forgórész haladó hullámai az idő és a (kerület menti) hely függvényében a következőképpen felírva:

$$\begin{aligned} b_r &= B_r \sin(\omega_r t - p_r x - \varphi) & b_s &= B_s \sin(\omega_s t - p_s x - \varphi) \\ a_s &= A_s \cos(\omega_s t - p_s x) & a_r &= A_r \cos(\omega_r t - p_r x - \varphi) \end{aligned} \quad (61)$$

Csak annyit kötünk ki, hogy mind az állórész mind a forgórész mennyiségei között oksági összefüggés legyen:

$$a = k \cdot db/dx$$

Különbözik mind az állórész, mind a forgórész, mennyiségek bármilyen eredetűek lehetnek, köztük semmiféle kényszerkapcsolat nincs. Csak a mezők szögsebességével foglalkozunk; közömbös, hogy a forgórész mező szögsebessége függ vagy nem függ a forgórész szögsebességétől.

Formálisan kikötjük még, hogy p_s és p_r , valamint $p_s \cdot p_r$ csak pozitív egészek lehetnek. Ha ez utóbbi nem teljesül, akkor az egyenletek felírásakor az állórész és a forgórész szerepét megcseréljük (az eredmény nem változik). ω_r előjelét a (pozitív) ω_s -hez képest értelmezzük.

Ezután, párhuzamosan, mind a nyomaték, mind a rázóerő általános kifejezéseit is felírjuk, majd sorra vesszük a speciális feltételeket és az akkor érvényessé váló képleteket.

Az elemi nyomatékot a következőképpen határozzuk meg [10]:

$$dm = r f = -l r^2 B A dx ;$$

ahol r és l a forgórész sugara és hossza; x a kerület egy helye
A tengelyre ható nyomaték

$$M = -l r^2 \int_0^{2\pi} f dx$$

A képletsor *közvetlenül* felhasználható aszinkron gép (és szinkron gép) állórészének és forgórészének felharmonikus

5. táblázat Radiális és tangenciális erők összefüggései

	Tangenciális (kerületi) erő - Nyomaték	Radiális erő
Alap képletek	$f_{\tan g} = B_s A_r \sin(\omega_s t - p_s x) \cdot \cos(\omega_r t - p_r x - \varphi) =$ $= 1/2 \cdot B_s A_r [\sin((\omega_s - \omega_r)t - (p_s - p_r)x + \varphi) +$ $+ \sin((\omega_s + \omega_r)t - (p_s + p_r)x - \varphi)]$	$f_{rad} \approx (B_s + B_r)^2 = B_s^2 + B_r^2 + 2B_s B_r =$ $= B_s^2 / 2 \cdot (1 - \cos(2\omega_s t - 2p_s x)) +$ $+ B_r^2 / 2 \cdot (1 - \cos(2\omega_r t - 2p_r x - 2\varphi)) +$ $+ 2B_s B_r \cdot 1/2 [\cos((\omega_s - \omega_r)t - (p_s - p_r)x + \varphi) -$ $- \cos((\omega_s + \omega_r)t - (p_s + p_r)x - \varphi)]$
$p_s \neq p_r$ $\omega_s \neq \omega_r$	$f_{\tan g} = 1/2 * B_s A_r [\sin((\omega_s - \omega_r)t - (p_s - p_r)x + \varphi) +$ $+ \sin((\omega_s + \omega_r)t - (p_s + p_r)x - \varphi)]$	$f_{rad} \approx \dots + B_s B_r [\cos((\omega_s - \omega_r)t - (p_s - p_r)x + \varphi) -$ $- \cos((\omega_s + \omega_r)t - (p_s + p_r)x - \varphi)]$
	$f_{\tan g}$ a kerület mentén létrejövő tangenciális erőhullámok a hely és az idő függvényében. $M = -l r^2 \int_0^{2\pi} f dx = 0$	$r \neq 0$ rendszámú erő
$p_s = p_r$ $\omega_s \neq \omega_r$	$f_{\tan g} = 1/2 \cdot B_s A_r [\sin((\omega_s - \omega_r)t + \varphi) +$ $+ \sin((\omega_s + \omega_r)t - 2p x - \varphi)]$	$f_{rad} \approx \dots + B_s B_r [\cos((\omega_s - \omega_r)t + \varphi) -$ $- \cos((\omega_s + \omega_r)t - 2p x - \varphi)]$
	$M = -l r^2 \int_0^{2\pi} f dx = -\pi^2 l B_s A_r \sin((\omega_s - \omega_r)t + \varphi)$	
	Lengő nyomaték. Szinkron nyomaték	$r = 0$ rendszámú erő
$p_s = p_r$ $\omega_s = \omega_r$	$f_{\tan g} = 1/2 \cdot B_s A_r (\sin \varphi + \sin(2\omega t - 2p x - \varphi))$ $M = -\pi^2 l B_s A_r \sin \varphi$	$f_{rad} \approx \dots - B_s B_r (\cos \varphi - \cos(2\omega t - 2p x - \varphi))$
	Időben állandó nyomaték	Főmező jellegű erőképzés

saival kapcsolatos elméleti megfontolásokra és gyakorlati számításokra.

Az eredmények nem használhatók fel aszinkron gép (és szinkron gép) számítására *közvetlenül*, mivel feltettük, hogy az állórész és forgórész mennyiségek között semmiféle kényszerkapcsolat nincs. Márpedig valós gépben mindig van kényszerkapcsolat, melyet képlet szinten az (alapharmonikus) helyettesítő kapcsolási vázlat ad meg.

A fenti táblázathoz – a teljesség érdekében – az alábbi kiegészítést kell fűznünk.

A kerület menti áramhullám és a hozzá tartozó indukció hullám közötti általános kapcsolat

$$\begin{aligned} a &= \frac{\delta}{R \cdot \mu_0} \frac{db}{dx} = \frac{p\delta}{R \cdot \mu_0} B \cos(\omega t - p x) = \\ &= A \cos(\omega t - p x) \end{aligned} \quad (62)$$

$$\text{ahol } A = \frac{p\delta}{R \cdot \mu_0} B$$

A kerület menti (tangenciális) erőhullám abszolút értéke

$$f_{\tan g} = \frac{1}{2} \frac{p\delta}{R \cdot \mu_0} B_r B_s \quad (63)$$

A radiális erőhullám abszolút értéke

$$f_{rad} = \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \dots = \frac{1}{2\mu_0} B_s B_r \quad (64)$$

Ebből következően

$$f_{\tan g} / f_{rad} = \frac{p\delta}{R} \quad (65)$$

B_s és B_r önmagukkal vett négyzeteiből számítható f_{rad} erőknek megfelelő $f_{\tan g}$ erők a tangenciális erők között nem találhatók, összhangban a nyomatékképzés fizikájával.

Ragyogó fények - avagy mit tudnak a világító térkövek?

A fénynek mindennapi életünkben igen fontos szerepe van, akár a lakásunkban, irodákban, közintézményekben, de az utcán, köztereken, a kertünkben, és még sorolhatnánk.

Az SW Umwelttechnik Magyarország Kft. „Innovatív megoldások fényvel a funkcionális térkövekben” címmel a 2023. évi Érték és Minőség Nagydíj Tanúsító Védjegyhatalmat kiérdemelt pályázata nem véletlenül nyerte el a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Különdíját is. A parlamenti ünnepségen Galló Ferenc ügyvezető Tóth Évától, a MEE Marketing és Kommunikációs referenstől vette át a különdíjat.

Ez a pályázat különlegességével, látványával magával ragadó. A cég fejlesztésének köszönhetően az udvarunk naplemente után is életre kelhet: felfénylenek a kerti járdáink, megvilágosodhat a teraszunk vagy kertünk, az autóbefjárónkon vezetőfények segítik a parkolást, és még sok teret enged az ötleteknek a világító térkő!

A három országban érdekelt és négy hazai gyártóbázissal is rendelkező vállalatcsoport 1910 óta töretlenül áll a beton szolgálatában. Egyéb termékeik mellett intelligens térkő kínálatuk is a praktikumra, a tartósságra, a biztonságra irányuló, a kiváló ár-érték arány és az esztétikai minőség iránti elvárások szerint tökéletesítik egy átgondolt és innovatív stratégia mentén. Ennek a jegyében dolgozták ki a világító térkővet is, amely a betonburkolati elemek belső szerkezetének speciális kialakításától, a beépített világítótestek változatosságán át egészen a kapcsolódó szolgáltatásokig alkot olyan kifinomult és igényes rendszert, amely a maga egyediségével új dimenziókat nyit meg a térkőburkolatokkal kapcsolatos elképzeléseinknek.

A betonból készült térkövek belsejében ún. bennmaradó műanyag héjmag béleli azokat az üregeket és csatornákat, amelyek a világítótestek vagy akár nap-elemek, érzékelők, de még mini szőkókutak vagy párapapuk alkatrészeit is képesek stabilan és biztonságosan befogadni.

A gyártás során kialakított elemeket természetesen nem kell utólag fűrni vagy vágni, hiszen az eleve együttes működésre tervezett fogadótestek és elektronikai komponensek közötti kompatibilitás adott, az applikáció pedig gyárilag, ellenőrzött körülmények között történik – garantálva a világító térkő minőségét is.

Az SW Umwelttechnik innovációja és a megrendelő fantáziája nyomán – a gazdag térkő- és fényforráskínálat adta számtalan kombinációs lehetőség kapcsán egyedi, világító térkövek kerülhetnek a kertbe. A fény erőssége, a sugár iránya, a fénynyaláb jellege, a lámpatest formája és lencséje, a dőlésszög olyan szempontok, amelyeket a megvalósítani kívánt szándékok, az elérendő hatások, hangulatok, látványvilágok megteremtéséhez kell alaposan átgondolni és rendszerezni.

A pazar ajánlatsorból való – néha nem is olyan egyszerű – választás megkönnyítése érdekében igyekeznek segíteni az SW Umwelttechnik szakemberei, akik az értékesítési pontokon részletezik a tulajdonságokat, előnyöket is. Ha pedig megtörténik a döntés, és a vevő még az elképzeléseit is elővezeti, a szükséges darabszám kalkulációját követve a gyártó ingyenesen megtervezi a világító térkövek kiosztását, illetve a kábelvonalak hálózatát.

Bár elterjedt gyakorlat már a házilag kivitelezett térkövezés, ebben az esetben, mivel a kábelek összességükben bonyolult rajzolat is kiadhatnak, vezetésük pedig a térkőburkolatot fogadó ágyazat legfelső rétegében történik – az elektromos rendszer biztonságos működése és a végső felület egyenletessége érdekében ajánlott a kivitelezést is szakemberre bízni!

Mivel a LED-es technikával szerelt alacsony energiafogyasztás mellett működő „A” vagy annál magasabb energiacímkével rendelkező berendezések természetes fényhatást produkálnak, és lehetővé teszik a magas színkonizisztencia-tartomány elérését, a Nap sugarai nélkül is megtapasztalhatjuk az udvar árnyalatait, romantikus hangulatát.

Az SW Umwelttechnik világító térköveinek használatakor a kezünkben tarthatjuk az irányítást. A rendszer transzformátorán keresztül aktiválhatjuk a különböző funkciókat. Egy fényérzékelő segítségével megoldható például, hogy a lámpatestek automatikusan kivilágosodjanak. De van mozgásérzékelő szenzor is – vezetékes és vezeték nélküli kivitelben –, ami érzékésünkre reagálva kapcsolja fel a térkővilágítást.

A fentiek alapján elmondható, hogy a világító térkő megalkotásával az SW Umwelttechnik a kerti világítás újragondolására készlet. Ha lemegey a nap, felfénylenek az SWalk térburkolat elemei, új perspektívát és megvilágítást adva a kerti lomboknak, építményeknek.



SW Umwelttechnik Magyarország Kft.

2339 Majosháza, Tóközi u. 10.,
Tel. +36 24 620401
3571 Alsózsolca, Gyár út 5.,
Tel. +36 46 520120
3917 Bodrogkisfalud, Ady telep 1.,
Tel. +36 47 396016
office@sw-umwelttechnik.hu
www.sw-umwelttechnik.hu

Emlékeztető a Villamos Biztonsági Munkabizottság

2023. október 4-i üléséről

A Villamos Biztonsági Munkabizottság 317. ülését ismét személyes jelenléti formában tartottuk – volna! De a MEE-titkárság központi helyiségeiben történt műszaki problémák (csőtörés, beázás stb.) miatt nem tudott minket fogadni. Ezért az ülés előre elkészített programját PPT formában megküldtük a VB munkabizottság tagjainak, akik írásban küldték el az észrevételeiket. Az elmúlt 4 hónapban beérkezett szakmai kérdéseket és ezekre adott válaszokat dolgoztuk fel a következők szerint. Így – többek között – téma volt a zuhanyozó biztonsági sávjának értelmezésével, a villamos ívhegesztőgépek felülvizsgálatával, a fogyasztásmérő szekrények és a gumiszőnyeg alkalmazásával, az időszakos felülvizsgálatokkal, napelemes rendszer engedélyeztetésével, frekvenciaváltóval, villamos jármű töltőberendezésének felülvizsgálatával, használt aggregátorok üzembe helyezésével, IP-védettséggel, gázérzékelő-távadóval, gyengeáramú hálózatépítéssel, napelemes rendszer felülvizsgálatával, infotechnikai hálózat telepítésével, Rb-kötődobozzal, gépek védővezetőivel és a VBF-felülvizsgálatokhoz szükséges szakképesítésekkel kapcsolatos kérdés.



1.) APPONYI TAMÁS a zuhany biztonsági sávjának értelmezése iránt érdeklődött: a zuhanytálca nélküli, épített zuhanyzóba beépítésre került egy zuhanycsaptelep, amelyhez csatlakozik egy mennyezeti fix zuhanyrózsa, illetve egy 1,2 m-es csővel egy kézi zuhanyrózsa, de az nincs fixen szerelve. A kérdés, hogy a szabványban meghatározott 120 cm-es távolságot honnan kell mérni?

VÁLASZ:

A rögzített vízkifolyás középpontja a mérvadó, a kézi zuhany nem a zuhanyzón kívüli vízvételezés biztosítására, hanem csak a kényelmesebb zuhanyzás biztosítása céljából van kialakítva! Egyébként tetszőleges hosszúságú flexibilis csőre bármikor cserélhető, így a jelenlegi hossz nem is lehet mérvadó!

2.) BARCZI ISTVÁN a villamos ívhegesztőgépek időszakos felülvizsgálatának végzéséhez szükséges jogosultságok iránt érdeklődött.

AZ ELŐÍRÁS:

143/2004. (XII. 22.) GKM-rendelet a Hegesztési Biztonsági Szabályzat kiadásáról.

„8.3. A 8.1. pontban foglalt vizsgálatok elvégzésére – legalább középfokú szakirányú szakképesítéssel és 5 éves szakmai gyakorlattal – az e feladattal megbízott személy vagy akkreditált intézmény jogosult.”

A MEE VB Operatív csoportja viszont más – szigorúbb – választ adott:

„A 8.1. pontban foglalt vizsgálatok elvégzésére legalább villamos erősáramú/energetikai és hegesztéstechnikai közép-fokú szakirányú szakképesítéssel, valamint 5 éves szakmai gyakorlattal e feladattal megbízott személy.” Miért ez a pontosító közbeszűrés?

VÁLASZ:

Azért, mert áttekintve a hivatkozott rendelet ellenőrzési listáját, azt állapítottuk meg, hogy mindenképpen szükséges a villamos erősáramú/energetikai szaktudás, de nem elégséges!

3.) KARACS DÁVID a gumiszőnyeg alkalmazásáról érdeklődött: kötelező-e gumiszőnyeg elhelyezése kisfeszültségű vagy középfeszültségű berendezéseket tartalmazó helyiségekben, az egyes kapcsoló- és elosztóberendezések előtt?

VÁLASZ:

Jelenleg sem jogszabály, sem szabvány nem tartalmaz olyan előírást vagy követelményt, amely a gumiszőnyegre, illetve annak alkalmazására vonatkozna. Ez érvényes a kis- és a nagyfeszültségű berendezésekre egyaránt! Korábban egyes helyeken alkalmazták, de ez csak külön gondot jelentett, pl. a rögzítése (felpöndörödött), majd az öregedése. Ezen kívül rendszeresen speciális szigetelésvizsgálatot is kell végezni rajta. Az elhelyezése hamis biztonságot kelt, használatát semmiképpen sem javasoljuk!

4.) BORDÁS BÉLA fogyasztásmérő szekrényel és felülvizsgálatokkal kapcsolatos kérdései:

4.1.) Kötelező-e a felhasználónak a Hensel mérőszekrény burkolatának felhelyezése épületen belül?

VÁLASZ:

A gyártó kültérre és beltérre különböző védettségű szekrényeket gyárt, a felhasználó nem alakíthatja át a villamos szerkezetet, annak nincs akadálya, hogy szigorúbb feltételűt alkalmazzon.

4.2.) Az IP-védettség változik-e, ha az ajtónyílás nyitva marad egy résnyire?

VÁLASZ:

Amennyiben a szekrényajtó nem záródik, nem csak az IP-védettség változik, hanem helytelen létesítéssel állunk szemben! **Az meg nem fogadható el!**

4.3.) A kizárólagos védettséget biztosító burkolat meglétét ellenőrizni kell-e?

VÁLASZ:

Csak a **18/2107. (XII. 21.) MEKH-rendelet**, valamint az **MSZ 447:2019** szabvány szerint kialakított és a helyi szolgáltató rendelkezéseinek megfelelő fogyasztásmérőhely – amelyben a készülék gyártói előírásokat is figyelembe vették – garantálja a megfelelő villamos biztonságot, áramütés elleni védelmet és a pontos elszámolási mérést!

4.4.) Alá kell-e íratni a tulajdonossal, hogy tudomásul vette az előírásokat?

VÁLASZ:

A létesítésért a villanszerelő a felelős, a tulajdonosnak nem kell aláírnia, laikusok is kezelhetik!

4.5.) Egy nagy teljesítményű, 1 x 32 A betáplálású rádiókomunikációs torony kötelezően előírt, rendszeresen ismétlődő, időszakos felülvizsgálatainak (tűzvédelmi/ villámvédelmi/ szabványossági felülvizsgálat) rendjéről kért tájékoztatást.

VÁLASZ:

Valóban a különféle villamos berendezéseket időszakosan felül kell vizsgálni, általában legtöbbször a villamos biztonsági felülvizsgálatról és a villámvédelem szabványossági felülvizsgálatáról van szó, amelyeket jogszabályok rendelnek el. Ezek a következők:

a) 40/2017. (XII. 4.) NGM-rendelet 1. melléklete: Villamos Műszaki Biztonsági Szabályzat (VMBSZ) Lásd a szabályzat

16., 17. és 1.8. pontját: – Ellenőrzési kötelezettség,

1.12. és 1.13. pontját: – Villamos Biztonsági Felülvizsgálat (VBF)

Vizsgálatok: általában 3, illetve 6 évenként; **Rb-környezetben:** 6 havonta, évente és 3 évente

b) 10/2016. (IV. 5.) NGM számú rendelet: „a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről” Lásd:

19. § (5) Működési próbát kell végezni:

– az áram-védőkapcsolókon (ÁVK) havonta,

– ideiglenesen telepített munkahely esetében az ÁVK-n telepítéskor, majd havonta

19. § (7) Időszakos ellenőrző felülvizsgálatot – a VMBSZ-szabályzat rendelet hatálya alá tartozó villamos berendezések kivételével – szabványossági felülvizsgálattal rendszeresen, legalább 3 évente kell elvégezni a munkahelynek minősülő helyen.

c) 54/2014. (XII. 5.) BM-rendelet: Országos Tűzvédelmi Szabályzat (OTSZ 5.2)

276. § Kisfeszültségű erősáramú berendezések időszakos tűzvédelmi jellegű felülvizsgálata.

Vizsgálatok: >300 kg/l fokozottan tűz-/robbanásveszélyes anyag jelenléte esetén: 3 év, egyébként: 6 év

Megjegyezzük, hogy a két biztonsági előírásban hasonló témakörben eltérőek a követelmények, akkor mindig a szigorúbb szabályozás szerint kell eljárni!

5.) KOVÁCS GÁBOR Egy napelemes rendszer telepítése közben – még nem beadva az engedélyeztetési dokumentációt – szembesültem a szeptember 7-i határidővel. 13-án, még a rendelet megjelenése előtt beadtuk az igényt. Igyekszem elérni, hogy a rendszer által termelt áram éves szaldó elszámolással legyen elszámolható. Az út meghatározásában kérem a segítségüket, hogy méltányossági kérvényt nyújtsak be? Ha igen, hová?

VÁLASZ:

A MEE egy villamos szakmai egyesület, amely kizárólag műszaki-biztonsági kérdésekkel foglalkozik, engedélyezési eljárásokban, méltányossági kérdésekben illetéktelen. Cél-szerű az illetékes áramszolgáltatóval egyeztetni, megegyezés hiányában a hatóságokhoz kell fordulnia, pl. a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatalhoz.

6.) MÉSZÁROS BENCE Adott egy frekvenciaváltós motor. A frekvenciaváltótól 325 méter hosszú, 3x95/sh50 mm² keresztmetszetű, CU/XLPE/CTS/PVC típusú kábel megy a motorhoz. Ez egy 3 vezető kábel, aminek a réz árnyékolóhálójára került bekötésre a PE vezető gyanánt. A motor és a hajtás gyártója ezt a típusú kábelt ajánlja a használathoz, azonban a gyártó arról is említett tesz, hogy ha ez a réz árnyékolóháló nem tesz eleget az

MSZ EN IEC 61439-1 szabványnak, akkor egy, elkülönített PE vezetőt is használni kell az árnyékolás mellett. Ebből adódik a kérdésem, hogy a fentebb említett, esetleg más szabvány kitér-e a szabadföldelésű vezeték maximális hosszára, mielőtt egy különálló PE vezető bekötésére is szükség volna?

VÁLASZ:

A frekvenciaváltó egy olyan elektronikai eszköz, amely egy új hálózatot hoz létre, és amelynek kialakítása a gyártótól függ. Ezért erre vonatkozólag a gyártói előírásokat és utasításokat kell követni, kétség esetén a gyártó vagy forgalmazó felé kell fordulni. Teljes bekötési hossz: a motor és az inverter közti kábel maximális hossza a frekvenciaváltó teljesítményétől és a választott vívőfrekvenciától függ, értékét a gyártók táblázatban közlik.

7.) MÉSZÁROS TAMÁS kérdése: adott egy 6 lakásos társasház, mélygarázs és két emelet. A lakások 1x32 A-es csatlakozással bírnak. Minden egyes lakáscélú kiselosztóból egy áramkört építenek ki a mélygarázsban lévő saját parkolóhelyre, a villamos jármű töltési lehetőségeként. Jelenleg az első felülvizsgálat zajlik, de kérdésként merült fel, hogy a 40/2017. (XII. 4.) NGM-rendelet (VMBSZ) szerinti időszakos villamos biztonsági felülvizsgálat 1.13.3. pontja szerinti mentessége ebben az esetben vonatkozik-e a közös használatú terekben kialakított töltőpontra?

VÁLASZ:

A mélygarázsban lévő berendezés nem tekinthető a lakás villamos berendezésének akkor sem, ha táplálását a lakáselosztóból kapja! A társasház közös helyiségeiben lévő hálózatot, illetve berendezéseket legalább 6 évenként villamos biztonsági felülvizsgálattal ellenőrizni kell, ekkor ellenőrizni kell a mélygarázsban lévő egyéb berendezések mellett a töltőket is!

8.) MUZSEK ANDRÁS használt aggregátorok üzembe helyezés előtti részletes helyszíni felülvizsgálatát kérte tőlünk.

VÁLASZ:

A Magyar Elektrotechnikai Egyesület köztestület, a Villamos Biztonsági Munkabizottsága közérdekű műszaki-biztonsági kérdésekben alkot véleményt! Egyedi esetek szakértői véleményezésére tudjuk javasolni nagy szakmai tapasztalattal és villamos biztonsági felülvizsgálói végzettséggel rendelkező tagjainkat, akik vállalkozóként dolgoznak.

9.) NÁNÁSI SZILVIA A fürdőszobájába költségmegosztót szereltek fel. A mérőműszert a 2-es zónában helyezték el és a műszer védettségi fokozata IP41, amely nem felel meg az MSZ HD 60364-7-701:2007 szabvány követelményének, hiszen az idézett szabvány 701.512.2. szakasza szerint a 2-es sávban legalább IP44-es védettségi fokozatú vezérlőkészülék helyezhető el!

VÁLASZ:

Az említett szabvány előírásai az erősáramú/energetikai villamos hálózatról táplált kisfeszültségű villamos készülékekre vonatkoznak, azaz ~50...1000 V AC váltakozó áramú és 75...1500 V DC névleges feszültségű egyenáramú berendezésekre. A szóban forgó költségmegosztó nem tartozik az idézett szabvány hatálya alá! A műszer áramütés elleni véde-

lem szempontjából az emberre teljesen veszélytelen: 3 V-os elemről táplálják, ami a törpefeszültség legalsó tartománya, nagyon kicsi az energiakapacitása (10 J-nál kevesebb).

10.) RÁTAY GÁBOR Egy VÖLGAS típusú gázérzékelő esetében az egyik megrendelő ragaszkodik a gázérzékelőtávadónak az épület védő-egyenpotenciálú rendszerével való összekötéséhez. A termék központi egységében törpefeszültségű biztonsági elválasztó transzformátor található, az ehhez kapcsolódó egyetlen fogyasztó egy EX-minősítésű gázérzékelő távadó. A távadóba bekötött vezeték YSLY-jb típusú 3X0,75 mm²; 300/500 V feszültségű. A távadó BKI által bevizsgált érvényes ATEX engedéllyel rendelkezik. A tanulmányai alapján úgy tudja, hogy az elválasztott áramkör testeit nem szabad összekötni sem más áramkörök védővezetőjével vagy testeivel, sem pedig a földdel. Ebben az esetben is igaz ez?

VÁLASZ:

Az **MSZ HD 60364-4-41:2018** szabvány 413. fejezete szerinti villamos elválasztás védelmi mód valósul meg. Az áramforrás egy földeletlen, egyszerű elválasztással ellátott tápforrás. Ez a tápforrás egyetlen fogyasztót táplál, amelyen nincs is vezetéksatlakozási lehetőség. A leírás és a csatolt fénykép alapján teljesülnek a szabvány itt idézett követelményei:

„413.3.6. Az elválasztott áramkör testeit nem szabad összekötni sem más áramkörök védővezetőjével vagy testeivel, sem pedig a földdel.”

11.) SÁNDOR IMRE A DIGI Kft. munka- és tűzvédelmi vezetője kért szakmai iránymutatást az **MSZ 1585:2016** szabvány alapján a gyengeáramú hálózati bekötést végző kollégáink képzésével kapcsolatban. Jellemzően, amikor gyengeáramú hálózati bekötést végeznek, akkor közepesfeszültségű szabadvezeték-hálózatok tartószerkezetein rögzítenek kábeleket. Évente közös oszlopsoros oktatásban, valamint éves ismétlő munkavédelmi oktatásban részesül minden érintett munkavállalónk. A kérdése az, hogy milyen képzéssel tudjuk teljesíteni a szabvány szerinti megfelelést, hogy a feszültségközeli munkavégzés megfeleljen a jogszabályi és szabványkövetelményeknek?

VÁLASZ:

a) Minden esetben követni kell és teljesíteni kell az **MSZ 1585:2016** szabvány erre a munkára vonatkozó, illetve értelmezhető biztonsági előírásait. Különösen a következőket:

4. fejezet: Alapelvek pl. személyzet, szervezés, kommunikáció, szerszámok, eszközök, dokumentáció, jelzések.

6. fejezet: Munkavégzési eljárások, feszültséghez közeli munkavégzés.

8.100. fejezet: Speciális munkák, pl. szabadvezetékek megközelítése, vezetékcsatlakozások, oszlopra mászás, oszlopon végzett munkák.

9.100. fejezet: Műszaki mentés és elsősegélynyújtás.

A melléklet: Védőtávolságok.

B melléklet: Légköri feltételek, szükségshelyzeti intézkedések.

C.100. melléklet: Elsősegélynyújtási útmutató.

b) Figyelembe kell venni és követni kell a MEE Villamos Biztonsági Munkabizottság Operatív Csoportja által erre a témára készített dokumentumában foglaltakat, amely a gyengeáramú végzettségű szakemberek (informatikus, programozó, híradástechnikus, műszerész stb.) munkavégzési lehetőségeit ismerteti az erősáramú/energetikai villamos

berendezéseken. A gyengeáramú végzettségű szakemberek csak akkor dolgozhatnak erősáramú/energetikai villamos berendezéseken, ha igazoltan kioktatták őket arról, hogy mi a feladatuk, mit végezhetnek, hol a tevékenységük határa, valamint ismerik felelősségüket és a munkájuk veszélyeit. Ez az oktatás és az igazolás csak arra a munkahelyre szól, ahol dolgoznak és az oktatást kapták. Ha más munkahelyen hasonló feladataik vannak, ott is meg kell szervezni az oktatást a helyi sajátosságoknak megfelelően. A **VB MuBi** által kidolgozott dokumentum beszerezhető a **MEE** titkárságán.

12.) SZARVAS LAJOS kérdése: egy napelemes kiserőmű 43 MWp összteljesítményű, földre telepített rendszer, 137 db 250 kW-os inverterrel szerelve, 800 V-os földkábeles hálózattal. 2020. 09. 20-án helyezték üzembe. Az üzembe helyezést követően az időszakos, üzem közbeni villamos biztonsági felülvizsgálattal egy időben szükséges-e elvégezni – minden alkalommal – az **MSZ EN 62446-1:2022** szabvány előírásai szerinti időszakos igazoló ellenőrzésben szereplő egyenáramú vizsgálatokat is?

VÁLASZ:

Magyarországon a villamos rendszerek és berendezések (jelentős berendezések esetében) időszakos felülvizsgálatát kötelezően végrehajtandó jogszabály írja elő, a **VMBSZ**, az adott esetben a gyakoriság: 3 év. A hivatkozott szabvány ehhez rendeli a PV-rendszerek időszakos igazoló ellenőrzésnek elvégzését is. Természetesen, ha teljesítjük a szabvány követelményeit és elvégezzük az időszakos igazoló ellenőrzést, akkor egyértelmű, hogy követni kell a szabványok igazoló ellenőrzésre vonatkozó vizsgálati előírásait! A rendszervizsgálatoknak a PV-rendszer mind a váltakozó, mind az egyenáramú oldalára ki kell térnie!

13.) TORNYI GÁBOR Információtechnikai hálózat telepítése során a hálózat egy speciális kábellel lesz kiépítve, ami egyszerre tartalmazza a rézvezetéket és az optikai kábeleket is. A hálózat betáplálása egy 110 V-os egyenirányítóval történne, ami 230 V váltakozó feszültségű betáplálást igényel. A telepítést végző személynek milyen technikus végzettségre/certifikációra van szüksége ahhoz, hogy törvényes lehessen a munkavégzés?

VÁLASZ:

Erősáramú/villamosenergetikai alapszakképzettség szükséges! Mi fogadható el erősáramú/energetikai szakképzettségnek? Ezt az Innovatív Képzéstámogató Központ Zrt. (IKK) által kiadott, a villámvédelmi felülvizsgáló képzését megalapozó, 07134008 számú programkövetelmény 7.2. pontjában lévő felsorolás tartalmazza. Ha a kollégák részt vesznek az említett speciális kábel szerelésében, akkor ajánlott kábelszerelési tanfolyamot elvégezni, illetve kábelgyártó cég szakembereitől kioktatást kérni. Ha gyengeáramú végzettségű szakemberek (informatikus, programozó, híradástechnikus, műszerész stb.) munkát végeznek az erősáramú/energetikai villamos berendezéseken, ezt csak akkor végezhetik, ha erre igazoltan kioktatták őket, ahogy ez Sándor Imre válaszában is látható!

14.) VALTER ZOLTÁN Robbanásveszélyes zónaövezet határon belül (zóna1 és zóna2) szükséges-e bekötni annak a fűtőkábel kötésdobozának (egyébként műanyag) a külső VÖV (EPH) csatlakozókapcsát a földelhálózathoz (a bekötés pontját dobozon kívül a földelés jel is jelöli), amely csatlakozókapocs a kötésdobozon belül össze van kötve a betáplálókábel (PE) védővezetőjével?

VÁLASZ:

A válaszhoz kikértük Veress Árpád, a Robbanásbiztonság-technikai Munkabizottság vezetőjének szakvéleményét:

Ez egy fűtőkábel-szerelő doboz, melyben fémpanelt alkalmaznak a tömszelencék fizikai rögzítésének megfelelő biztosításhoz. Mindenképp javasoljuk a gyártói dokumentáció megvizsgálását, mit írnak elő a tárgyi kérdéssel kapcsolatban. Feltételezem, hogy a tömszelence fém, így alkalmazása esetében indokolt a földelés bekötése.

15.) VAS ZOLTÁN kérdései:

15.1.) Egy gép villamos szerkezete esetén elegendő-e a védővezetők és a védőösszekötő-vezetők ellenállásának mérésével ellenőrzése?

VÁLASZ:

A gép belső védővezetőinek ellenállását legalább egyszer kell mérésével ellenőrizni, üzembe helyezés előtt. Üzemben lévő és nem megbontott gép esetében elegendő a szemrevételezés és a folytonosság ellenőrzése (pl. legalább „csengetéssel” vagy célműszerrel).

15.2.) Zárlati hurokimpedancia mérése csak a betáplálási ponton kötelező?

VÁLASZ:

Igen, az **MSZ HD 60364-4-41:2018** szabvány szerint!

15.3.) A gép gyártójának minden esetben meg kell adnia az ellenállás „várható tartományát”?

VÁLASZ:

Igen!

15.4.) Az új szabvány követelményei szerint tehát a gép gyártójának, tervezőjének számítással kell meghatározni a (hossz – keresztmetszet – vezető anyaga) a legnagyobb, még elfogadott ellenállás értékeit?

VÁLASZ:

Igen! (Megjegyezzük, hogy egyes termékszabványok az adott termékekre megadnak konkrét ellenállásértéket – ekkor nem kell a tervezőnek kiszámolnia!)

15.5.) Mekkora ez az érték?**VÁLASZ:**

Nagysága termékfüggő, szabvány szerinti, vagy tervezői adat! A régi szabvány 9. táblázata már nem aktuális, visszavonták.

15.6.) Mikor fogadható el egy ismert hosszúságú, keresztmetszetű és anyagú védővezető mért ellenállása?

VÁLASZ:

Amennyiben gyártói adat nem áll rendelkezésre, és érvényben lévő szabvány nem tartalmaz vonatkozó előírást, a visszavont szabvány előírásaira lehet támaszkodni!

16.) TEICHTINGER ZOLTÁN kérdései:

16.1.) Mi a helyzet a VMBSZ-rendelet módosításának hatálybalépése előtt megszerzett és folyamatosan meghosszabbított érintésvédelmi

és szabványossági felülvizsgálói szakmai jogosultságokkal, azokkal már nem lehet érintésvédelmi vizsgálatot elvégezni?

VÁLASZ:

Hazánkban a korábbi években működő és közismert szakképzési rendszert (lásd: OKJ) a közelmúltban teljesen átszervezték. Új jogszabályok tartalmazzák a szakmai listát és a szükséges szakmai képeket. Módosították az **OTSZ-t** és **VMBSZ-t**; egy vizsgálatba „VBF” összevonták az EBF és az ÉVF felülvizsgálatokat. Ennek során kiadták az Ön által is ismert „egyes ipari és kereskedelmi tevékenységek gyakorlásához szükséges képekről, valamint egyes műszaki szabályozási tárgyú miniszteri rendeletek módosításáról” szóló **34/2021. (VII. 26.) ITM-rendeletet**, amelynek az 1. melléklete felsorolja az egyes ipari és kereskedelmi tevékenységek gyakorlásához szükséges képeket. Ez többek között a 16.1. táblázatunkban látható szakképeket tartalmazza.

2021 óta csak **VBF**-jogosultság szerezhető és végezhető! A korábbi **ÉV** és **EBF** (együttes) egyenértékűségét a **34/2021. (VII. 26.) ITM-rendelet 1. melléklet táblázatának 74 c)** sora tartalmazza!

További részleteket „az összekötő és felhasználói berendezésekről, valamint a potenciálisan robbanásveszélyes közegben működő villamos berendezésekről és védelmi rendszerekről” szóló, 2020. július 31. óta hatályos, módosított **40/2017. (XII. 4.) NGM** rendelet 1. melléklete, a **Villamos Műszaki Biztonsági Szabályzat (VMBSZ)** tartalmaz.

Villamos biztonsági felülvizsgálatot (beleértve: a gázfelhasználói berendezések áramütés elleni védelmének ellenőrzését is) végezni és ezt dokumentálni csak olyan személynek van jogosultsága:

a) akinek érvényes **VBF** szakképesítése van + részt vett az ötévenkénti ismeretfelújító hatósági továbbképzésen.

b) a korábban kiadott **ÉV-** és **EBF-**oklevelekkel csak abban az esetben van jogosultsága, ha mindkét szakképesítése megvan és rendelkezik a **365/2016. (XI. 29.) Korm.-rendelet 24/q. § (2)** bekezdés és a **40/2017 (XII. 4.) NGM-rendelet** alapján szervezett, kötelező továbbképzés eredményes teljesítéséről szóló, a vizsgaszervező intézmény által kiállított továbbképzési igazolással. A továbbképzési igazolás a szakterület szerinti szakképesítést igazoló bizonyítvánnyal együtt érvényes!

16.1. táblázat A VBF-vizsgálatokhoz szükséges képekről

Önálló tevékenység	Választható szakma vagy képzés önálló tevékenység esetén	Korábbi jogszabályban előírt szakma vagy szakképesítés
A	B	D
22. Erősáramú berendezések felülvizsgálása, minősítő nyilatkozat megtétele	Villamos biztonsági felülvizsgáló (VBF) (jogszabály alapján szervezett képzés)	Erősáramú berendezések felülvizsgálója
60. Lakó- és kommunális épületek, ipari létesítmények érintésvédelmi vizsgálata	Villamos biztonsági felülvizsgáló (VBF) (jogszabály alapján szervezett képzés)	Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló
74. Műszaki biztonsági felülvizsgálat	c) Villamos biztonsági felülvizsgáló (VBF) (jogszabály alapján szervezett képzés)	c) Érintésvédelmi szabványossági felülvizsgáló és Erősáramú berendezések felülvizsgálója

16.2.) A tárgykörrel kapcsolatban tisztázott szakmai jogosultságokra vonatkozóan: ha egy vállalkozáson belül az egyik villamos ipari szakembernek érintésvédelmi és szabványossági felülvizsgálói jogosultsága van meg, a másik villamos ipari szakembernek pedig az erősáramú biztonsági felülvizsgáló jogosultsága, ők ketten kitölthetnek egy villamos biztonsági felülvizsgálatról szóló dokumentumot, természetesen úgy, hogy mindketten hitelesítik a VBF-dokumentumot?

VÁLASZ:

Villamos biztonsági felülvizsgálat dokumentációját villamos biztonsági felülvizsgáló, illetve ÉVF- és EBF-jogosultságú szakember (érvényes továbbképzési részvétellel) készítheti. Az átmeneti időszakban a VBF-jogosultság megszerzéséig nem látjuk akadályát annak, hogy a dokumentáció két részét két, külön jogosultságú szakember készítse és aláírásával hitelesítse.

A **MEE Villamos Biztonsági Munkabizottsága (VB MuBi)** évente ötször ülésezik: **minden páros hónap első szerdáján**, kivéve augusztust (tehát februárban, áprilisban, júniusban, októberben és decemberben). Az üléseket mindig szerda du. 14 órakor tartjuk személyes részvétellel a **MEE központi székhelyén: 1075 Budapest, VII. kerület, Madách Imre út 5. III. emeleten a nagytárgyalóban**. A rendes ülésrendtől való eltérés esetén értesítést küldünk. Az ülés nyílt, minden érdeklődő kollégát szívesen látunk!

Budapest, 2023. október 4.

*MEE Épületvillamossági és Biztonsági Szakosztály
Villamos Biztonsági Munkabizottság*



Arató Csaba
az ÉV MuBi titkára



Rajkai Ferenc
az ÉV MuBi
operatív csoport tagja



Dr. Novothny Ferenc
ÉV Mubi vezetője

HÍREK

Egymillió MI-re épülő munkahely 2030-ig

Ember és gép – A mesterséges intelligencia (MI) szédítő sebességgel épül be a gazdaságba, az iparba és változtatja meg az életünket. Egy új ipari forradalom tanúi vagyunk. Az MI nem helyettesíti, hanem kiegészíti az emberi tudást: hatékonyabbá, gyorsabbá, jobbá teszi a döntéseket és az üzleti folyamatokat.

A kérdés ma már nemcsak az, hogy mire lesz képes a mesterséges intelligencia, hanem az is, miként fog hatni a mindennapjainkra – hangzott el a Bosch×Richter Innovátorok Napja konferencián. 2023-ban a világ TOP3 online óriáscege összesen 120 milliárd dollárt fordít a mesterséges intelligenciához kapcsolódó fejlesztésekre, ami jól mutatja a terület fontosságát. Magyarországnak is van Mesterséges Intelligencia Stratégiája, melynek célkitűzése, hogy 2030-ig 15%-os GDP-növekedés jöjjön létre az MI adaptációja révén. A hazai kvv-k körében fontos elérni, hogy 26%-kal növekedjen az egy főre jutó hozzáadott érték, továbbá 1 millió ember dolgozzon olyan munkakörökben, ahol az MI-t használják feladatok ellátása során – ismertette Jakab Roland, a Mesterséges Intelligencia Koalíció elnöke.

Mesterséges intelligencia a gyárakban

Innovatív vállalatoknál az MI bevezetése a jövőben nemcsak a fejlesztés, hanem a gyártás területén is „must have”, szinte kötelező lépés lesz. Jelenleg a gyártásban az egyik fő feladat azoknak az előfeltételeknek a megteremtése, amelyek az MI használatához szükségesek. Meglévő, régebb óta működő technológiák esetén elemezni érdemes, hogy az MI által igényelt fejlesztés (pl. szenzorok utólagos beépítése, digitalizáció) milyen előnyökkel jár és mely területen éri meg használni. Új gyártó kapacitásoknál, mai technológiák esetén ez nem kérdés, mert eleve adott a mesterséges intelligencia bevezetéséhez szükséges digitalizációs szint – véli Szénási Attila, a Richter Gedeon Nyrt. gyógyszergyártási igazgatója.

Olcsóbb és megbízhatóbb termékek

Az MI bevonásával az olyan komplex ipari folyamatok is, mint az autógyártás, hatékonyabbá, gazdaságosabbá tehetők. Például a kamerákkal összekötött mesterséges intelligencia már a gyártás korai fázisában képes – megfelelő tanítás után



– „ránézésre” kiszűrni a hibás darabokat. A hibás alkatrészek, például chipke, így eleve nem kerülnek beépítésre a komplexebb részegységekbe, és végső soron a járművekbe sem. Ezáltal csökken az autók meghibásodásának valószínűsége, megbízhatóbb lesz a működésük. Sokkal kisebb lesz a gazdasági veszteség is, ha az értéklánc korai fázisában selejteznek le egy hibás alkatrészt, mintha már egy komplex és drága berendezésbe, járműbe beépítve okozna később komolyabb hibát – világított rá Pótsa Mátyás, a magyarországi Bosch csoport innovációs ökoszisztéma vezetője.

Az ember pótolhatatlan és az is marad

Az EESZT bevezetése óta, Magyarország az egészségügyi szempontból adatgazdag országok közé tartozik. Ebből a folyamatosan bővülő, rendszerezett adattömegből a mesterséges intelligencia bevonásával rengeteg hasznos, a megelőzést, a gyógyulást szolgáló, akár életmentő következtetés és eredmény nyerhető ki. Az MI segítségével gyorsan és hatékonyan felkutatathatók a betegségek komplex kockázati tényezői, a rejtett halálokok, az ellátórendszer gyenge pontjai vagy akár a meglévő gyógyszerek lehetséges új felhasználási területei. A felhalmozott egészségügyi adatvagyon olyan értéket képvisel, melynek a mesterséges intelligenciával történő felhasználását nemzetstratégiai szinten érdemes kezelni. Hosszabb távon nem lesz fenntartható az egészségügy, ha bizonyos folyamatokat nem sikerül az MI alkalmazásával automatizálni. Ugyanakkor az emberi kontaktust nem fogja tudni pótolni a mesterséges intelligencia, a gyógyításhoz az emberre mindig szükség lesz – tette egyértelművé dr. Szócska Miklós, a Semmelweis Egyetem Egészségügyi Közzszolgálati Karának dékánja.

Forrás: Bosch

Prof. dr. Delesega Gyula

A temesvári lett volna az ország második műszaki egyeteme

Temesvár, Veszprém és Eléfszina mellett, 2023-ban Európa kulturális fővárosa. Ez az ismertető ebből az alkalomból készült.

A mérnöki tudományok művelői régóta jelen vannak Temesváron. Elég az 1743-ban már álló Ingenieur-haus épületére, majd a helyére 1846-ban épült és 1970-ben lebontott Hadmérnökségre gondolni. Emellett az osztrák erőd Esplanade-ával kapcsolatos katonai terven Bolyai János (1802–1860) tüzérkapitány aláírása is rajta maradt 1821-ből, aki innen Temesvárról írta apjának, Bolyai Farkasnak (1775–1856) Marosvásárhelyre 1823. november 3-án levelében *...hogy semmiből egy új más világot teremtettem...* Ez, a tér tudományát forradalmasító műve, a hiperbolikus mértan. 1856-tól létezik vasúti közlekedés, és az 1867-es kiegyezés után Temesvár kirobbanó fejlődésnek indult (már abban az évben, november 3-án, megalakult a Temesvári Közúti Vaspálya Társaság, hogy ennek tevékenysége nyomán beinduljon 1869-ben a lóvasút, majd 1899-ben megjelenjen a villamos). Dél-Magyarország legnagyobb városává fejlődött településen egyre több, a kor szakmai vívmányait bevezetni kívánó lelkes polgár természetes módon lép fel a helyi egyetemi képzés igényével. Ennek ad hangot a Péch József (1829–1902) által 1877-ben alapított Temes-vidéki Magyar Mérnök- és Építészegylet kétnyelvű Közlőnye. Hamar terjednek a műszaki megvalósítások, Leyritz Ignác (1832–1910) lakatosmesternek köszönhetően 1879-ben már működik a telefonkapcsolat, **Európában először 1884-ben Temesváron gyúl ki az utcai villanyvilágítás**, de 1886-ban ugyancsak Leyritz Ignác használ először hangerősítőt a Tiszti Kaszinó erkélyén koncertező katonazenekar számára, és ő mutatja be 1891-ben a fonográfot, majd megveszi 1900-ban az első gépkocsit.

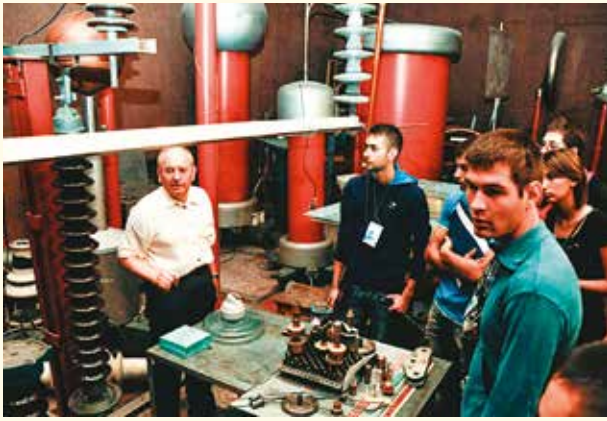
Az egyetemi képzésnek voltak előzményei Temesváron, hiszen Lonovics József (1793–1867) római katolikus püspök kezdeményezésére (1836) létrejön egy bölcsészeti kar (1841), majd egy jogi kar (1845), a papnevelő intézet Szent György-téri épületében. Sajnos, 1849-ben a katonai adminisztráció ezeket megszünteti. Elfogadva Telbisz Károly (1854–1914) polgármester 1906 novemberében tett javaslatát **Magyarország második Műszaki Egyetemének** Temesváron történő megalapítására, a város vezetése ez irányú igényét hivatalossá teszi az 1907-ben megszerkesztett 44 pontos irattal, amit a magyar kormányhoz terjeszt fel. A magyar Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium 1911-ben elutasítja a kérelmet annak dacára, hogy a város anyagi támogatást ajánl fel az egyetem céljára. Ezek után, 1912. április 29-én, a temesvári vezetés felkéri Zelovich Kornélt (1869–1935), a Budapesti Műszaki Egyetem tanárárt az egyetem alapítási jogosságának megvizsgálására. Zelovich professzor a nyugati országokkal való összehasonlítás, a vasúti és gazdasági fejlettség, a létező oktatás, művelődés, tudományos egyesületek stb. alapján, igazi, nagy tudományos potenciál létezését állapítja meg, létjogosultnak tartja a kérelmet, és az így összeállított anyagot 1914. június 29-én a Városháza elé terjeszti.

Nem tesz jót ennek az igénylésnek az I. világháború kitörése. Mégis, Zelovich anyagára támaszkodva, a Városi Tanács 1916. július 11-én ismét a magyar kormány elé terjeszti egyetemalapítási kérelmét. Ekkor, a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium a Budapesti Műszaki Egyetem véleményezését kéri. Kürschák József (1864–1933) rektor e célra kinevezett bizottsága, áttanulmányozva a benyújtott dokumentációt, 1917 februárjában bemutatja következtetéseit, melyek értelmében Temesváron létrehozását ajánlja a második magyarországi Műszaki Egyetemnek, mint Magyarország balkáni gazdasági terjeszkedésének műszaki megalapozóját. Ugyanakkor, megfelelően a Városháza 1917. július 6-i kérésének, a Magyar Mérnök- és Építészegylet is kedvező véleményét továbbítja a minisztériumnak. Mindezek után, Apponyi Albert (1846–1933) miniszter megbeszélésre és a Műszaki Egyetem megalapítási tervének kidolgozására, Budapestre hívja meg a temesvári Városháza küldöttségét. Az 1917 novemberében tartott találkozáson a városvezetés igen komoly támogatást ígér



Nagyfeszültségű kapcsolókészülékek laboratórium

a létrehozandó egyetemnek: a várost átszelő Béga-csatorna balpartján nyolchektáros telket az egyetemi épületeknek, a költségvetés támogatását, kezdésre megfelelően átalakított helyiségeket, a Ferenc József kaszárnya egyetem céljaira történő megvételét, az egyetemi oktatók lakásának biztosítását



Nagyfeszültségű technika laboratórium

és kollégiumi elszállásolást a hallgatóknak. Ám ezek megvalósítását a világháború fejleményei megakadályozták.

1918. október 31-én kikiáltják a Bánsági Köztársaságot, de november 14–15-én bevonulnak a szerbek, december 2-án a francia hadsereg gyarmati csapatai (Gambetta tábornok), 1919. július 28-án megalakul a román adminisztráció, hogy augusztus 3-án fogadhassák a bevonuló román katonaságot.

Az impériumváltás után **a román értelmiség azonnal felismeri** a Műszaki Egyetem temesvári alapításának fontosságát! Az 1919 őszén megalakult Asociația Culturală din Banat (Bánsági Kulturális Egyesület) elsődleges céljaként fogadja ezt el. Városvezetési felterjesztések, leiratok, újságcikkek gyorsan követik egymást, sulykolva a bukaresti vezetésnek az egyetem jogosultságát. Kedvező fejlemény, hogy 1920. június 10-én Bukarestben kihirdetik a Műszaki Felsőoktatás megszervezésének törvényét, mely Műszaki Főiskolává lépteti elő a bukaresti Híd- és Útépítési iskolát, valamint helyi körülmények figyelembevételével, újabb műszaki főiskolák alapítását helyezi kilátásba az ország más városaiban is.

A végső határozat, Ferdinánd király (1865–1927) aláírásával, 1920. november 15-től mondja ki a Temesvári Műszaki Főiskola (Școala Politehnică) megalakítását, elektromechanika és bányászat-kohászat tagozatokkal. Ezt az időpontot ünneplik hivatalosan mai napig. Az oktatás 117 hallgatóval indul, első épülete a Régi-vár utcában van. A tagozatokat 1933-ban egyetemi karokká nyilvánítják.

Mostani (2022) adatok szerint kilenc helyi és egy Vajdahunyadra kihelyezett karral, 12 214 hallgatóval és 596 oktatóval működik, az 1995-től *Universitatea Politehnică Timișoara* (Politechnika Egyetem Temesvár) nevű felsőoktatási intézmény. Az eredeti Villamosmérnöki kar 1990-ben három villamos szakirányúra szakadt, így jelenleg ugyanazon épületben oktatnak a *Villamosmérnök és energetika* (722 hallgató), az *Elektronika, távközlés és információs technológiák* (1507 hallgató), valamint az *Automatizálás és számítógépek* (3308 hallgató) kar. Az elektronika és villamosság területén működő egyetemek rangsorában, a **Research.com** portál szerint a temesvári, a világranglistán a 291. helyet, a romániai pedig az 1. helyet foglalja el (2022. december 21.). A **(határon túli magyar diákok)** Műszaki Tudományos Diákköri Konferenciájának (TDK) 1999 óta évente ugyancsak ez az egyetem ad otthont. De a bíráló bizottságokban megemlítendő az olyan MEE-tagok részvétele, mint például Borbély Endre, dr. Madarász György, prof. dr. Berta István, dr. Morva György (jelen ismertető szerzője pedig több éven át a TDK elnöke is volt).



Prof. dr. Delesega Gyula

okleveles villamosmérnök
nyugalmazott egyetemi tanár
Temesvári Műszaki Egyetem
MEE-tag
delesegag@yahoo.com

HÍREK

800 000 akkumulátor-szakember képzése

Megállapodást kötött a ManpowerGroup és az EIT InnoEnergy Skills Institute, hogy együttes erővel 2025 végéig 800.000 dolgozót képeznek ki, hogy megfelelő mennyiségű munkaerő álljon rendelkezésre az EU-ban az akkumulátoripari beruházások minden területén. Ez ugyanakkor csak az egyik része a



két szervezet közötti együttműködésnek, amelyet a megújuló energetikai szektor idei éves seregszemléjén, az amszterdami The Business Booster eseményen jelentettek meg. Az európai zöldátmenet megvalósításához több millió jól képzett ember munkájára lesz igény, akiknek a felkészítését folyamatosan végzik a jövőben.

A ManpowerGroup és az InnoEnergy Skills Institute kooperációjának keretében 70 keresett munkakörben, mások mellett akkumulátorteknikusok, elektromos járműtöltő karbantartók, termelési mérnökök számára biztosítanak hamarosan gyorsított virtuális és személyes képzéseket. „Ez a partnerség egyszerre befektetés az emberekbe és a fenntartható jövőbe. Köszönhetően annak, hogy olyan egyéni karrierek valósulhatnak majd meg, amely mindannyiunk számára előnyökkel jár. Az EIT InnoEnergyvel való együttműködés révén tehetséges szakembereket fogunk biztosítani a nulla kibocsátásra áttérő, szén-dioxid-mentes Európa megteremtéséhez” – mondta Riccardo Barberis, a ManpowerGroup észak-európai regionális elnöke, akihez kapcsolódva Oana Penu, az EIT InnoEnergy Skills Institute vezetője kifejtette: fel kell gyorsítani a sok százezer munkavállaló átképzését, hogy az európai fenntarthatósági célok támogatásához szükséges készségeket minél előbb, minél többen elsajátíthassák. Az EIT InnoEnergy Skills Institute rugalmas, több mint tíz nyelven elérhető képzései online kurzusokat, valamint virtuális, illetve személyes laboratóriumi órák kombinációját foglalják magukban. Alkalmasak arra, hogy azok, akik pályamódosításra készülnek, átképezzék magukat és rátermettségüket tanúsíthassák a zöldmunkakörökben. A pályakezdőknek pedig lehetőséget nyújt arra, hogy az induláshoz szükséges képességeket, készségeket megszerezzék a zöldenergiával kapcsolatos területeken.

Forrás: EIT InnoEnergy

Makai Zoltán

Emléktábla-avatás Nagyváradon a világhírű tudós, Heller László emlékére

2023. szeptember 1–3. között Nagyváradon rendezte jubileumi konferenciáját a Partiumi Műemlékvédő Társaság. Az esemény alkalmával került sor – az 1907-ben a városban született – dr. Heller László világhírű tudós-mérnök-feltaláló emléktáblájának avatására. A Partiumi Keresztény Egyetem díszudvarában elhelyezett táblánál dr. Szilágyi Ferenc, a PKE dékánja és dr. Tamás Kornél, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi docense mondott beszédet. Dr. Tamás Kornél beszédében kiemelte, hogy Heller professzor úr nevéhez fűződik a modern szemléletű, korszerű műszaki hőtan oktatása, aki több mint negyedszázados műegyetemi oktatómunkával, számtalan tudományos publikációjával, számos szabadalommal, új műszaki megoldások sorával és a műszaki-tudományos közéletben betöltött szerepével nagyban hozzájárult az erőműtechnika, a hűtőtechnika, általában az energetika fejlődéséhez. Végül köszönetét fejezte ki a Partiumi és Bánsági Műemlékvédő és Emlékhely Társaságnak, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészkarának emléktáblájának, Pethő Lászlónak, az ELTE ny. egyetemi docensének, Kaszab Árpád úrnak, az EGI nyugalmazott igazgatójának és a 28. Partiumi Honismereti Konferencia szervezőinek, illetve köszönetet mondott Heller professzor úr emlékének gondozásában a BME OMIKK Levéltára munkatársainak.

A táblaavatás zárásaként a jelen lévő népes közönség a Tavasz szél vizet áraszt című népdal eléneklésével tette ünnepélyesebbé az eseményt. Ezt követően dr. Pethő László, az ELTE ny. egyetemi docense tartott előadást dr. Heller László életútjáról és munkásságáról, amiben összefoglalta legújabb kutatásainak eredményeit.

Mi nagyváradiak elég későn ismertük meg Heller László életét és munkásságát. Óriási meglepetés volt, amikor megtudtuk, hogy Nagyváradon született. Heller László megismerése és az emléktábla felállításának a gondolata egy hosszabb folyamat keretében alakult ki, amelyről itt szeretnék beszámolni.

ISMERKEDÉS HELLER LÁSZLÓVAL

Az első, aki bemutatta nekünk Heller Lászlót, az Homola Viktor barátunk volt. Mint az ERŐTERV ny. főmérnöke elküldte nekem a MTA 2008. május 29-i emlékülésén elhangzott előadását. Ezen a forró nyomon indultunk el. Megtudtam, hogy Homola Viktor hálás tanítványa volt Lévai Andrásnak és Heller Lászlónak. A két kiváló tudós két szilárd alapra támaszkodva dolgozott. Ezek az ETHOS és a TUDÁS volt. Ezek a siker kulcsai. Tanuljon tőlük az ifjúság, zárta gondolatait Homola Viktor.

Ezt követően megkerestem Prof. dr. Jászay Tamást, aki több éven keresztül közvetlen munkatársa volt Heller Lászlónak. Nagyon sokat beszélgettünk és értékes információkkal gazdagodtam. Megkaptam tőle a 2007-ben elhangzott beszédét a Heller-szobor avatása alkalmával.

Ebből idézek pár sort. Heller azt mondta tanítványainak és azt üzeni a mai fiataloknak, „Szerezzenek biztos tudást. Bizva tudásukban gondolkozzanak szabadon és bátran. Merjenek kiállni az elgondolásaikért, harcoljanak kitartóan a sikerért.”

Józsa István gyémánt diplomás gépészmérnök az 1956–1958-as években tanítványa volt Heller Lászlónak. Sokat beszélgettünk az akkori évek emlékeiről. Józsa kolléga ezekben az években ismerkedett meg a termodinamika modern értelmezésével. Heller professzor kitűnően és élvezetesen mutatta be a gázturbinák működését, a hőszivattyúk ipari alkalmazását és a hőenergetika modern szemléletét. Józsa jó tanítványa lett Heller tanár úrnak. Pár év alatt a szivattyúgyártás kiváló szakembere lett. 2013-ban megjelent – „A hazai szivattyúgyártás története a XX. században” című könyve. A szerző több éven keresztül a Ganz gyár egyedi nagy szivattyúinak egyik konstruktöre volt.



dr. Szilágyi Ferenc, a PKE dékánja és dr. Tamás Kornél, a BME docense

A fenti ismeretek birtokában született meg a gondolat, hogy Heller Lászlónak Nagyváradon is emléktáblát kell állítsunk. Sajnos a kezdeményezés elakadt. Döntő fordulatot jelentett az, amikor megismertük dr. Pethő László nyugalmazott egyetemi tanárt és az emléktábla gondolata új erővel gazdagodott.

EGYÜTTMŰKÖDÉSÜNK PETHŐ LÁSZLÓ TANÁR ÚRRAL

2019-ben ismerkedtünk meg dr. Pethő László nyugalmazott egyetemi docenssel.

A Partiumi Honismereti Társaság konferenciáján történt ez az esemény. Kitűnő előadást tartott, amelyből megtudtuk, hogy több éve kutatja és gyűjti Heller László életrajzi adatait



Dr. Pethő László, dr. Szilágyi Ferenc és Makai Zoltán

és munkásságát. Megismerte az Amerikában élő rokonokat, köztük unokaöccsét, Charlest. Charlestól tudta meg, hogy Heller László szoros kapcsolatban volt idősebb bátyjával, Gedeonnal, aki egész életében hathatósan segítette László pályafutását. Pethő László megismerkedett Heller László kapcsolatával, amely Jászberényhez és a jászberényi hűtőgépgyárhoz kötötte. Erősebb volt viszont az a kapcsolat, amely a Jászberényben született feleségéhez, Kun Ilonához kötötte. Pethő László fontos adatokat talált Heller László Gedeonnal váltott levelezéseiben is.

Nagyon fontos információnak tartom, hogy a Heller–Forgó – féle kondenzációs berendezés brüsszeli világkiállításon bemutatott példányát a Jászberényi Fémnyomó és Lemezárugár gyártotta.

Heller László 1980. november 8-án hunyt el és elhalálozásáról a hivatalos gyászjelentésben három fontos intézményt – a Magyar Tudományos Akadémiát, a Budapesti Műszaki Egyetemet és az Energiagazdálkodási Intézetet – emelt ki a gyászjelentés megfogalmazói. Ennek a fontos információnak köszönhetően lehetett megkeresni és találni szponzorokat, akiknek a segítségével lehetett ezt az emléktáblát elkészíteni. Pethő tanár úr fáradozása sikerrel járt, így velünk, a Nagyváradiakkal együtt megterveztük és felállítottuk az emléktáblát.

Ugyanakkor köszönetet mondok a Partiumi Keresztény Egyetemenek, hogy helyet adott az emléktáblának.

Kölcsey Ferenc gondolataival zárom soraimat – *Hass, alkoss, gyarapíts!*

Összeállította: Makai Zoltán



dr. Tamás Kornél, BME docens

HÍREK

Magyar Innovációs Nagydíj pályázat



A Magyar Innovációs Szövetség meghirdette a 2023. évi Magyar Innovációs Nagydíj pályázatot. Az immár 32. alkalommal meghirdetett Magyar Innovációs Nagydíj és az Innovációs Díjak célja, hogy elismerésben részesítse a hazai innováció legkiemelkedőbb eredményeit, egyben teret és lehetőséget biztosítson a környezetvédelmi és fenntarthatósági szempontoknak is megfelelő, innovatív termékek és technológiák megismerésére, mind a gazdasági élet szereplői,

mind a társadalom számára. A 2023-as év legjelentősebb innovációs eredményét elismerő Magyar Innovációs Nagydíj mellett a bírálóbizottság számos további kategóriában ítél oda kiemelkedő innovációs teljesítményeknek járó díjat. A díjak ünnepélyes átadására 2024 márciusában kerül sor az Országházban. A díjazottak az eredményhirdetést követően jogosulttá válnak a Szövetség tulajdonát képező Magyar Innovációs Nagydíj, ill. Innovációs Díj védjegyének használatára. A pályázaton azok a Magyarországon bejegyzett vállalkozások, ill. szervezetek vehetnek részt, amelyek a 2023. évben kiemelkedő műszaki, gazdasági innovációs teljesítménnyel (új termékek, új eljárások, új szolgáltatások értékesítése stb.) a környezetvédelmi és fenntarthatósági szempontok figyelembevételével jelentős üzleti hasznot értek el.

Beadási határidő: 2024. február 5. A nevezés dokumentumai a www.innovacio.hu/innonagydi oldalra tölthetők fel.

Falnapoleon

A finn Rauli fejlesztésének köszönhetően immár a falakon is könnyedén helyet kaphatnak a napelemek, elősegítve az olcsó, tiszta energia előállítását. Az elmúlt időszakban világszerte elképesztő felfutást tapasztalt az otthoni napelemek piaca, ami nem csoda: a panelek révén a háztartások megbízhatóan, olcsón és környezetbarát módon termelhetik az energiát. Csakhogy egyes otthonok számára korlátozottak a lehetőségek a hagyományos telepítésre, hiszen nem minden család számára adott a megfelelő tetőfelület. Szerencsére ma már van az alternatíva, hiszen a napelemek a homlokzaton, a falakon is helyet kaphatnak. Bár elsőre úgy tűnhet, egy ilyen telepítés kivitelezése bonyolult, akadnak olyan eszközök, amelyek megkönnyítik a beruházást. Ilyen a finn Rauli cég egyik újabb, Rauli Wall nevű terméke, amely hazánkban is elérhető. A vállalat kifejezetten azzal a céllal jött létre, hogy egyszerűen használható, esztétikus és strapabíró eszközökkel könnyítse meg a napelem-telepítéseket, és ez a törekvés a falra szerelhető rendszer esetében is tükröződik. A Rauli Wall rendszerében a telepítés igen egyszerű. A panelek felső és alsó elemek közé rögzíthetőek, gyakorlatilag „lebegnek”, oly módon, hogy a szakemberek erőfeszítés nélkül is könnyedén mozgathassák azokat. A termék anyaga skandináv acél. Az alkatrészek jellemzően fekete árnyalatban érkeznek, az ilyen elemek elegáns megjelenést kölcsönöznek az egész berendezésnek. A termék tartós, stílusos, illetve hatékony. A beruházások tervezését a Rauli App nevű szoftver is segíti. A projekt elrendezése, az alkatrészek listája és a rendszer fizikai méretei néhány perc alatt generálhatóak a programban.

Forrás: Rauli

Rajkai Ferenc

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság konferencia Kolozsváron

2023. október 12–15. között Kolozsváron rendezte meg az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) a Nemzetközi Elektrotechnikai Konferenciát (XXIV. ENELKO) és a Nemzetközi Számítástechnikai és Oktatási Konferenciát (XXXIII. SzámOkt). A konferencia helyszínét évente más-más városban jelölik ki, hasonlóan a MEE-Vándorgyűlésekhez. Ebben az évben Marosvásárhely után ismét Kolozsvár adott otthont a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetemen a rendezvénynek. A konferencia szervezője az EMT Energetika-elektrotechnika és Számítástechnika Szakosztálya. A konferencia szervezőinek célja az erdélyi és a magyarországi szakemberek számára egy találkozási fórum biztosítása, az erdélyi szakemberek számára a korszerű műszaki nyelv, kifejezések megismerésének elősegítése, az új kutatási, műszaki eredmények bemutatása mindkét oldalról. Az elmúlt években az ENELKO konferencián kötött szakmai kapcsolatok új utakat nyitottak meg a romániai és a magyarországi energetikai, elektrotechnikai cégek együttműködése terén. Magyarországi társ szervezetek – MET (Magyar Energetikai Társaság), ETE (Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület), MEE (Magyar Elektrotechnikai Egyesület), META (Magyar Energiahatékonysági Társaság) – tagjai, valamint hazai és külföldi egyetemek oktatói, doktoranduszai visszatérő résztvevői a konferenciának. A konferencián elhangzó előadásokat a hagyományokhoz híven kiadványban jelenítik meg.

A konferencia helyszíne Kolozsvár, Románia második legnépesebb városa, Kolozs megye székhelye. Az ország északnyugati részén helyezkedik el, a Kis-Szamos völgyében. Erdély történelmi központja, legjelentősebb városa, itt született Mátyás király 1443-ban és Bocskai István fejedelem 1557-ben, illetve az unitarianizmus bölcsőjeként is említik.



Mátyás király-szoborcsoport és a Szent Mihály-templom

A rendezők minden évben igyekeznek egy kirándulással kedveskedni a résztvevőknek. Ebben az évben Válaszúton Kallós Zoltán Néprajzi gyűjteménye, Széki tájház, református templom, a Csukás-tó és a Széki nádas, Bonchida Bánffy-kastély és Szamosújvár Örmény Katolikus temploma volt a programban. Néhány érdekesség a kirándulásból, amit mindenképpen érdemes volt megnéznünk.

Válaszút Wass Albert és Kallós Zoltán szülővárosa. A múzeum magját Kallós Zoltán néprajzi gyűjtései adják, ahol az erdélyi magyar területek mellett a román és szász területek népművészeti emlékeit is megtaláljuk.

Szamosújvárt a tatárok elől menekülő örmények alapították. Egyik jelentős műemléke az 1804-ben felszentelt örmény katolikus székesegyház. Itt őrizik Rubensnek tartott „Krisztus levétele a keresztről” című festményt. A szamosújvári börtönben raboskodott és halt meg Rózsa Sándor.

Szék fejlődését a sóbányáinak köszönhetjük. Szék környékén a sötét már a római császárkorban bányászták.

1717-ben Széket hatalmas szerencsétlenség érte: egy tatár támadás söpört rajta végig, mintegy 100 élő lelket hagyva maga után. Erre a tragédiára emlékeznek a székiek minden év augusztus 24-én, Szent Bertalan napján. A széki nádas vagy széki láp természetvédelmi terület Romániában, Kolozs megyében. A Duna-delta után a második legnagyobb nádas Romániában. A nádasterület 220 hektár, a természetvédelmi terület összesen 505 hektár.

Az EMT konferencián számos egyetem és szakember képviselte Magyarországot. Az egyetemek közül külön ki kell emelni a Miskolci Egyetemet, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemet, illetve az Óbudai Egyetemet, ahonnan számtalan tanár és diák érkezett és tartott előadást a szekciókban.

A rendezvény helyszíne a Kolozsvári Sapientia tudományegyetem Hunyadi Mátyás díszterme volt.

A konferencia résztvevőit dr. Köllő Gábor elnök, dr. Sebestyén-Pál György és dr. Domokos József alelnökök köszöntötték.

Az előadásokból néhány fontosabb gondolatot szeretnék csak kiemelni.

A plenáris előadások vegyesen kerültek megtartásra a két párhuzamos konferencia résztvevői részéről. A plenáris előadásokon elhangzott a SZÁMOKT részéről dr. Haller Piroska Kiberbiztonsági megoldások az autópárhuzamos című előadása. Az előadás a dízel autók környezetszennyezési botrányának kibernetikai kérdéseivel foglalkozott. Ezután dr. Majdik András László Kis méretű légi járművek felismerése és követése rozettapaszttal LIDAR használatával és dr. Kása Zoltán 120 éve született Neumann János című előadása következett. Kása Zoltán előadása bemutatta, mit tett Neumann János a számítógépek működésének mind gyorsabbá tételéért. Ennek során a szekvenciális számítás helyenkénti párhuzamosításával és hurkokkal próbált javítani a sebességen. Neumann Jánost az agy működése inspirálta nevezetes paradigmájának megalkotására.

Az ENELKO részéről dr. Molnár Ferenc: A villamosenergia-ellátásbiztonság fenntartása az átalakuló termelési szerkezetben című előadása hangzott el. Előadásának legfontosabb megállapításai: Az energia felhasználása mindennapi életünk legtöbb területén nélkülözhetetlen. A jelenkori társadalmak gazdaságuk fenntartásához megszámlálhatatlan formában használják. A globálisan elfogyasztott energia csaknem felét a városban lakó emberek kényelme és biztonsága igényli. 2040-re több mint másfél milliárd emberrel fog bővülni a városlakók közössége napjainkhoz képest. Ez nagyjából 25%-os ener-



Széki tisztaszoba



A széki nádas



A konferencia megnyitása

giaigény-növekedést fog eredményezni. A mérhetetlen energiaéhségünk következtében a környezetünk szennyezésével az emberiség léte is veszélybe kerül. A Föld nevű bolygót az unokáinktól kaptuk kölcsön. De vajon mit fogunk részükre visszazaadni helyette? Az energiaügyi szakpolitika szándéka, hogy a folyamatosan növekvő globális energiaigényt fenntartható módon próbáljuk meg kielégíteni.

A plenáris előadások után a két konferencia párhuzamosan folytatta a munkáját. Az ENELKO konferenciára érkezett előadások két párhuzamos szekcióban hangzottak el. Az első szekció címe „Villamos- és hőenergia környezetbarát átalakítása, szállítása és elosztása”. A szekcióban elhangzott előadásokból kiemelném Szabó Lóránd, Szabó Rudolf: Új szerkezeti anyagok, megújuló energiák; kihívások, törekvések, Kádár Péter: Városi vízerőművek Erdélyben, valamint Korai vízerőművek a Hegyi Bánságban, Orlay Imre: Kiszűzültségű hálózatok újra tervezésének kérdései, Pálfi Judit: A kiszűzültségű elosztóhálózat üzembiztonságának fenntartása a prosumerek térnyerése mellett, Orlay Imre Tömegvezérlés jelene és jövője és Čonka Zsolt: Modern elektro energetika című előadását. Kádár Péter előadásából néhány gondolatot kiemelve: A temesvári városi villanyvilágítást követve számos erdélyi város igyekezett villamos közvilágítást, villamosenergia-szolgáltatást és városi villamos közlekedést megvalósítani. A természeti adottságok sok esetben a vízenergia felhasználást tették lehetővé. A XIX. század végére kialakultak a technikai megoldások a gát, a felvízcsatorna, a nyomócsövek építésére, a vízturbinák, generátorok és transzformátorok sorozatgyártására, sőt ezen felül a villamos energia több tíz kilométerre való szállítására. A nagyobb városok vezetősége egymás után hozott döntést, hogy a kínálkozó lehetőségekből a város ellátására szolgáló vízerőmű és villamosenergia-hálózat megépítésre kerüljön. Előadása bemutatta az egykor Nagyszebent, Kolozsvárt, Temesvárt, Marosvásárhelyt, Szászrégent és Dést ellátó, zömében még ma is működő vízerőműveket. Célja, hogy emléket állítsunk az akkori világszínvonalú fejlesztéseknek. A figyelemfelhívással védelmet, megőrzést, sőt helyreállítást szeretne elérni az emberléptékű, természetközeli és a fenntarthatóságot részben megvalósítható létesítményeknek.

Čonka Zsolt előadása a szlovákiai alaphálózat mérési rendszerét és a SCADA kapcsolatot mutatta be.

A második blokk címe „Irányítás és mérés technika, automatika és vezérlés technika” volt. A blokk előadásai ezt a kérdéskört próbálták körüljárni. Az előadások közül meg kell említeni Szász Csaba Beágyazott mérési rendszerek tervezése és fejlesztése, Kis Károly Árpád, Balajti István, Sarajcz Kornél Drón platform alapú in situ mérési eljárás kidolgozása antennákhoz, Szalay István, Fodor Dénes Állandó mágneses szinkronmotorok érzékelő nélküli kezdeti szöghelyzet meghatározása és polaritás felismerése, Imecs Mária, Ferencz János, Kelemen András Vektoriálisan szabályozott permanens mágneses szinkron gépes hajtás egyszerűsített modellezése és szimulálása és Ferencz Katalin, Molnár László, Domokos József Ipari szenzoradatok elemzése statisztikai és regressziós módszerekkel című előadását. Szász Csaba előadása egy beágyazott felépítésű hardver rendszert mutatott be, kimondottan többfunkciós és



A Cód II. erőmű és a működő Ganz gépek egyike

rugalmas mérőrendszerek fejlesztésére és kivitelezésére. A fizikai magja ennek a felépítésnek egy ZyboZ7-10-típusú korszerű fejlesztőrendszer. Ez a rendszer lehetővé teszi a rugalmas és fejlesztőbarát összekapcsolást igen széles körű és sokféle szenzorral (úgy mint hőmérséklet-, nedvesség-, nyomás-, fényerősség szenzorok, stb.), és nagy pontosságú méréseket végez valós időben. Továbbá, biztosítja a különböző gyors fejlesztési prototípusok létrehozását és kivitelezését, -felhasználva a legkorszerűbb rekonfigurálható hardvert technológiát, kombinálva a megosztott feldolgozást és valós időben végrehajtott algoritmusokkal C forráskódban. A végén pedig a teljes rendszer működését mutatta be egy kísérleti laboratóriumi prototípus segítségével. Kiss Károly előadása különböző antennatípusok sugárzási mintáinak spektrumanalizátoros in situ méréseiről szólt, beleértve a radarokat is, pilóta nélküli légitársaság (UAV) platformról. Ez a mérési módszer 3D-s komplex megoldást kínált az olyan sugárzó kibocsátásának feltérképezésére, mint a radar, a wifi kommunikációs antennák, valamint az autók, okosvárosok elektroszmozgaja, amelyek ma és a közeljövőben egyre nagyobb figyelmet kapnak. Ezen tények alapján a kutatás célja a tervezési kérdések elemzése és egy olyan drónalapú platform létrehozása, amely önállóan „in situ” képes mérni ezeket az elektromágneses spektrumkomponenseket, majd a kapott adatokból következtetéseket von le.

Az ENELKO szekciókkal párhuzamosan folytak a SZÁMOKT előadásai Számítástechnika és oktatás, Informatikai alkalmazások témakörökben.

A szekció-előadások során a már évek óta megszokott hangulatot, érdeklődést tapasztalhattuk.

Köszönetet kell mondani a szervezőknek, akik a hagyományokhoz híven, érdekes kulturális programokkal kedveskednek minden évben a résztvevőknek.

Külön ki kell emelni a konferenciára elkészített, az előadásokat tartalmazó, színvonalas kiadványt.

A búcsúesten került sor az immár hagyományos baráti találkozóra.

Ezúton is köszönjük az EMT kedves meghívását, a szervezőknek pedig az áldozatos és professzionális munkáját! További sok sikert kívánunk munkájukhoz!



Rajkai Ferenc

Vezető tervező – Cégvezető, Hungaroproject
rajkai@hungaroproject.hu

Növényvilágítás – AgroLight Fórum

2023.11.08-án tartotta a MEE VTT az I. Agrolight Fórumot a MATE Budai kampuszán. Az egész napos konferencia nagyon sok érdekes kérdést vetett fel a világítástechnika és agrárium kapcsolatáról.



Fontos megállapítása volt a Fórumnak, hogy az egy nyelven beszéléshez szükséges a terminológia megteremtése. Szerencsére nemzetközi vonalon is szükségességét érzik ennek, így a CIE a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság a Fénytechnikai Szótárt tervezi kiegészíteni növényvilágítási terminológiával. A munkában tagtársunk, Dr. Balázs László is részt vesz.

Izgalmas előadások hangzottak el a Fórumon. Megtudtuk, hogy a növényeknek is van cirkadián ritmusa, valamint a csírkéknek is.

A LED-ek élettartamát jelentősen befolyásolják a növényházakban lévő klimatikus viszonyok. Másképp öregsznek.

Hallottunk a beltéri kertekben termelhető zöldségekről, sőt ízelítőt is kaptunk belőlük.

Szó esett az árnyékolásról is. Ez is fontos éppen a megváltozott klimatikus viszonyok miatt. Sajnálattal hallottuk, hogy bár a zöld háló a legkevésbé hasznos, idehaza elsősorban az kapható. Itt a kereskedőket és felhasználókat egy asztalhoz kellene ültetni, mert mindegyik a másikkal mutat, hogy miért a zöldháló a legerjedtebb.

Idekapcsolható A LED Professional augusztus 2-i cikke is a Növényvilágítás hatásosabbá tételéről

„A levélzeten belüli és a felső LED-es világítás következményei a fényeloszlás egyenletességére paradicsomkultúrában” című kutatási tanulmány a levélzeten belüli LED-es világítás lehetőségeit vizsgálja a növénynövekedés és a terméshozam fokozására az üvegházi termesztésben. A tanulmány megőrösíti a funkcionális strukturális növénymodellt (functional

structural plant model, FSPM), amely a növényi morfológiát sugárzáskövetési modellel kombinálja a levélzeten belüli fényelnyelés becsléséhez.

- A tanulmány legfontosabb megállapításai a következők:
- A vizsgálat megállapította, hogy a vízszintes irányú variációs együttható (CV) nagyobb volt a levélzeten belüli megvilágítás esetében, mint a felső megvilágítás esetében (CV=48% versus CV=43%), míg a levélzeten belüli megvilágítás és a felső megvilágítás kombinációja adta a legkisebb CV-t (37%).
 - A levélzeten belüli és a felső megvilágítás kombinációja (50/50%) minden irányban egyenletesebb fényelnyelést eredményezett, mint a levélzeten belüli vagy a felső megvilágítás önmagában. Az eltérés minimális volt, amikor a levélzeten belüli és a felső megvilágításból származó PPFD aránya körülbelül 1 volt, és nőtt, amikor ez az arány nőtt vagy csökkent.
 - A levélzeten belüli megvilágítás 8%-kal nagyobb teljes fényelnyelést eredményezett, mint a felső megvilágítás, míg az 50%-os levélzeten belüli és 50%-os felső megvilágítás kombinációja 4%-kal növelte a fényelnyelést.
 - A fényeloszlás változása tovább csökkent, amikor a levélzeten belüli LED-eket két magasság helyett négy magasságban kifeszített huzalokra helyezték el.

A tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy a LED-lámpák levélzeten belüli elhelyezésekor mind a teljes fényelnyelést, mind a fényeloszlást figyelembe kell venni. Ez a kutatás értékes információkkal szolgál az üvegházi természetes világítástervezésének javításához, ami potenciálisan a növények növekedésének és terméshozamának javulásához vezethet.¹

Hasonló problémákkal foglalkozott AgroLight Fórumunk egyik előadása „A fényprogramok hatásának kimutatása Paradicsom és saláta növényeken növényélettani válaszokon keresztül!”

Többek között ilyen adatok feldolgozásával és átadásával is foglalkozik a PlantVision Toolbox program is. Nagyon fontos lenne az egy nyelven beszélés mellett az egységes mérőrendszer, a spektrális adatok összegyűjtése, hogy „boldog” növényeket termesszünk.

kjk-nva

1: [https://www.led-professional.com/all/enhancing-crop-growth-with-intra-canopy-led-lighting-a-new-approach-to-greenhouse-cultivation?utm_source=LED+professional++FREE+Information+Service&utm_campaign=002534972b-LEDProfessionalNewsletter%28LpN%29-AUG14%2C2023&utm_medium=email&utm_term=0_ff8d2246a5-002534972b-270635353&ct=t\(LEDprofessionalNewsletter\(LpN\)-AUG14,2023\)&goal=0_ff8d2246a5-002534972b-270635353&mc_cid=002534972b&mc_eid=78f76832e4](https://www.led-professional.com/all/enhancing-crop-growth-with-intra-canopy-led-lighting-a-new-approach-to-greenhouse-cultivation?utm_source=LED+professional++FREE+Information+Service&utm_campaign=002534972b-LEDProfessionalNewsletter%28LpN%29-AUG14%2C2023&utm_medium=email&utm_term=0_ff8d2246a5-002534972b-270635353&ct=t(LEDprofessionalNewsletter(LpN)-AUG14,2023)&goal=0_ff8d2246a5-002534972b-270635353&mc_cid=002534972b&mc_eid=78f76832e4)

HÍREK

1000 km/h sebességű mágnesvonatok

Hyperloop – Az EIT InnoEnergy által támogatott Hardt Hyperloop stratégiai partnerségi megállapodást írt alá a Zelerossal, aminek értelmében felgyorsítják a hiperhurok (hyperloop), az ultragyors mágnesvonat-technológia fejlesztését. Az utas- és áruszállítás idejét radikálisan csökkentő hiperhurok lényege, hogy az egymáshoz csatolt, mágneses

energiával hajtott járművek egy alacsony nyomású csővezetékben közlekednek, közel légüres térben, rendkívül kevés energiát felhasználva. Zajtalanul, kényelmesen és biztonságosan. Viszont a sebességük akár az 1000 kilométer per órát is elérheti, ami néhány percesre, illetve – nagyobb távolságok esetén – pár órára redukálhatja a jövőben 130 európai nagyváros közt a közlekedésre fordított időt. Ennek köszönhetően versenyképes kihívója lehetne ez a fenntartható közlekedési forma a repülésnek és a közúti szállításnak is.

Forrás: www.innoenergy.com

Gondolatok, vélemények a „Mi a pálya?” 2023 után

Nyolcadik éve, hogy a „Mi a pálya?” műszaki pályaválasztó programsorozatot évről évre megrendezi a Magyar Elektrotechnikai Egyesület. Ez az év mégis egy kicsit más volt, mint az eddigiek, ugyanis új szereplők vezényelték le ezt a sorozatot, nem kis sikerrel! Arról már az előző lapszámban beszámoltunk, hogy a MEE elnöke, Gelencsér Lajos mozgatórugója volt a rendezvénynek. Kapcsolatait bevethve, az önkormányzatoknál sikerült kedvezményeket elérni a helyszíneknél, emellett több stratégiai partnert is megnyernie, akiknek hozzájárulása a költségekhez jelentős volt, továbbá, a MÁV-val is sikerült megállapodni, így a rendezvényekre 90%-os kedvezménnyel szállította a diákokat.



Janky Csaba, irodavezető, Lepp Klára, Danyi Vilmos szerepvállalása nélkül elképzelhetetlen ennek a rendezvénynek a lebonyolítása. Tőlük kérdeztem, hogyan élték, meg és miként tekintenek vissza erre az időszakra. Dicséret illeti Schwarcz Barbarát, a MEE irodai asszisztensét is, aki minden helyszínen, mindig ugrásra készen segített ott ahol csak kellett! Végezetül a Danyi Vilmos által kinevezett Tanulói/Ifjúsági Nagykövet, Dankó Bence Bende-gúz üzenete a fiataloknak.



Lepp Klára, aki a MEE korábbi rendezvényszervezőnk és marketing kommunikációs munkatársunk volt, felkérésre, ebben az évben csatlakozott projektmenedzserként a Mi a pálya? műszaki pályaválasztó fesztiválhoz. Nem volt idegen tőle ez a megbízás, mert ismert volt számára ez a feladat. Milyen elhatározással indultál el ebben az új szerepkörben?



Különleges rendezvényszervezési és kommunikációs feladatok vártak rám. Korábban már sok közreműködővel volt alkalmam együtt dolgozni, de ebben a felállásban ez volt az első ilyen lehetőség.

A rendezvény hihetetlen sikere sok mindenben múlt. Ragaszkodtunk az évek óta jól bevált forgatókönyvhöz, de közben folyamatosan monitoroztuk az egyes alkalmakat, kérünk visszajelzéseket, kiállítók és részt vevő iskolák részéről is, és akár menet közben is alakítottunk bizonyos részleteken.

Fontos volt folyamatosan szem előtt tartani, hogy a teljes egészet szemléljük egyben, mégpedig a rendezvény alapvető célját: hogy a lehető leginkább élmény alapon juttassuk a műszaki pályaválasztás előtt álló fiatalokat információhoz, biztosítsunk találkozási lehetőséget leendő munkaadókkal is, akiknek fontos a jól képezett műszaki szakember utánpótlás. Szándékunk volt az is, hogy résztvevőket éri olyan impulzusok, mely alapján könnyebben hozzák meg a döntést továbbtanulásukról és pályaválasztásukról. A technikai részletek és a fegyelmesség betartása mind a 6 nagyvárosban fontos volt, hiszen naponta három 500 fős turnusnak nyújtottuk ugyanazt a „műsort, ugyanazzal a lendülettel!”.

Sok új együttműködés született a hónapokon át tartó közös munka során, jó volt látni, hogy a Magyar Elektrotechnikai Egyesület elveivel összhangban, itt akár versenytársak is össze tudtak fogni egy közös cél érdekében. Bízom benne, hogy jövőre még nagyobb lendülettel és profizmussal indulunk neki a szervezésnek.

A kezdetektől Danyi Vilmos nevéhez is kötődik a „Mi a pálya?” című pályaválasztó rendezvénysorozat. Honnan indult el ez a gondolat, és mikor hívtad életre a ma már nagy népszerűségnek örvendő, ifjúságnak szóló találkozót?

Oktató voltam általános és középiskolákban, ahol szakmai képzés is folyt. Amikor eljött a pályaválasztás ideje, az mindig gondot jelentett, hogy milyen pályát válasszon a fiatal. Akkor született meg az elhatározás, hogy az iskolák és a cégek közötti kapcsolatot ki kellene építeni, hogy segítse a diákoknak a pályaaorientációt. Így vette kezdetét az élményalapú pedagógiának a bevezetése, amely erős- és gyengeáramú, távközlési, elektrotechnikai stb. szakmák megismertetése. Egyszer Günthner Attilával – akit szintén tanítottam - való találkozás és beszélgetés után született meg az elhatározás – mivel a MEE országos szervezet – indult el 2015-ben az országos roadshow. Először Budapesten, majd a következő évben teljesedett ki. Budapest, Pécs, Miskolc, Debrecen, Győr, Szeged, ami nem változott. Évente kb.10 000 gyermeknek tud segíteni a pályaválasztásban ez a rendkívül népszerű rendezvény.



Janky Csaba 2023 márciusától a MEE irodavezetője, minden helyszínen tevékenyen részt vett a lebonyolításban. Hogyan ítéled meg az Egyesületnek ezt a fajta szerepvállalást?

A Magyar Elektrotechnika Egyesület sok évvel ezelőtt zászlajára tűzte azt a nemes célt, hogy a fiatalokat, a pályaválasztás előtt állókat megismerteti a műszaki pálya szépségeivel, lehetőségeivel, próbálja orientálni a fiatalokat a műszaki pálya irányába az iparban tevékenykedő – a „Mi a Pálya?” fesztiválon kiállító – cégekkel közösen. A cél, hogy legyenek szakemberek a következő években, évtizedekben is ezen a pályán.

A fesztiválon a gyerkőcök láthatnak robotokat, sőt építhetnek, vagy programozhatnak is például legóból készített típusokat, találkozhatnak palacsintasütő robottal, megtanulhatják a hegesztés vagy akár a kábelvágás alapfogásait, vezethetnek szimulátorokat, vagy akár egyetemek saját építésű versenyautóival vagy versenymotorjaival ismerkedhetnek meg. A cél, hogy 21. századi stílusban szóljunk a gyerekekhez, a mostani felgyorsult világ sebességével legyünk érdekesek számukra. Az Egyesület valós társadalmi összefogásként tekint a rendezvénysorozatra, természetesen a kiállítókkal közösen. Egy nemes, jó cél mellé mindig találni „útitársakat” is. Az idei évben fő támogatóként voltak jelen az áramhálózati nagy cégek, az E.ON, az MVM, az Opusz Energetika, az MVM Paks, az önkormányzatok közül a Pécs, Győr városai, a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal, valamint a MÁV-Start, aki a gyerekek kedvezményes utaztatásán felül minden helyszínen mint kiállító is velünk volt. Külön köszönet mind-egyiküknek és az összes kiállítónak, hogy a jövőbe, a gyerekekbe fektették az energiájukat, és együtt létrehozhattuk ezt az igazi Fesztivált!

Danyi Vilmos által kinevezett Tanulói/Ifjúsági Nagykövet, Dankó Bence Bendegúz üzenete a pályaválasztás előtt álló fiataloknak!

Én is a „Mi a pálya?”-nak köszönhetem, hogy megtaláltam álomszakmámat, az Erősáramú elektrotechnikust és technikumomat, a BMSzC Verebély László Technikumot. Pontosan jól tudom, hogy milyen stresszes és hirtelen kell a semmiből eldönteni, hogy most milyen irányban tanuljak tovább, és hogy milyen szakmát



szeretnék a későbbiekben elsajátítani. Hetedikes, nyolcadikos koromban én is részben üres gondolatokkal álltam a pályaválasztás előtt, mi is legyek, ha nagy leszek. Akkoriban én is a „Mi a pálya?” kilátóin vártam izgatottan az iskolák kísérleteit, feladatait és csodálatos lehetőségeit, illetve színes előadások segítségével betekintést nyerni a szakmákba. Egy fontos dolgot tudok üzenni nektek, hogy próbáljatok ki minden érdekes kísérletet, feladatot, bátran beszélgetsetek az elképzelésekről, mivel ez az egyik legjobb hely és idő, ezt mind kipróbálni és megtapasztalni! 2020 óta járok a Verebélybe, ahol először találkoztam a MEE-vel és a szervezettekkel. 2021–22-ben a MEE képviselője voltam jelen a szervezésekben. Idén iskolámat képviseltem, és az a megtiszteltetés ért, hogy kineveztek a „Mi a pálya?” Hivatalos Tanulói Nagykövetnek.

Tóth Éva



Üzleti ingatlant keres?!

Látogasson el weboldalunkra és böngésszen Pécs legszínesebb üzleti ingatlan-portfóliójában!

Kínálatunkban közel 300 belvárosi üzlet, iroda, bolt, étterem, kávézó és egyéb vendéglátó egység található, melyek Pécs fontos és emblemikus helyei is. Ezen túl a város szinte minden részében vannak a kezelésünkben álló ingatlanok, több mint 4 millió m²-en, bérleményeink száma meghaladja a 3 000-et. Több mint 1 000 ingatlannal foglalkozunk és több mint 1 500 bérlő ügyfelünk egyedi igényeit kezeljük.

Ne habozzon! Lépjen szintet velünk! Csatlakozzon bérlői közösségünkhöz!

Tapasztalja meg a Pécs városában rejlő kivételes lehetőségeket! Várjuk Önt, hogy együtt írjuk a jövő történetét!



HÍREK

Zöldhidrogén kísérleti projekt

A HyPilot projekt célja annak bemutatása, hogy a Hystar elektrolizáló rendszerei miként tudják csökkenteni a nagyüzemi zöldhidrogén-termelés költségeit.

Az ABB kulcsfontosságú technológiát szállít a HyPilot projekthez, a norvég Hystar cég egy megawattos, konténeres PEM-elektrolizáló rendszereinek terepi bemutatójához, így segítve elő, hogy a Hystar technológiáját valós körülmények között teszteljék. A projektet 2023 negyedik negyedévében adták át a Gassco által üzemeltetett Kårstø gázfeldolgozó üzemben, a norvégiai Rogalandban. Az ABB alacsony felharmonikusú IGBT (szigetelt kapus bipoláris tranzisztor) egyenirányítói és DC-DC átalakítói szabályozzák az elektrolizáló rendszer áramellátását. Az ABB a projekt teljes időtartama alatt helyszíni támogatást és szaktanácsadást biztosít Norvégiában.

Az üzemeltetők a 10 000 órás próbaüzem során adatokat gyűjtenek annak bizonyítására, hogy a megújuló energiaforrások, például a szélenergia időszakos jellegének ellenére is költséghatékonyan és megbízhatóan állítható elő a zöldhidrogén. A HyPilot projekt eredményeivel azt kívánják bemutatni, hogy a Hystar elektrolizáló rendszerei miként használhatók fel a nagyüzemi méretű zöld hidrogén-terme-

lés előállítás költségeinek csökkentésére, míg a különböző üzemmódok során gyűjtött teljesítményadatokkal a működés hosszú távú üzleti életképességét kívánják igazolni.

A Hystar nagy hatékonyságú, PEM-elektrolizáló rendszereket gyárt a zöldhidrogén nagyüzemi előállításához, és célja, hogy ebben az évtizedben globális vezető szerepet vívjon ki az elektrolizáló rendszerek piacán. A Hystar szabadalmaztatott technológiája kulcsszerepet játszik a nehezen szén-dioxidmentesíthető iparágak dekarbonizálásában. A Hystar gyorsan képes igazodni a kereslet igényeihez. A Hystar a SINTEF, Európa egyik vezető kutatási szervezetéből kivált spin-off vállalként több mint 15 éves múltra tekint vissza a PEM-technológia kutatásában.



Forrás: ABB

Csökkentett szén-dioxid-kibocsátás



A hagyományos acél alapanyagokhoz képest 70 százalékkal kevesebb CO₂-kibocsátásával előállított acélt vásárol a Schneider Electric elektromos szekrényeihez és burkolataihoz az ArcelorMittaltól. A 2025-ig tartó fenntarthatósági programja keretében a Schneider Electric 50 százalékra növeli a környezetkímélőbb alapanyagok arányát termékeiben. Az ArcelorMittal a spanyolországi Sestaóban található telephelyén gyártott XCarb® acél nagyon magas arányban újrahasznosított acélból készül, elektromos ívkemencében, 100 százalékban megújuló forrásból származó villamos energia felhasználásával. Ennek eredményeként az XCarb® előállítása során a CO₂-kibocsátás közel 70 százalékkal alacsonyabb, mint a hagyományos módon gyártott acél esetében.

A Schneider Electric a „zöld” acélt az új, PanelSeT SFN burkolatok gyártásához használja majd, amelyeket az ipari automatizálási, energiaelosztási és elektronikai berendezések nagyméretű elektromos paneljeinek védelmére használnak. Mivel ezeket a szekrényeket ipari környezetben telepítik, az XCarb® acélt Magnelis® bevonattal is ellátják, amely magas szintű korrózióvédelmet biztosít.

A Schneider Electric az év elején jelentette be, hogy a franciaországi Elzászban található Sarel nevű gyárában új hengerműhelyt alakítottak ki a speciális acélból készülő burkolatalkatrészek előállítására, amelyeket a cég Barcelona melletti Capellades üzemében szerelnek össze. „A Schneider Electricnél a fenntarthatóság a küldetésünk középpontjában áll, folyamatos innovációra ösztönözve minket és arra, hogy fenntarthatóbb jövőt teremtsünk. Ez az Energia 4.0 korszaka, ami a digitális technológiák és a fenntarthatóságot szolgáló elektrifikáció integrációját jelenti. Tisztában vagyunk azzal, hogy mennyit segítenek a partneri együttműködések abban, hogy megvalósítsuk céljainkat és még nagyobb hatást gyakoroljunk környezetünkre a nettó zero kibocsátás felé vezető utunk során” – hangsúlyozta Rohan Kelkar, a Schneider Electric Power Products Division részlegének ügyvezető alelnöke.

A Schneider Electric célkitűzései között szerepel, hogy 2030-ra a teljes értékláncában 25 százalékkal csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást és ezzel felkészült a nettó zero kibocsátás megvalósítására. A vállalat a 2021–2025 között megvalósuló Schneider Sustainability Impact program keretében 2025-re 50 százalékra tervezi növelni a „zöld” alapanyagok arányát a termékeiben.

Forrás: SE

NEKROLÓG



Gábor András 1947–2023

Ismét szomorúan búcsúznunk kell egy kedves baráttól, nagyszerű kollégától. Aranydiplomáját még jó egészségben vehette át 2 évvel ezelőtt.

Gábor András Szárföldön, Győr-Moson-Sopron vármegyében született 1947-ben. Középszkolába Sopronba járt. Szülei a számok világában éltek, édesanyja matematika–fizika szakos tanárnő, édesapja főkönyvelő volt. Így, mivel a fizika korán elbűvölte, hamar eldöntötte, hogy villamosmérnök akar lenni. Felsőfokú tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán folytatta, ahol 1971-ben szerezte meg villamosmérnöki oklevelét. Az egyetem elvégzése után a Villamosenergiaipari Kutató Intézet Hálózati laboratóriumában kezdett dolgozni. Közül 20 év után váltott és az ELMŰ Vizsgálóállomásán helyezkedett el, majd 1995–2000 között a Technológiai Osztály vezetője volt. 2000-tól az INFOPLAN-nál folytatta tevékenységét, ahol nyugdíjba vonulása után is – gyakorlatilag haláláig – szakértőként dolgozott.

Szakterülete még a VEIKI-ben hosszúrúd szigetelőlánc elrendezések ívállósági tulajdonságainak, valamint alállomási

földelőrendszerek zárlati áram függések vizsgálata volt. Az ELMŰ Vizsgálóállomásán feladatuk volt a hazai és külföldi nagyfeszültségű készülékek vizsgálata, mint a Technológia Osztály vezetőjeként egyike volt a legelismerőbb nagyfeszültségű gyártmányok és előre szerelt KÖF/KIF transzformátorállomások átvevőjének. Tevékenységének jelentős területe volt a kis- és középfeszültségű kapcsolókészülékek minőség-ellenőrzési feladatainak, illetve a kis-, közép- és 120 kV-os kábelek új szerelési technológiájának kidolgozása.

Az INFOPLAN Mérnökiroda Kft.-ben a villamos energetika primer rendszereinek tervezőjeként, szakértőjeként dolgozott.

A Magyar Mérnöki Kamara tagja volt, 2009-ben a Villamosenergetikai Szakosztály elnöke, majd hosszú ideig, 2015-ig az Energetikai Tagozat vezetője.

Több tervezői és szakértői engedéllyel rendelkezett az energetika szakterületein.

Szakmai ismereteit, emberi tartását több díjjal ismerték el, így az MMK Energetikai Tagozat Ronkay Ferenc Energiamérnöki díjával, az ELMŰ Fodor István-díjával. A MEE-nek 1985 óta volt tagja.

Igazi közösségi ember volt, de életének egyik legfontosabb pillére a család volt. Mindent megtett értük.

Nagyon jó barát volt, szerette a sportot, szinte haláláig focizott több öregfiúcsapatban is.

Emlékét megőrizzük.

nj-nva

ORSZÁGOS ROADSHOW VILLANYSZERELŐK SZÁMÁRA

BIZTONSÁG – KORSZERŰ, PIACVEZETŐ MEGOLDÁSOKKAL

EGY NAP, AMIKOR ELSŐ KÉZBŐL ÉRTESÜLHET AZ AKTUÁLIS SZABÁLYOZÁSOKRÓL, TRENDEKRŐL

A villamosenergia-ipar fontos szereplője a villanszerelők, akiket a Magyar Elektrotechnikai Egyesület és az EMOSZ külön rendezvényesorozattal szólít meg InfoShow címmel. Előadások, workshopok és kiállítói jelenléttel biztosítja, hogy a szakemberek naprakész információkat nyerjenek a modern, biztonságos villanszerelésről. Emellett megismerhetik a legfrissebb előírásokat, technológiai megoldásokat és trendeket, valamint érdemi szakmai konzultációt folytathatnak új megoldásokat kínáló cégek szakértőivel. Az országban 5 helyszínen kerül megrendezésre az esemény, amely így "roadshow"-ként látogat el a legnagyobb városok szakmai közösségeihez, és biztosítja, hogy a villamosenergia-iparban fontos szakmai tudás elérhetővé váljon minden érintett számára.

ELŐADÁSOK

Köszöntő

Szilágyi István, Magyar Elektrotechnikai Egyesület

Tűlfeszültség-védelem kialakítása lakó- és irodaépületekben

Dr. Kovács Károly, DEHN HUNGARY Kft.

Rugalmas, gazdaságos kábelösszekötés robbanásveszélyes EX területen

Pásztóhy Tamás, Hensel Hungaria Villamossági Kft.

Szabványoknak és energiahatékonysági elvárásoknak megfelelő mesterséges világítás kialakítása vezérléssel

Ekler Attila, B.E.G. Hungary Kft.

Áramelosztás idő- és költséghatékonyan

Csaba Keszthelyi, Phoenix Contact Kft.

Energiamenedzsment – technológiai megoldások a fenntarthatósági célok eléréséhez

Roderman József, WAGO Hungaria Kft.

Kábel- és vezetékrendszerek tűzvédelme

Kruppa Attila, OBO Bettermann Kft.

A KIF FAM hatékonyságának és biztonságának aktualitásai

Sárkány Norbert, E.ON Hungaria Kft., Korponai István, MEE FAM Munkabizottság

A hallgatóság részvétele előzetes regisztráció esetén 5 118 Ft + ÁFA.

A programváltozás jogát fenntartjuk! További részletek, regisztráció: www.infoshow.hu.

HELYSZÍNEK

2023. NOVEMBER 15., SZERDA
DEBRECEN, ÁSZ KUZIN

2024. FEBRUÁR 7., SZERDA
BUDAPEST, LURDY HÁZ

2024. MÁRCIUS 20., SZERDA
SZEGED, HOTEL FORRÁS****

2024. ÁPRILIS 10., SZERDA
GYŐR, ETO PARK HOTEL****

SW Umwelttechnik
MAGYARORSZÁG

2023

Érték és Minőség Nagydíj

**Elektrotechnikai Egyesület
Különdíj**

Elektrotechnika



KÜLÖNDÍJ

SW Umwelttechnik Magyarország Kft.

a 2023. évi Érték és Minőség Nagydíj
Tanúsító Védjegyzáshoz kiterjedő pályázat
„Innovatív megoldások fényvel a funkcionális térégekben”
az alábbi Különdíjban részesül

Az ELEKTROTECHNIKA folyóirat
borítólapján megjelenés és

A nyertes pályázat bemutatása

Dr. János János
ELNÖK
Egyesületi elnök



Dr. János János
ELNÖK
Magyarországi Elektrotechnikai
Egyesület

www.sw-umwelttechnik.hu/