

Integrált intelligens rendszer a jelzőlámpás forgalomirányítás és az intelligens közvilágítás koordinálására Magyarországon

Dr. Fecser Nikolett*, Dr. Szauter Ferenc**, Prof. Dr. Lakatos István ***

Széchenyi István University, Egyetem tér 1., 9026, Győr, Hungary, fecser.nikolett@sze.hu*,
szauter@ga.sze.hu**,lakatos@sze.hu***

Absztrakt: A tanulmány az autópálya közvilágításának javítására irányul. Munkánk motivációja, hogy a közvilágítás fejlesztése az okos város egyik fő kérdése. Tanulmányunkban bemutatásra kerül ennek ezen útszakasz világításának modernizálása, „okosítása”. A tanulmányban az itt alkalmazott új technológia műszaki és gazdasági előnyeit vizsgáltuk. A vizsgálat során sor került hagyományos technológiával üzemelő rendszer vizsgálatára, valamint az új technológiával üzemelő rendszer adatainak összehasonlítására. A tanulmány arra a következtetésre jut, hogy a lámpacsere csökkenti a szolgáltató költségeit. Ráadásul a LED-es világítás egy környezetbarát megoldás.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban az okos technológiák elterjesztése és fejlesztése az életünk minden területén egyre nagyobb hangsúlyt kap. Különösen nagy jelentősége van a közlekedésben is a látásnak, így a világításnak. A megfelelő világításnak minden területen, így a közvilágításban is több feltételnek kell megfelelnie (Arató András, 2001). A legfontosabb az, hogy a megvilágítandó területek megvilágítási szintje és egyenletessége, hogy a szabványban megadottaknak megfeleljen (MAGYAR SZABVÁNY MSZ 20194-1, 2000; MSZ EN 13201-2:2016 Útvilágítás, 2016). A közvilágítás fejlesztésének célja, hogy növelje a biztonságot, a költséghatékonyságot, és csökkentsen a környezeti terhelést. Életünknek vannak olyan területei, ahol kiemelten fontos a megfelelő világítás, ilyen a közlekedéshez kapcsolódó világítás. A közlekedés dinamikus fejlődése megköveteli, hogy a világítás folyamatosan kövesse ezt a fejlődést, úgy, hogy a világításra fordított energiamennyiség minél gazdaságosabban legyen felhasználva. Világítással kapcsolatban szabványok, kiadványok, lexikonok, jogszabályok adnak útmutatást, irányítást, illetve kötelező előírást (11/1985 (XI.30.) IpM A közvilágításról, 1985; 1/1975(II.5.) KPM-BM A közúti közlekedés szabályairól, 1975).

Tanulmányunkban egy Magyarországon üzemelő autópálya szakasz tervezett világításfejlesztését mutatjuk be. Bemutatásra kerül a jelenleg üzemelő hagyományos és a tervezett LED-es illetve LED+HDMR rendszer. A tanulmány foglalkozik az adott pályaszakaszra vonatkozó fénytechnikai számításokkal, majd a tervezett fejlesztés megtérülésének számításával (Road lighting all parts, Part 3: Calculation of performance, 2016).

2. VIZSGÁLT AUTÓPÁLYA SZAKASZ VILÁGÍTÁS FEJLESZTÉSE

2.1 A világításfejlesztés számításának alapadatai

Az 1. táblázat a tervezett alkalmazandó világítótesteket főbb adatait foglalja össze.

Tervezett alkalmazandó világítótest megnevezése:

- Future Midi 80LED P4 600mA 146W 4000K (1.)
- Future Maxi 128LED M6 700mA 274W 4000K (2.)
- Future Maxi 128LED P4 700mA 274W 4000K (3.)
- Tweet Stelium S2-X2 4BLSB12 ETS 650mA 95W 4000K (4.)

1. Táblázat Alkalmazott világítótestek

Világítótest	Darab-szám [db]	Fénypont-magasság [m]	Dőlésszög [°]
1.	202	12	0
2.	2	15	0
3.	2	15	-5
4.	115	10	-5

Eredetileg ezen a pályaszakaszon összesen 319 db világítótest van. A tervekben négyféle összesen 321 db világítótest van.

A 2-es táblázat a tervezett lámpatestek, a 3-as táblázat a tervezett fényforrások főbb adatait tartalmazza.

A lámpatestek főbb adatai közé tartozik a lámpatest hatásfok, a lámpatest hatásfoka, káprázás, teljesítmény, fényáram, méretek. A fényforrás főbb jellemzői a szín, fényáram és a színvisszaadás.

2. Táblázat Lámpatestek és fényforrások adatai

	1.	2.	3.	4.
Lámpatest-hatásfok	100%	100%	100%	100%
Lámpatest hatásfoka	128.92 lm/W	124.4 lm/W	123.81 lm/W	119.92 lm/W
Káprázás	G*2 / D3	G*3 / D3	G*2 / D2	G*2 / D2
Teljesítmény	146 W	274 W	274 W	95 W
Fényáram	18823 lm	34085 lm	33924 lm	11392 lm
Méretek	762 mm x 320 mm x 140 mm	762 mm x 370 mm x 128 mm	762 mm x 370 mm x 128 mm	500 mm x 500 mm x 0.0 mm

3. Táblázat Lámpatestek és fényforrások adatai

	1.	2.	3.	4.
Szín	4000K	4000K	4000K	4000K
Fényáram	18823 lm	34085 lm	33924 lm	11392 lm
Szín-visszaadás	70	70	70	70

2.2 A vizsgált autópályaszakaszra vonatkozó fénytechnikai számítások

A számításához szükséges adatok a HOFEKA fénytechnikai laboratóriumában lettek meghatározva GOV-1900 típusú goniofotométeren.

Általános Felhasznált számítási algoritmus: közepes közvetett rész

Karbantartási tényező 0.90

Közepes megvilágítás E_m

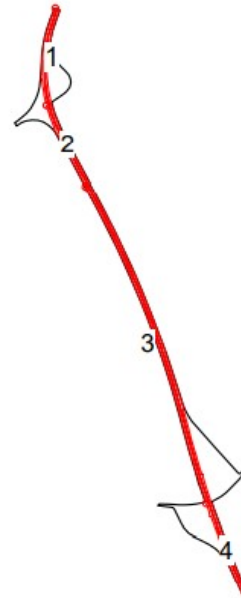
Megvilágítás minimuma E_{min}

Megvilágítás maximuma E_{max}

Egyenletesség $U_0 = E_{min}/E_m$

Egyenletesség $U_d = E_{min}/E_{max}$

A 1. ábra a vizsgált autópályaszakaszt szemlélteti.



1. ábra Vizsgált autópálya szakasz

A vizsgált autópálya szakasz 4 részre van bontva.

A 4.-es táblázat a négy pályaszakaszra vonatkozó mérési, számítási adatokat tartalmazza.

4. Táblázat 4 pályaszakaszra vonatkozó mérési, számítási adatok

Pálya szakasz I.		
Megvilágítás	E_m	26 lx \geq 20.0 lx
	E_{min}	11.6 lx
Számítási mező	516.11m x 187.26m (312 x 125 Pontok)	
Mérési sík magasság	0.00 m	
Egyenletesség	U_0	0.45 \geq 0.40
	U_d	0.25

Pálya szakasz II.		
Megvilágítás	E_m	$26 \text{ lx} \geq 20.0 \text{ lx}$
	E_{min}	10.7 lx
Számítási mező	518.15m x 125.06m (259 x 62 Pontok)	
Mérési sík magasság	0.00 m	
Egyenletesség	U_0	$0.41 \geq 0.40$
	U_d	0.24

Pálya szakasz I		
Vonatkozási magassága	sík	0.00 m
Közepes megvilágítás	E_m	25.8 lx
Megvilágítás minimuma	E_{min}	11.6 lx
Megvilágítás maximuma	E_{max}	46.6 lx
Egyenletesség U_0	E_{min}/E_m	0.45
Egyenletesség U_d	E_{min}/E_{max}	0.25

Pálya szakasz III.		
Megvilágítás	E_m	$28 \text{ lx} \geq 20.0 \text{ lx}$
	E_{min}	11.7 lx
Számítási mező	1938.94m x 276.2m (529 x 75 Pontok)	
Mérési sík magasság	0.00 m	
Egyenletesség	U_0	$0.43 \geq 0.40$
	U_d	0.25

Pálya szakasz II		
Vonatkozási magassága	sík	0.00 m
Közepes megvilágítás	E_m	26 lx
Megvilágítás minimuma	E_{min}	10.7 lx
Megvilágítás maximuma	E_{max}	45.4 lx
Egyenletesség U_0	E_{min}/E_m	0.41
Egyenletesség U_d	E_{min}/E_{max}	0.24

Pálya szakasz IV.		
Megvilágítás	E_m	$27 \text{ lx} \geq 20.0 \text{ lx}$
	E_{min}	11.9 lx
Számítási mező	571.06m x 60.98m (370 x 40 Pontok)	
Mérési sík magasság	0.00 m	
Egyenletesség	U_0	$0.44 \geq 0.40$
	U_d	0.27

Pálya szakasz III.		
Vonatkozási magassága	sík	0.00 m
Közepes megvilágítás	E_m	27.6 lx
Megvilágítás minimuma	E_{min}	11.7 lx
Megvilágítás maximuma	E_{max}	47.5 lx
Egyenletesség U_0	E_{min}/E_m	0.43
Egyenletesség U_d	E_{min}/E_{max}	0.25

A 5.-ös táblázat a 4 pályaszakaszra vonatkozó színárnyalattal kapcsolatos mérési, számítási adatokat tartalmazza

5. Táblázat 4 pályaszakasz színárnyalattal kapcsolatos mérési, számítási adatok

Pálya szakasz IV.		
Vonatkozási magassága	sík	0.00 m

Közepes megvilágítás	E_m	26.9 lx
Megvilágítás minimuma	E_{min}	11.9 lx
Megvilágítás maximuma	E_{max}	43.7 lx
Egyenletesség U_o	E_{min}/E_m	0.44
Egyenletesség U_d	E_{min}/E_{max}	0.27

2.3 A vizsgált autópálya szakaszon tervezett fejlesztés megtérülésének számítása

A 6-os táblázat a vizsgált autópálya szakasz megtérülés számításához szükséges főbb adatokat tartalmazza.

6. Táblázat Vizsgált Autópálya szakasz megtérülés számításához szükséges főbb adatok

Éves üzemidő (óra)	4 000
Átlagos napi világítási idő (óra)	11.0
Átlagos napi dimmelt idő (óra)	8
Dimmelés mértéke (%)	60

2.3.1 A vizsgált autópálya szakaszon tervezett fejlesztés megtérülésének számítása

A 7. táblázat a jelenleg üzemelő rendszer adatait tartalmazza.

7. Táblázat Jelenleg üzemelő rendszer adatai

Jelenleg üzemelő rendszer				
Típus	Mennyiség	Névleges teljesítmény [W]	Felvett teljesítmény	
			Világítótestenként [W]	Összesen [kW]
Onyx	115	150	174	20.01
	202	250	280	56.56
	2	400	435	0.87
			Naponta (kW)	77.44
			Évente (kW)	309 760

A táblázatból látható, hogy a jelenleg üzemelő rendszer felvett teljesítménye évente 309 760 kW.

2.3.2 A vizsgált autópályaszakaszon javasolt Led-es megoldás

A 8. táblázat a javasolt LED-es megoldás adatait tartalmazza.

8. Táblázat Javasolt LED-es megoldás

Javasolt LED-es megoldás				
Típus	Mennyiség	Névleges teljesítmény [W]	Felvett teljesítmény	
			Világítótestenként [W]	Összesen [kW]
Tweet Steliu m	115	150	95	10.93
Future Midi	202	250	146	29.49
Future maxi	2	400	274	0.55
			Naponta (kW)	40.97
			Évente (kW)	163 860

A táblázatból látható, hogy a Javasolt LED-es megoldás esetén a felvett teljesítmény évente összesen 163 860 kW.

2.3.3 A vizsgált autópályaszakaszon javasolt Led-es megoldás kiegészítve Dinamikus Mozgásérzékelő rendszerrel (HDMR)

A központi távfelügyeleti felület (HDMR-CMS) alkalmas a világítási rendszer teljes távvezérlésére. A web alapú HDMR-CMS rendszer elérhető minden olyan számítógépről, vagy mobil eszközről, ami internet kapcsolattal rendelkezik. A szoftveres felület megjelenése felhasználóbarát, áttekinthető, ahol térképalapon megtekinthetők az adott világítótestek és érzékelők pozíciói.

A HDMR-CMS rendszer biztosítja az eszközök, hálózatok és érzékelők állapotának mélyreható, közel valós idejű elemzését és nyomon követését. A program alkalmas a rendszerbe integrált eszközök teljesítményének, állapotának, energiafogyasztásának és megtakarításainak nyomon követésére, különböző helyszíneken és testre szabható időszakokban. Meghatározott lámpatest adatok, például a hálózati feszültség és a meghajtó hőmérséklete is nyomon követhető egy bizonyos időszak alatt a felületen. A program alkalmas 24 óra alatt legalább 6 különböző világítási szint beállítására az adott csoport, vagy lámpatestre vonatkozóan 0% - 100%-ig választható dimmelési értékekkel. A vezérlés csillagászati naptár, vagy napi menetrendek szerint programozható.

A programba beállíthatóak értesítési e-mail címek, amire a rendszer a hibás működésről riportot küld az alábbi esetekben és paraméterekkel:

- Hibásan működő eszköz területi megjelölése
- Hibás eszköz azonosítója
- Körzetvezérlő több mint 24 órája nem elérhető
- Érzékelő több mint 24 órája nem elérhető
- Világítótest meghibásodása
- Mozgásérzékelő meghibásodása

Az e-mail üzenet tartalmaz egy közvetlen linket a felület térképnézetéhez, amely megmutatja az érintett eszközt. A hibaüzenetek továbbíthatók API-n keresztül harmadik fél rendszereihez, hogy támogassák az automatizált munkafolyamatokat az ellenőrzésekhez, karbantartásokhoz, cserékhez stb.

A körzetvezérlő (Gateway) az az eszköz, ami biztosítja a kapcsolatot a HDMR-CMS rendszer és a világítótestek, illetve illetve mozgásérzékelők között. Az eszköz rádiós modullal rendelkezik, ami akár 200-240 mozgásérzékelő, és/vagy világítótest, vezeték nélküli kommunikációját biztosítja. A körzetvezérlő az integrált GSM-GPRS, Ethernet és WiFi modulnak köszönhetően bármelyik csatlakozási megoldáson keresztül képes kapcsolódni a HDMR-CMS szoftveres felülethez. A rendszer rendelkezik opcionálisan olyan kültéri eszközzel, ami vészhelyzet esetén gombnyomásra felülírja az éppen aktuális világítási profilt és minden, az adott szakaszra programozott világítótestet maximális fényárammal vezérel [HOFEKA katalógus, 2021].

Az 9-es táblázat a felvett teljesítményt mutatja HDMR rendszer esetén.

9. Táblázat Felvett teljesítmény HDMR rendszerrel

Felvett teljesítmény (kW)					
Naponta világítótestenként		Naponta összesen		Évente összesen	
Dimmelés nélkül	Dimmelve	Dimmelés nélkül	Dimmelve	Dimmelés nélkül	Dimmelve
1.04	0.59	120	67	43 700	24 559
1.60	0.90	323	182	117 968	66 298
3.00	1.69	6	3	2 192	1 232
Összesen		449	252	163 860	92 089

2.3.4 A bevezetni tervezett világítási rendszer kísérleti adatainak összehasonlítása a jelenlegi működő rendszer adataival

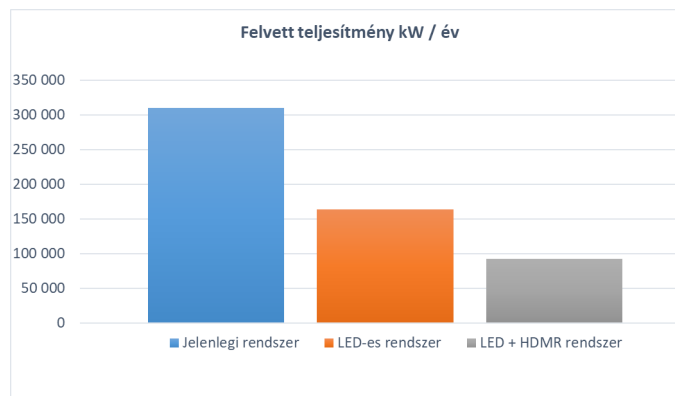
A 10-es táblázat az energiamegtakarítás mértékét mutatja nem szabályozott rendszer LED-es kialakítás esetén, HDMR rendszerrel szabályozott kialakítás esetén.

10. Táblázat Energiamegtakarítás mértéke

Energiamegtakarítás mértéke		
Nem szabályozott rendszer LED-es kialakítás esetén	HDMR rendszerrel szabályozott kialakítás esetén	
Jelenleg üzemelő rendszerhez képest	Jelenleg üzemelő rendszerhez képest	Tervezett LED-es kialakításhoz képest
47.10%	70.27%	43.80%

Energiamegtakarítás mértéke nem szabályozott rendszer LED-es kialakítás esetén 47.10% , HDMR rendszerrel szabályozott kialakítás esetén 70.27% jelenleg üzemelő rendszerhez képest. A megtérülési idő körülbelüli értéke 5-8 év.

Az 2. ábra a felvett teljesítményt alakulását mutatja a jelenleg üzemelő, LED-es és a LED+HDMR-es rendszer esetén.



Az 2. ábrából jól látható, hogy a LED+HDMR-es rendszer felvett teljesítménye a legalacsonyabb, mely a költségek csökkentését jelentik.

Következtetés

Tanulmányunkban ismertetésre került a jelenleg üzemelő világítási rendszer és az új, Led-es megoldás felvett teljesítménye. A jelenleg üzemelő rendszer felvett teljesítménye 309 760 kW/év, a javasolt Led-es megoldás

163 860 kW/év ugyanazon elvárás kielégítése esetén. Bemutatásra került a HDMR-A rendszerrel történő megtakarítás számítása naponta. A felvett teljesítmény 163 860 kW/év dimmelés nélkül, 92 089 kW/év dimmelve. Majd ezt követően kiszámításra került az energiamegtakarítás mértéke. Elsőként összehasonlításra került a nem szabályozott rendszer LED-es kialakítás a jelenleg üzemelő rendszerhez képest, majd ezt követően a HDMR rendszerrel szabályozott rendszer összehasonlítása történt meg a jelenleg üzemelő rendszerhez és a tervezett LED-es kialakításhoz viszonyítva. A számításból jól látható, hogy a nem szabályozott LED-es kialakítás esetén a megtakarítás 47.10% a jelenleg üzemelő rendszerhez képest. A HDMR rendszerrel szabályozott kialakítás esetén a megtakarítás 70.27% a jelenleg üzemelő rendszerhez képest, míg a tervezett LED-es kialakításhoz képest 43.80%. A számítások alapján megállapítható, hogy a megtérülési idő hozzávetőleg 5-8 év. Ezt követően bemutatásra került a külső tér értékelése. A vizsgált autópálya a vizsgálat során 4 szakaszra lett bontva és ez alapján történt meg a kitékelés. A vizsgálat során meghatározásra került a közepes megvilágítás, megvilágítás minimuma, megvilágítás maximuma és az egyenletesség. A eredményekből kiolvasható, hogy a jelenlegi rendszerhez képest a nem szabályozott rendszer LED-es kialakítás és a HDMR rendszerrel szabályozott kialakítás is megtakarítást jelentene.

Célunk a LED-es, HDMR rendszer működésének további vizsgálata. A kivitelezett és a tervezett rendszer működésének összehasonlítása (József Polák, 2015; Ortega, Jairo, 2021; Szakálas, G, 2018).

Hivatkozások

- Arató András, Dr. Borsányi János, Eperjessy Mária, Dr. Lantos Tibor, Nagy János, Némethné Dr. Vidovszky Ágnes, Poppe Kornélia, Tötök Béla, *Világítástechnikai kislexikon*, 2001
<https://mek.oszk.hu/14000/14024/14024.pdf>
- József Polák, István Lakatos, *EFFICIENCY OPTIMIZATION OF ELECTRIC PERMANENT MAGNET MOTOR DRIVEN VEHICLE, MACHINE DESIGN* (1821-1259 2406-0666): 7 1 pp 11-14 (2015)
- József Polák, István Lakatos, *ANALYSIS OF PROPULSION UNIT MATHEMATICAL MODEL, MACHINE DESIGN* (1821-1259 2406-0666): 7 4 pp 137-140 (2015)
- Kalincsa, István, Polák, József *Az irányítás szerepe és helyzete a közlekedési rendszerben*, IFFK 2018: XII. Innováció és fenntartható felszíni közlekedés Budapest, Magyarország : Magyar Mérnökakadémia (MMA) (2018) pp. 274-282., 9 p.
- Ortega, Jairo ; Tóth, János ; Péter, Tamás, *Planning a Park and Ride System: A Literature Review, Future Transportation 1* : 1 pp. 82-98. , 17 p. (2021)
- Szakálas, G, Pup, D, Polák, J.: *Research of vehicle parameter and sensor systems necessary to control autonomous vehicles*. 14th IEEE/ASME International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA). (2018) ISBN:9781538646434
- Road lighting all parts, Part 3: *Calculation of performance*, EN 13201-3:2004, 20-May-2016
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/2ca3fb9c-ea6f-4374-9d0d-67cf0030bbc4/en-13201-3-2003>
[Accessed: 8-November-2021]
- 11/1985 (XI.30.) *IpM A közvilágításról*
<https://docplayer.hu/16105761-11-1985-xi-30-ipm-rendelet-a-kozvilagitasrol.html>
[Accessed: 8-November-2021]
- 1/1975(II.5.) *KPM-BM A közúti közlekedés szabályairól*
<https://njt.hu/jogszabaly/1975-1-20-24>
[Accessed: 8-November-2021]
- MAGYAR SZABVÁNY MSZ 20194-1, *Közforgalmú területek mesterséges világítása. Meghatározások, alapelvek*, 2000. június,
http://www.albatrezor.hu/docs/08_MSZ_20194_1.pdf,
[Accessed: 8-November-2021]
- MSZ EN 13201-2:2016 *Útvilágítás. 2. rész: A világítási jellemzők követelményei*, Road lighting. Part 2: Performance requirements, 2016
[Accessed: 10-November-2021]
- HOFEKA, *HDMR-A Dinamikus Mozgásérzékelő Rendszer Autós, kerékpáros és/vagy gyalogos forgalmú utak világítás vezérléséhez*, 2021Katalógus