

## FÉNYSZENNYEZÉSI ESEMÉNY VIZSGÁLATA BUDAPEST XIII. KERÜLETÉBEN

BARCZI ANDRÁS – MAJOR NÓRA

### Összefoglalás

*A fényszennyezés egy modernkori környezetterhelés, amely a 20. századi városiasodás, azaz urbanizáció bekövetkezésével vált életünk részévé, új kihívás elé állítva a várostervezést. A fényszennyezés nem kizárólag érzékszervi kellemetlenséget okozhat, már középtávú kitettség esetén is érzékelhetünk magunkon jeleket, fáradékonyság, alvászavar, stb. A fényszennyezés mértékét fényméréssel ismerhetjük meg, ebben a tanulmányban a közvilágítás, és gyárudvar kivilágítást vizsgáltunk, hogy mennyire tér el a javasolt fénykibocsátási értékektől a budapesti 13. kerület több területe. A méréskor tapasztalt erős fluktuációra is próbáltunk magyarázatot találni, korrelációt kerestünk a fényszennyezés, azaz a túlzott kibocsátás mértéke, a relatív páratartalom, illetve a PM10 szállópor tartalom között. A mérések közel 8 héten keresztül történtek, az összehasonlításkor azonban nem találtunk egyértelmű összefüggést a fluktuáció és a további mért paraméterek közt.*

**Kulcsszavak:** fényszennyezés, lux, szállópor, PM10, relatív nedvességtartalom

**JEL kód:** Q53

## INVESTIGATION OF LIGHT POLLUTION IN BUDAPEST XIII<sup>TH</sup> DISTRICT

### Abstract

*Light Pollution is a modern-day environmental burden that became part of our life via the 20th century's urbanization, challenging city scaping and designing. Light Pollution phenomenon is not exclusively discomfort to human senses, mid-long exposure can cause fatigue, insomnia, etc. To understand the level of light pollution, light-measuring is required. This study focuses on urban safety lighting, and urban industrial zone lighting, if it trespasses recommended light emission values on multiple locations in XIII<sup>th</sup> district in Budapest (Hungary). We tried to explain the huge varying and fluctuation on the recorded data, we searched for correlation between recorded light intensity data and PM10 airborne dust, or relative air humidity. The measuring campaign took 8 weeks, and during analysation no obvious correlation was found between the fluctuation and measured parameters.*

**Keywords:** light pollution, lux, airborne dust, PM10, relative humidity

### Bevezetés

Globálisan és hazai viszonylatban is a városiasodásnak, vagy más néven urbanizációnak egyik negatív mellékhatása a fényszennyezés, és ez a városiasodás mértékével egyre növekszik. A fény egy kevésbé ismert ártalom, pedig ugyanúgy szennyező forrása lehet a környezetünknek. A fényszennyezés jelenségét már a 19. században megfigyelték, ám az 1970-es évekig nem

tulajdonított neki jelentőséget az emberiség (PORTREE, 2002). Ekkor a környezetvédelem már jelen volt a nemzetközi politikában, és a fényszennyezés jelenségét több, egymástól függetlenül történt mérés, a világ legkülönbözőbb pontjain leírták; WALKER (1970; 1973) Kaliforniában és Arizonában (USA), BERTIAU et al. (1973) Olaszországban, BERRY (1976) és PIKE (1976) Ontarióban (Kanada). 1988-ban létrejött az Arizonában (USA) az International Dark-Sky Association (IDA) nonprofit szervezet, ami olyan mindenkinek előnyös megoldásokat kutat és hirdet, amelyek lehetővé teszik az emberek számára, hogy a sötét, csillagokkal teli égből gyönyörködhesse (hiszen szervezetük hitvallása szerint a csillagos ég őrizendő a következő generáció számára is), miközben élvezik a felelős kültéri világítás előnyeit is. Ehhez a kezdeményezéshez több mint 51 ország csatlakozott köztük Magyarország is, hazánkban jelenleg három Csillagoségbolt-park – a Zselici Tájvédelmi körzet 2009. és a Hortobágyi Nemzeti Park 2011., továbbá a Bükk Nemzeti Park 2017. óta – található, ahol megfelelően sötét minőségű az éjszakai égbolt, azaz az égitestek jól láthatóak, valamit az éjszakai égbolt fényereje egyenlő vagy sötétebb, mint négyzetív másodpercenként 21,2 magnitúdó.

Ki kell emelnünk azonban, hogy a fényszennyezés korántsem kizárólag esztétikaromlást jelent, a hatásai jóval súlyosabbak, mint ahogyan azt elsőre gondolnánk.

A természeti értékeink megzavarását először az 1990-es években írták le, ekkor figyelték meg, hogy az állandó mesterséges éjszakai világítás a sötét környezetben való tájékozódáshoz szokott állatokat megzavarhatja. Ennek egy ismertebb példája a homokos tengerpartokon fészkekből kikelt tengeri teknősök tájékozódási képességének elvesztése. Normális körülmények között az éjszaka előbújó fiókok gyorsan az óceánhoz kúsznak a környezet árnyékai alapján. Azonban a tengerpartok megvilágításával a mozgást idéző sziluettek többé nem érzékelhetők számukra, ami tájékozódási zavart okoz és ez befolyásolja az életben maradásukat. Ez különösen problémás a szigorúan veszélyeztetett fajaik számára. (SALMON et al., 1995).

A tanulmányunk szempontjából kiemelkedően fontos SUMMERS (1997) vizsgálata, aki korrelációt keresett egy rovar (*Bemisia argentifolii*) viselkedése, és az őt érő környezeti hatások közt, ahol vizsgálta többek közt a páratartalom és a fény kapcsolatát. ALTERMAT et al. (2016) molylepkék viselkedését mérte, és a páratartalom beállítását többször változtatta. Továbbá fontos kiemelnünk, hogy az állatokra a napi fényciklus változásai endokrin és neurobiológiai mechanizmusokon keresztül fejtik ki hatásukat, illetve szabályoznak számos fiziológiai és viselkedési folyamatot. A megváltozott hormontermelés következményei súlyos egészségügyi következményekkel járhat az egyedekre nézve, továbbá csökkenő szaporodó képességet jelenthet, így ökológiai következményekkel járhat a populációk számára (LONGCORE – RICH, 2004; NAVARA – NELSON, 2007). Tehát ez a fajta fényszennyezés vonzza vagy taszítja az állatokat azáltal, hogy a sötét környezethez képest túl nagy intenzitású, azaz pozitív vagy negatív fototaxist idéz elő (LONGCORE – RICH, 2004).

Rengeteg tanulmány támasztja alá a fényszennyezés humán hatásait is. A túlzott fényhatás kitettség megváltoztathatja a melatonin termelést. (CZEISLER et al., 1986; LEWY et al., 1980) Ez többféle egészségügyi problémát okozhat, beleértve az álmatlanságot (MIN – MIN, 2018), a depressziót (OBAYASHI et al., 2013), a szív- és érrendszeri problémákat okozó betegségeket (OBAYASHI et al., 2019), de akár emlő- és prosztaták kialakulásához vezethet. (KLOOG et al., 2008; KLOOG et al., 2009; KIM et al., 2016; RYBNIKOVA et al., 2015) A fényszennyezés megzavarja a cirkadián ritmust, ami késleltetett lefekvést és rendszertelen felébredést valamint elhízást okozhat. (RYBNIKOVA et al., 2016; VOLLMER et al., 2012)

A fényszennyezés négy típusa közül ez a tanulmány a clutter és az over-illumination típusú szennyezésre fókuszál. Az ilyen típusú fényszennyezés forrásai között szerepelhet például az épületek külső és belső világítása, köztük a reklámok, hirdetőtáblák, az irodák és gyárak díszvilágítása, a közvilágítás és a megvilágított sportpályák is. Ide tartozhat még éjszakai nem hatékony, túl világos, rosszul célzott vagy nem megfelelően árnyékolt és bizonyos esetben teljesen felesleges kültéri világítás.

ÁRGAY et al. (2020) szakmai útmutatójukban rámutatnak a fényszennyezés legfőbb okaira, amelyek a mesterséges éjszakai világítás során jelentkeznek:

- a világítási berendezések nem a megfelelő helyen működnek,
- a világítási berendezések nem a megfelelő elrendezésben működnek,
- a világítótest alkalmatlan vagy korlátozottan alkalmas a fény megfelelő irányítására.

Ide tartozik, ha helytelen kialakítású a búra ernyőzése vagy nincs is búra,

- a világítótest helytelenül van rögzítve a tartószerkezeten, ez akkor is problémát okozhat, ha egyébként a világítótest alkalmas a fény megfelelő irányítására,
- a lámpatest fényeloszlása nincs összhangban a megvilágítás céljával.

A megvilágítás mennyiségi meg nem felelését okozhatja:

- a szükségeshez képest nagyobb fényáramú fényforrást alkalmazása, azaz a túvilágítás,
- a nagyobb fényáramú fényforrás vagy a nagy kiterjedésű és nagy albedójú megvilágított felület miatt jelentkező nagyobb mennyiségű szóródó fény,
- megfelelő fényforrás alkalmazása esetén a világítótestek hibás elhelyezése, elrendezése vagy nem megfelelő száma,
- megfelelő fényforrás alkalmazása esetén a lámpatest nem megfelelő fényeloszlása.

A megvilágítás időbeli meg nem felelését okozhatja, ha:

- a látási feladattól, illetve a reális igényektől függetlenül folyamatosan üzemel,
- a megvilágítás ideje alatt a látási feladattól, illetve a reális igényektől függetlenül azonos paraméterekkel például a fényáram, színhatás változatlanul hagyásával működik.

A megvilágítás minőségi meg nem felelését:

- elsősorban nem megfelelő fényforrás kiválasztása,
- a nagy arányban a kék színtartományban sugárzó fényforrások alkalmazása okozhatja.

A fényszennyezés alulreprezentáltsága miatt kevés tanulmány foglalkozik ezzel a jelenséggel, és kevés próbál összefüggést keresni az érzékelés és a további környezeti hatások között. PRAMUDYA et al. (2019) kutatásukban összefüggést kerestek a hőmérséklet, a páratartalom és a „skyglow” típusú fényszennyezettség világossága közt. Mi az esetet vizsgálva nem ezt a típust elemeztük, hanem a „light trespass” illetve az „over-illumination” típusú jelenséggel kívántunk foglalkozni. UNAHALEKHAKA és PHONKAPHON (2016) vizsgálták a páratartalom és az elektromos tér, illetve a szigetelés kapcsolatát Indonéziában, ahol az átlagos éves páratartalom 62-74% közt ingadozik. Modellezéssel kimutatták, hogy a páratartalom és további környezeti szennyezők megváltoztathatják az elektromos potenciált a felfüggesztett szigetelőszálak mentén. Skyglow típusú fényszennyezés és szállópor tartalom kapcsolatát vizsgálta Krakkó környékén SCIEŻOR és KUBALA (2014), ahol összefüggést találtak éjjeli tisztaégbolt felragyogásának mértéke és levegő szállóportartalma közt, azonban a tanulmány jelezte, hogy a légrétegek közt jelentős elérések lehetnek, így más légrétegben más koncentráció eltérő eredményt adhat.

## Anyag és módszer

Két csoportra lehet bontani a fényszennyezése mérésére alkalmazott eljárásokat; vizsgálhatóak közvetlenül a fényszennyezés forrásai, illetve az éjszakai égbolt mesterséges fénylésének meghatározásával is lehetséges. Ez a kutatás azonban nem a „skyglow” típusú szennyeződést kívánta feltárni, így közvetlenül a fényszennyezést, és a fényszennyezéssel érintett területet vizsgáltuk.

A fényforrások világítási teljesítményét több oldalról lehet megközelíteni és mérni. A fényforrás teljesítménye a fényforrás fogyasztásával áll kapcsolatban, melynek mértékegysége a watt.

A fényáram a világítástechnika alapmennyisége. A sugárzott teljesítményből származtatott mennyiség, amely az optikai sugárzást az ember szem szabványosított spektrális fényhatásfoka szerint értékeli. Jele:  $\Phi$ , mértékegysége: lumen, lm. A hasznos fényáram a megvilágítandó területre eső összes fényteljesítmény.

A lumen azonban kevés ahhoz, hogy megismerjük a pontszerűen kibocsátott hasznosulását. A fényforrás hatékonysága a fényáram osztva a teljesítménnyel.

A megvilágítás a sugárzott fényáram és a megvilágított felület hányadosa, melynek jele E. Mértékegysége lux, lx,

$$E [\text{lux}] = \Phi [\text{lm}] / A [\text{m}^2]$$

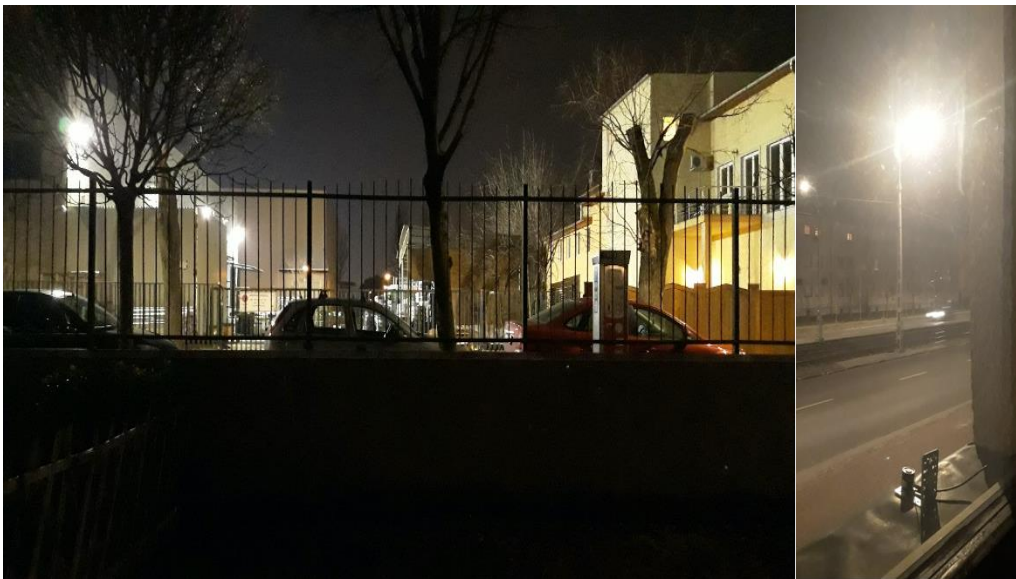
1 lm fényáram 1 m<sup>2</sup>-nyi felületen 1 lx megvilágítást biztosít. Ennek a mérésére megvilágítás-mérőket lehet használni. A fénysűrűség a felület adott irányú fajlagos fényerőssége. A kisugárzott fényáram és a felület sugárzás irányára merőleges vetületének, valamint a térszögnek a hányadosa, mértékegysége cd/m<sup>2</sup>. Ennek a meghatározáshoz fénysűrűségmérőt használnak.

**1. táblázat: Ahlborn V-Lambda Strahlung FLA623 fényintenzitásmérő technikai paramétere / Table 1. Technical parameters of Ahlborn V-Lambda Strahlung FLA623 light intensity meter**

<b>Diffúzor</b>	PTFE
<b>Koszinusz korrekció</b>	Hiba f2 <3 %
<b>Linearitás</b>	<1 %
<b>Abszolút hiba</b>	<5 %
<b>V lambda adapter</b>	<3 %
<b>Névleges hőmérséklet</b>	22 °C
<b>Üzemi hőmérséklet</b>	-20 °C-tól +60 °C-ig
<b>Jelkimenet</b>	0-2 V
<b>Üzemi ciklus</b>	<1 perc
<b>Tápegység</b>	ALMEMO® csatlakozón keresztül
<b>Elektromos kapcsolat</b>	Szerelhető csatlakozódugó, oldalsó
<b>Csatlakozó kábel</b>	PVC kábel, dugaszolható, ALMEMO® csatlakozóval
<b>Burkolat</b>	Alumínium, feketére eloxált
<b>Rögzítés</b>	2 db M2 csavar az alaplemezben
<b>Méret</b>	Átmérő 33 mm, magasság kb. 29 mm
<b>Súly</b>	kb. 50 g (kábel nélkül)
<b>Mérési tartomány</b>	0,05-170klx
<b>Spektrális érzékenység</b>	380-720 nm, max. 555 nm-en

2022 februárban elindult mérési sorozat során fényintenzitást határoztunk meg, melyet az Ahlborn V-Lambda – Strahlung FLA623-VL típusú fényintenzitásmérő segítségével végeztünk. Az FLA 623 VL szonda megvilágítás mérésére alkalmas eszköz, mely megfelel a DIN 5032 szerinti B készülékosztálynak. Az emberi szem érzékenységének megfelelő látható fényt mér. Az érzékelő általános műszaki adatai az 1. táblázat foglalja össze.

A mérések Budapest 13. kerületében történtek 5 különböző helyszínen (I.–V.). Az érzékelőket úgy pozicionáltuk, hogy a helyiségekben tartózkodókat érő éjszakai világítás/megvilágítás zavaró fényhatásait tudjuk kimutatni. Az érzékelőket így az ablakpárkányon rögzítettük (1. ábra). A mintavételi intervallumot 5 percre állítottuk be, a mérési időszakok 5-7 naposak voltak, amelyeket négy (I.-IV.) helyszínen megismételtünk. Az első mérési sorozatot A, az ismételt sorozatot B-vel jelöljük. Figyelembe vettük a mérések során a Nap- és Holdfelkelte illetve -nyugta időpontját is. A mérések 2022 februárjától 2022 áprilisáig tartottak, ebben a tanulmányban a legrelevánsabb adatokat mutatjuk be.

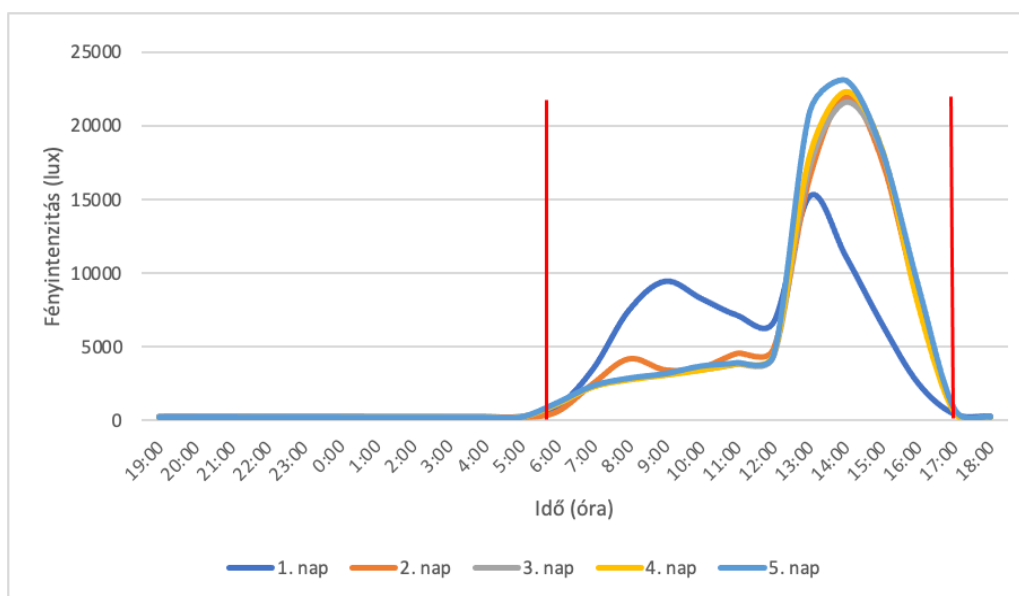


**1. ábra: Méréseink helyszíne és az érzékelő elhelyezése / Figure 1. Our measurement location and sensor placement**

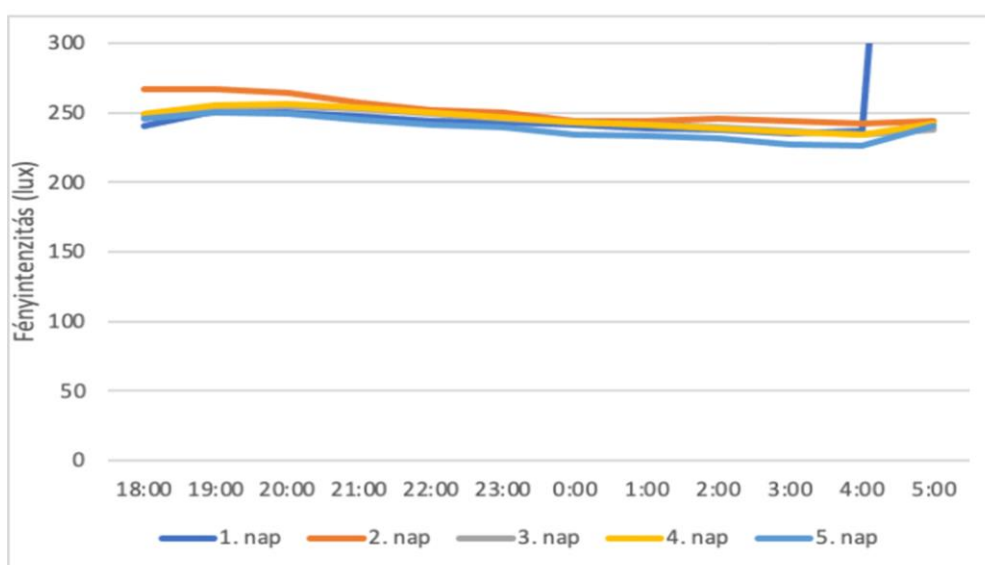
A kapott adathalmazt Excel táblázatban kiértékeltek, vizuális megismerés után hajtottunk végre átlagolást, mozgó hármasszoros átlagolást, és átlagsimítást, majd az átlagolás után korrelációt kerestünk, a további, méréseinkhez kapcsolható gyűjtött adatok közt. Ebben a tanulmányban két fényszennyezés érzékelését feltételezeten befolyásoló faktor korrelációját szeretnénk bemutatni; ezek a relatív páratartalom és a PM10 szállópor. Mind a két befolyásoló tényezőről feltételezzük, hogy befolyásolja a láthatóságot, így erős korrelációt találhatunk a tényezők és a fényszennyezés érzékelése közt, amivel megismerhetjük a fényszennyezés mértékét is. A tavaszi időszaki mérés erre különösen alkalmas volt, erősen fluktuált a nedvességtartalom illetve a levegő szállópor tartalma is, így vizuálisan is megfigyelhetőnek és detektálhatónak gondoltuk a feltételezett korrelációt. Ezen adatok órás mérési átlaggal hozzáférhetőek a légszennyezés.hu oldalon, az ő segítségüket kértük, hogy a 13. kerületi adatokat bocsássák rendelkezésünkre. Továbbá ugyanezeket az adatokat lekértük a Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat által üzemeltetett OMSZ Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központtól; a mi általunk mért területhez legközelebbi mérőpont a Budapest Kőrakás park elnevezésű helyen található. A két helyről igényelt adatok között nem volt eltérés, így az adatokat hitelesnek és megbízhatónak értékeltük.

## Eredmények

Az A-jelű mérési sorozattal azt akartuk igazolni, hogy a Budapest 13. kerületében a fényszennyezés jelen van. Az 2. ábrán demonstráljuk a 24 órás mérést, az 3. ábrán pedig ugyanezen mérés napnyugta és napkelte közötti időszakát szemléltetjük. A 2. ábrán látható nagymértékű nappali-éjjeli különbség miatt a további ábrák kizárólag az éjjeli mérésekre fókuszálnak. A 3. ábrán jól kivehető a helyiségbe az ablakon keresztül érkező fényszennyezés ténye, a javasolt 200-220 lux helyett végig 230-250 lux megvilágítást mértünk. Továbbá, a grafikon folyamatos csökkenést mutat minden mérési napon, ezt a változást feltételeztük, hogy korrelál a szállópor tartalommal, vagy a levegő relatív nedvesség tartalmával.



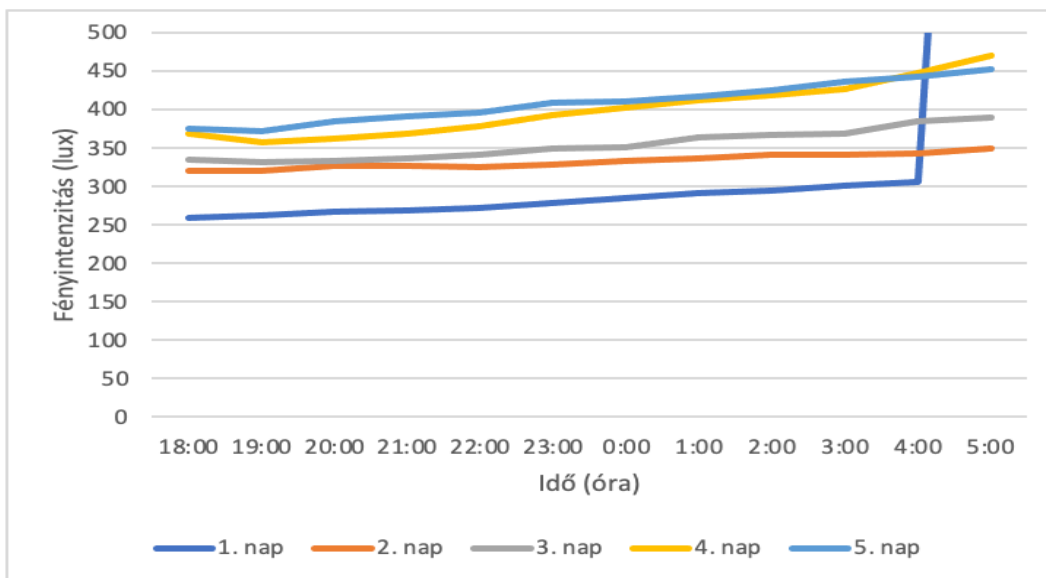
2. ábra: 5 napos I./A. mérési sorozat vizuális megjelenítése, jelölve a napkelte és a napnyugta időpontját / Figure 2. Visual display of 5-day measurement (I./A), marking the time of sunrise and sunset



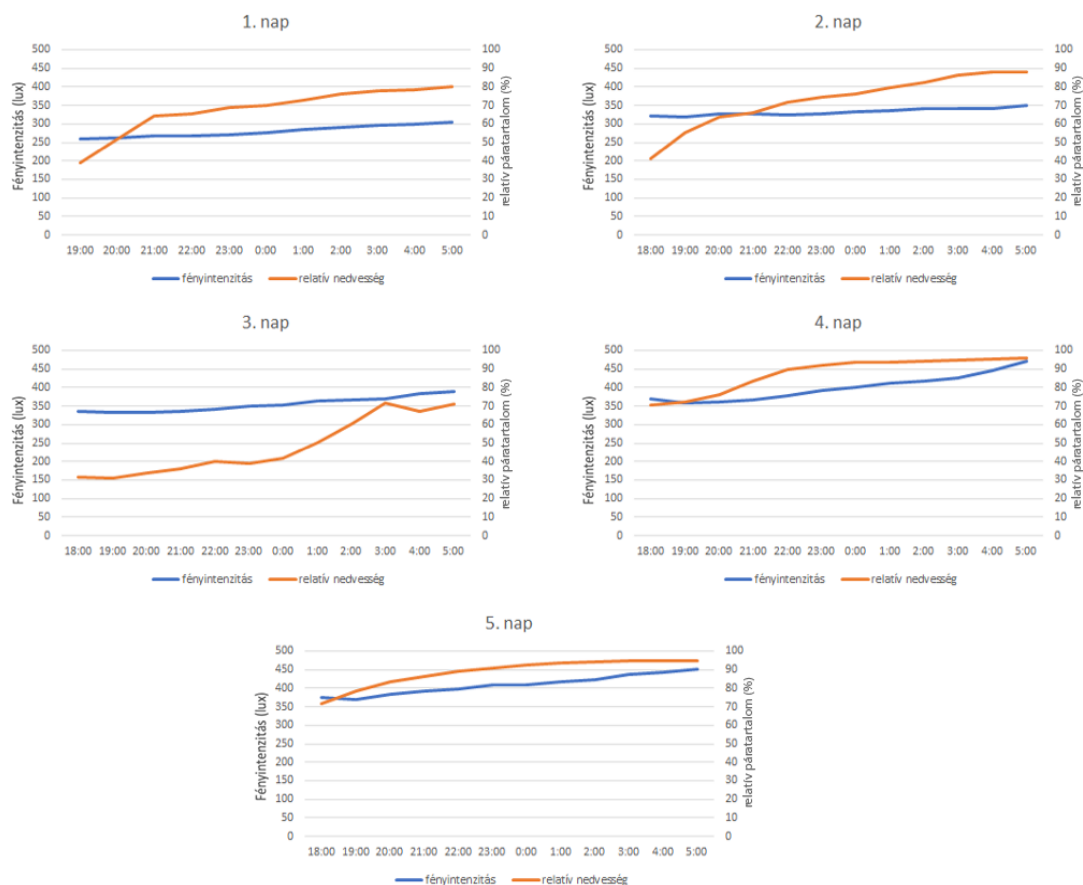
3. ábra: Az I./A mérési sorozat éjszakai fényintenzitása / Figure 3. Night light intensity of measurement series I/A



Azonban a további méréseink ugyanabban a kerületben egészen más jellegű változást mutatnak. Az 4. ábra például egy folyamatos növekedést mutat a korábbi mért adatokkal szemben, illetve a fényszennyezés ténye a mérések alapján sajnos itt is leírható.



4. ábra: A II./A mérési sorozat éjszakai fényintenzitása / Figure 4. Night light intensity of the II/A series



5. ábra: A III./A mérési sorozat éjszakai fényintenzitása és a levegő relatív nedvességtartalma / Figure 5. Night light intensity and relative humidity of the air for measurement series III/A

Ezeket a változásokat és eltéréseket feltételeztük, hogy a páratartalom befolyásolhatja, így összehasonlítást végeztünk a mért fényintenzitás adatai, és a lekért relatív nedvességtartalom között. Ezeket napokra osztottuk, mert a korreláció számításához nem szerettünk volna 5 napos átlagot használni, hiszen fényintenzitás mérések esetében bár korreláltak az adatok, akár 20-24%-os eltérést is mutathattak az éjjelek.

Az 5. ábra méréseit, ahol az X tengelyen az idővonal, az első Y tengelyen a fényintenzitás (lux), a második Y tengelyen pedig a levegő relatív nedvességtartalma található (%), korrelációs összehasonlítás alá vetettük, ezeknek az eredményét az 2. táblázat foglalja össze. A táblázatból látható, hogy az eltérések jelentősek, például az első két mérésnél a korrelációs összefüggés magas; míg a második mérési ciklusban 0,81 felett van, addig az első mérési ciklusban erős fordított korreláció volt tapasztalható. Ez a további méréseknél is ismétlődött, így kimondható, hogy nincs kimutatható, vagy egyértelműen leírható korreláció a éjszakai kivilágítások fényintenzitása vagy fényintenzitás érzékelése illetve a levegő relatív páratartalma közt.

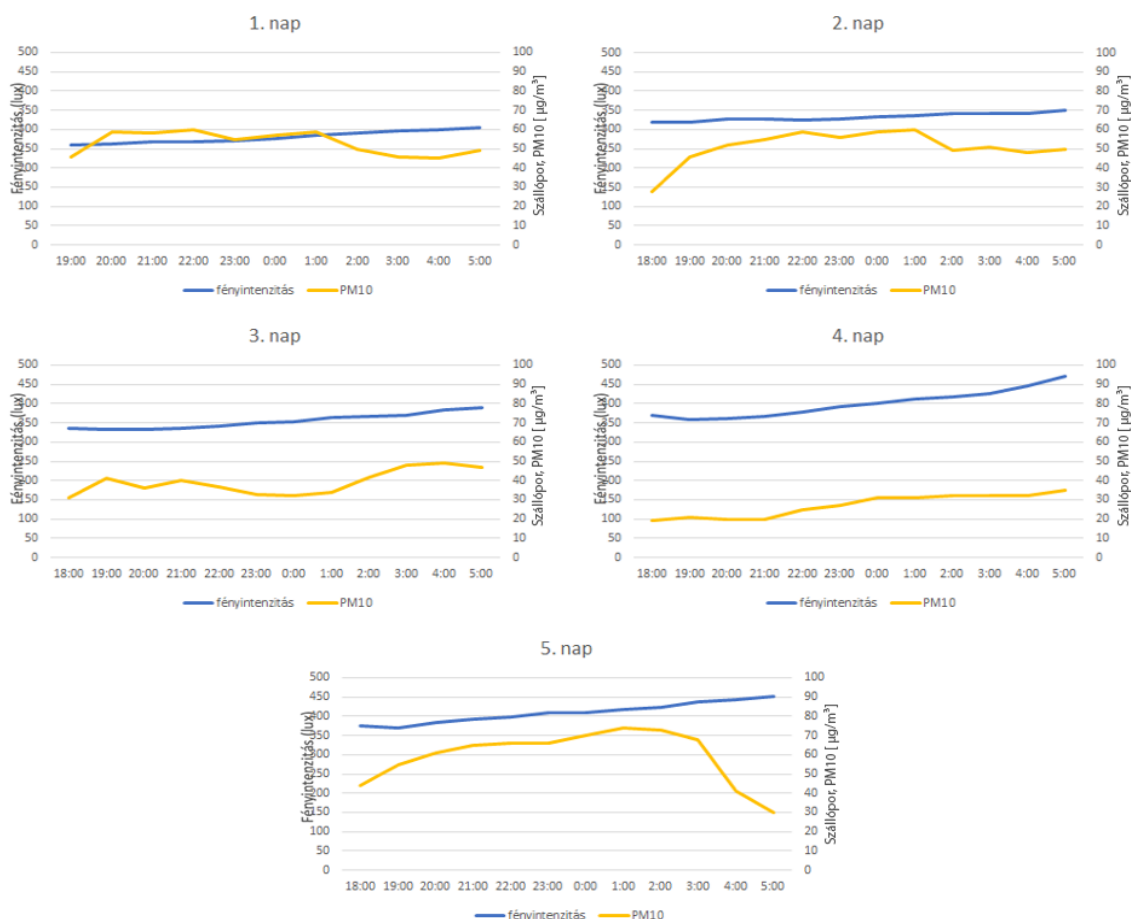
**2. táblázat: Az éjszakai fényintenzitás mértéke és a levegő relatív nedvességtartalmának korrelációs elemzése / Table 2. Correlation analysis of night light intensity and relative air humidity**

nap	I. /A	II. /A	III. /A	I. /B	IV./A	V./A	II. /B	III. /B	IV./B
1	-0,50	0,86	-0,76	-0,58	0,65	0,65	-0,43	-0,72	0,81
2.	-0,95	0,89	-0,59	-0,71	0,82	0,59	-0,61	-0,73	0,85
3.	-0,86	0,95	-0,65	-0,81	0,79	0,78	-0,66	-0,82	0,91
4.	-0,73	0,81	-0,86	-0,71	0,62	0,80	-0,84	-0,79	0,91
5.	-0,85	0,87	-0,91	-0,85	0,64	0,35*	-0,75	-0,86	0,87
6.	-	-	-	-0,87	0,57	0,74	-0,78	-0,81	-
7.	-	-	-	-0,91	-	0,71	-	-0,82	-

(\* áramszünet volt több órán keresztül a kerületben)

Nem találtuk kielégítőnek ezt az összehasonlítást hiszen a fényintenzitás változása kimutatható, így egy másik feltételezett befolyásoló tényezőt vettünk alapul, a PM10 szállóport. Az 6. számú ábrán ugyanazt a mérési napot demonstráljuk, amit korábban már az 5. számú ábrán bemutattunk, ennek nincs kiemelt jelentősége, csupán a könnyebb vizuális analízist szolgálja. Az 6. számú ábrán megfigyelhető, hogy a fényintenzitás az éjszaka folyamán növekszik, a szállópor tartalom azonban jóval erősebben fluktuál, mint a korábban bemutatott relatív légköri nedvességtartalom. Ezen az ábrán vizuálisan látható némi összefüggés a 3. és a 4. nap között, de a többi napon a mérések a korábbi feltételezéseinket nem igazolták. Az X tengelyen az idővonal található, az első Y tengelyen a fényintenzitás mértéke (lux), a második Y tengelyen pedig a szállópor koncentráció található ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A korreláció keresést itt is végrehajtottuk a teljesség igénye miatt, ezt az 3. táblázatban demonstráljuk.





6. ábra: A III./A mérési sorozat éjszakai fényintenzitás és a levegő szállópor tartalom (PM10) változása / Figure 6. Changes in night-time light intensity and particulate matter (PM10) in air for measurement series III/A

3. táblázat: A fényintenzitás mértéke és a levegő szállópor tartalmának korrelációs elemzése / Table 3. Correlation analysis of light intensity and particulate matter in air

nap	I. /A	II. /A	III. /A	I. /B	IV./A	V./A	II. /B	III. /B	IV./B
1.	0,29	0,74	-0,54	0,26	0,27	-0,22	-0,35	-0,35	0,91
2.	0,58	-0,64	0,23	-0,93	0,58	0,56	-0,14	0,53	-0,16
3.	-0,67	0,52	0,67	-0,56	0,49	0,81	0,87	0,67	-0,72
4.	0,42	0,27	0,92	0,32	-0,66	-0,50	0,45	0,64	0,77
5.	-0,29	-0,55	-0,22	-0,81	0,11	0,25*	-0,39	0,12	-0,49
6.	-	-	-	-0,84	-0,53	-0,14	-0,12	-0,64	-
7.	-	-	-	-0,91	-	-0,53	-	-0,49	-

(\* áramszünet volt több órán keresztül a kerületben)

Az 3. táblázat adatait vizsgálva megállapítható, hogy semmilyen leírható összefüggés nincs a levegő szállópor tartalma, és a fényintenzitás vagy fényintenzitás érzékelése közt.

## Következtetések

A fényszennyezés még alulreprezentált szakága a környezetvédelmi vizsgálatoknak, a városiasodás erősödésével a hatásai erősebbek, mint a természetre, mint az emberi élet minőségére. Megismerése sokban hozzájárulhat az effektív megelőző akár reaktív védekezés kialakításában. Vizsgálatunkban először a fényszennyezés tényét céloztuk meghatározni, és ez sikerült, bármelyik mérőpontban elhelyezett mérésünk magasabb éjszakai fényintenzitást mutatott, mint a javasolt 200-220 lux érték, így a fényszennyezés jelensége igazolt. A mérésakor felfedezett fényintenzitás fluktuációra azonban a méréseink alapján igazoltan nincs hatással a levegő relatív nedvességtartalma, vagy a levegő szállópor tartalma, a korreláció keresés erős fluktuációja miatt nem lehet egyértelmű megállapítást hozni a korreláció mértékével kapcsolatban.

PRAMUDYA et al. (2019), illetve ŚCIEŻŹOR – KUBALA (2014) kimutattak összefüggést az égbolt felragyogása (skyglow típusú fényszennyezés) és a relatív páratartalom illetve a PM10 szállóporterhelés között, azonban felszíni humán érzékelés szempontjából mi ezt nem tudtuk mérésekkel igazolni “light trespass” és “over-illumination” típusú fényszennyezésnél.

## Hivatkozott források

ÁRGAY, Z. – BOLDOGH, S. – CSUZDI, CS. – EGRI, Á. – GYARMATHY, I. – GYURÁ CZ, J. – HORVÁTH, G. – KOLLÁTH, Z. – KRISKA, GY. – NOVÁK, R. – NYITRAI, Z. – PÁDÁRNÉ TÖRÖK, É. – PÉNZESNÉ KÓNYA, E. – SZÁSZ, D. – VARGA, J. (2020): A fényszennyezésről – világosan! *Agrárminisztérium Környezetügyért Felelős Államtitkárság és a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság*, Budapest, 82 p.

CZEISLER, C.A. – ALLAN, J.S. – STROGATZ, S.H. – RONDA, J.M. – SANCHEZ, R. – RIOS, C.D. – FREITAG, W.O. – RICHARDSON, G.S. – KRONAUER, R.E. (1986): Bright light resets the human circadian pacemaker independent of the timing of the sleep-wake cycle. *Science* 233 (4764), 667–671. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.3726555>

KIM, K.Y. – LEE, E. – KIM, Y.J. – KIM, J. (2016): The association between artificial light at night and prostate cancer in Gwangju City and South Jeolla Province of South Korea. *Chronobiology International*, 34 (2), 203–211. DOI: <https://doi.org/10.1080/07420528.2016.1259241>

KLOOG, I. – HAIM, A. – STEVENS, R.G. – BARCHANA, M. – PORTNOV, B.A. (2008): Light at night co-distributes with incident breast but not lung cancer in the female population of Israel. *Chronobiology International*, 25(1), 65–81. DOI: <https://doi.org/10.1080/07420520801921572>

KLOOG, I. – HAIM, A. – STEVENS, R.G. – PORTNOV, B.A. (2009): Global co-distribution of light at night (LAN) and cancers of prostate, colon, and lung in men. *Chronobiology International*, 26 (1), 108–125. DOI: <https://doi.org/10.1080/07420520802694020>

LEWY, A.J. – WEHR, T.A. – GOODWIN, F.K. – NEWSOME, D.A. – MARKEY, S.P. (1980): Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science* 210 (4475), 1267–1269. DOI: [10.1126/science.7434030](https://doi.org/10.1126/science.7434030)

LONGCORE, T. – RICH, C. (2004): Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191–198. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)

MIN, J.Y. – MIN, K.B. (2018): Outdoor artificial nighttime light and use of hypnotic medications in older adults: a population-based cohort study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14(11), 1903–1910. DOI: <https://doi.org/10.5664/jcsm.7490>

- NAVARA, K.J. – NELSON, R.J. (2007): The dark side of light at night: Physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of Pineal Research*, 43(3), 215–224. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-079X.2007.00473.x>
- OBAYASHI, K. – SAEKI, K. – IWAMOTO, J. – IKADAB, Y. – KURUMATANIA, N. (2013): Exposure to light at night and risk of depression in the elderly. *Journal Affective Disorders*, 151(1), 331–336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2013.06.018>
- OBAYASHI, K. – YAMAGAMI, Y. – TATSUMI, S. – KURUMATANI, N. – SAEKI, K. (2019): Indoor light pollution and progression of carotid atherosclerosis: a longitudinal study of the HEIJO-KYO cohort. *Environment International*, 133(Part B), 105184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105184>
- PORTREE, D.S.F. (2002): Flagstaff's Battle for Dark Skies. *The Griffith Observer*, 1–16.
- UNAHALEKHAKA, P. – PHONKAPHON, S. (2016): Influences of Relative Humidity on the Electric Field and Potential on Suspension Insulator String. *Energy Procedia*, 89, 110–119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.05.017>
- RYBNIKOVA, N.A. – HAIM, A. – PORTNOV, B.A. (2015): Artificial light at night (ALAN) and breast cancer incidence worldwide: a revisit of earlier findings with analysis of current trends. *Chronobiology International*, 32(6), 757–773. DOI: <https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1043369>
- RYBNIKOVA, N.A. – HAIM, A. – PORTNOV, B.A. (2016): Does artificial light-at-night exposure contribute to the worldwide obesity pandemic? *Internatinal Journal of Obesity*, 40, 815–823. DOI: <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.255>
- SALMON, M. – GARRO TOLBERT, M. – PENDER PAINTER, D. – GOFF, M. – REINERS, R. (1995): Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. II. Hatchling orientation. *Journal of Herpetology*, 29(4), 568–576. DOI: <https://doi.org/10.2307/1564740>
- SUMMERS, C.G. (1997): Phototactic behavior of Bemisia argentifolii (Homoptera: Aleyrodiidae) crawlers. *Ann Entomol Soc Am* 90, 372–79.
- ŚCIEŻOR, T. – KUBALA, M. (2014): Particulate matter as an amplifier for astronomical light pollution, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 444(3), 2487–2493. DOI: <https://doi.org/10.1093/mnras/stu1577>
- PRAMUDYA, Y. – BUDI, K.S. – OKIMUSTAVA – MUCHLAS (2019): Preliminary study on relation between temperature, humidity and Night Sky Brightness in Yogyakarta. *Journal of Physics*, 1231 012004. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1231/1/012004>
- VOLLMER, C. – MICHEL, U. – RANDLER, C. (2012): Outdoor light at night (LAN) is correlated with eveningness in adolescents. *Chronobiology International*, 29(4), 502–508. DOI: <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.635232>

## Szerzők

### **BARCZI András**

levelező szerző

egyetemi tanársegéd

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudomány Intézet Környezetanalitika és  
Környezettechnológia Tanszék,

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

barczy.andras@uni-mate.hu

### **MAJOR Nóra**

egyetemi hallgató

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudomány Intézet, Környezetmérnök  
Msc. képzés

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

major.nora@stud.uni-mate.hu

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

