

A FÉNYSZENNYEZÉS ÉS A HATÁSA AZ ÉLŐKÖRNYEZETRE

BÁNHELYI ZSÓFIA, ZSOFIBANHELYI@GMAIL.COM
PENDLI GITTA, PENDLIGITTA98@GMAIL.COM
TÓTH FANNI, TOTIFANNI99@GMAIL.COM
VIRGA SZABOLCS, SZABOLCSVIRGA4@GMAIL.COM
**ÓBUDAI EGYETEM REJTŐ SÁNDOR KÖNNYŰIPARI ÉS
KÖRNYEZETMÉRNÖKI KAR,
BUDAPEST, DOBERDÓ ÚT 6, 1034**

ABSZTRAKT

Korunk egyik jelentős környezeti problémája a fényszennyezés, amely a városiasodás egyik következménye. A fényszennyezés egy rendkívül feltűnő jelenség, mégsem került át úgy a köztudatba, mint például a levegőszennyezés vagy a víz szennyezettségének kérdése, pedig ugyan olyan jelentősen hat az élőköznyezetre. Bizonyos fajok szaporodását ellehetetleníti, megzavarja az élőlények időérzékét, felborítja a bioritmusukat és ezek által akár ökológiai katasztrófához is vezethet. Napjainkban elképzelhetetlen lenne az élet közvilágítás, éjszakai fények nélkül, a világítás tehát elengedhetetlen, de nagyon sok múlik a világítóttestek fényerősségén egymástól való távolságán, pozícióján, hogy ez ne legyen káros az élőköznyezetre, mindennapi életünkre. Csoportunk arra keresett választ, hogy mit is nevezünk fényszennyezésnek, ez milyen hatást gyakorol az élővilágra, köztük az emberekre és milyen jogi szabályozások, kitételek vannak érvényben a környező országokban és hazánkban a fényszennyezésre vonatkozóan. Legfontosabb szempontjaink a fényszennyezésre vonatkozó magyarországi jogszabályok, illetve a fényszennyezés kapcsolata az élővilággal, az emberrel és a közlekedésbiztonsággal. Áttekintjük a fényszennyezés mérésének főbb lépéseit, eszközeit. Bemutatunk néhány konkrét példát a fényszennyezés csökkentésére a főváros harmadik kerületében (a Polaris Csillagvizsgáló környékén és a Pók utcai lakótelepen), ahol nemrég korszerű lámpatestekkel, megfelelő beállításokkal és az adott közterület, út célzott megvilágításával csökkentették a fényszennyezettség mértékét, majd elemezzük ezeket a példákat. A fényszennyezésre megoldást kínáló Dág község példáján keresztül - ahol Magyarországon elsőként jogszabály született a fényterhelésről - kitekintünk a jövő lehetőségeire. Kutatómunkánk eredményeként igyekszünk rámutatni arra, hogy a megfelelő világítóttestek kiválasztásával és azok optimális elhelyezésével, valamint a felesleges fényszennyezés mérséklésére, megszüntetésére hozott jogszabályokkal úgy érhetjük el a biztonságos közlekedéshez és mindennapjainkhoz szükséges megvilágítást, hogy az nem, vagy csak kis mértékben terheli az élőköznyezetet.

KULCSSZAVAK: *urbanizáció, fényszennyezés, mesterséges fény, fénysűrűség,*

BEVEZETŐ

A fényszennyezés korunk egyik fontos környezeti problémája. A világszerte megnőtt mesterséges megvilágítás a védett természeti területeket is érinti. Ez ellehetetleníti az éjszakai természetes tájkép megóvását és egyre komolyabb ökológiai gond is.

1. FÉNYSZENNYEZÉS JOGI SZABÁLYOZÁSA, DEFINÍCIÓJA

Bár sokan talán még mindig nem hallottak róla, még az elkötelezett természetvédők között sem, tudomásul kell vennünk, hogy a fényszennyezés korunk egyik legfontosabb globális és helyi környezeti problémájává vált. Már növekvő figyelmet fordítanak a különböző országok is erre, a téma megjelent a nyugat-európai, észak-amerikai környezetvédelmi dokumentumokban, programokban és célok között. Prioritásként szerepel az Európai Unió Hatodik Környezetvédelmi Akcióprogramjában és a hazai Nemzeti Környezetvédelmi Programban egyaránt. A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvényt (is) módosító 2008. évi XCI. törvény 19. §-a áttörésnek tekinthető a fényszennyezéssel foglalkozó hazai jogi szabályozásban. Megszületett az első hazai jogszabály, amely foglalkozik a kérdéssel, és lehetővé teszi a fényszennyezés korlátozását, legalább a védett természeti területeken. A törvény így rendelkezik: „Védett természeti területen a helyhez kötött kültéri mesterséges megvilágítást külterületen, illetve beépítésre nem szánt területen – a közcélú közlekedési létesítmények biztonságos üzemeltetéséhez szükséges megvilágítástól eltekintve – úgy kell kialakítani, hogy a védett vagy a közösségi jelentőségű állatfajokat ne zavarja, veszélyeztesse, károsítsa” (1996. évi LIII. törvényt (is) módosító 2008. évi XCI. törvény). Fontos előrelépést jelent még a fényszennyezéssel kapcsolatos jogi szabályozásban „Az országos településrendezési és építési követelményekről” szóló 253/1997. (XII. 20.) kormányrendelet 35 (OTÉK) módosítása (211/2012. [VII. 30.] Korm. rendelet), mely meghatározza a fényszennyezés definícióját, és több előírásban is megtiltja a fényszennyező világítást.

A definíciója szerint, minden olyan mesterséges zavaró fény fényszennyezés, ami a horizont fölé vagy nem kizárólag a megvilágítandó területre és annak irányába, illetve nem a megfelelő időszakban világít, ezzel káprázást, az égbolt mesterséges fénylését vagy káros élettani és környezeti hatást okoz, beleértve az élővilágra gyakorolt negatív hatásokat is.

Maga a kifejezés sem teljesen tökéletes, hiszen légszennyezés esetén a levegőbe, vízszennyezés esetében a vízbe jutó szennyezésről van szó, itt viszont maga a fény a szennyező anyag, ami megint csak a levegőbe, vagy a vízbe jut el. Sajnos az OTÉK-ból kimaradt a színhőmérséklet, a kék spektrális komponens szabályozása. A nagyvilágban már sok helyütt megértették ennek a problémáját is, egész városok világítását újíttatták fel meleg fehér, vagy akár borostyán színű fényforrásokkal.

2. FÉNYSZENNYEZÉS, A MESTERSÉGES FÉNY KÖRNYEZETI ÁRTALMAI

A világítástechnika és a környezetvédelem kapcsán valószínűleg legtöbben az elhasznált fényforrások újrahasznosítására, a takarékosabb világítótestekkel megtakarított elektromos energiára, és így a kevesebb elégetett fosszilis tüzelőanyagokra gondolnak. Elsőre talán nem jut eszünkbe, de maga a fény is szennyezheti környezetünket! Elegendő néhány példát keresnünk, és mindjárt természetessé válik ez a tény.

3. FÉNYSZENNYEZÉS HATÁSA

3.1 Fényszennyezés és az ember

Az élőlények természetes ciklusai a napszakok, a holdfázisok és az évszakok ismétlődésének ritmusában fejlődtek ki. A naptár és időszámítás is ezt tükrözi. A hold fázisait munkájuk, vagy hobbijuk időbeosztásában a csillagászokon kívül elsősorban már csak a vadászok és halászok veszik figyelembe. Az éjszaka dolgozó emberek számára a nappalok és éjszakák ciklusa is kizökkentő lehet. Másrészt viszont sokan a napszaknak megfelelő színhőmérsékletű beltéri (pl.

irodai) világítás munkafeltételi javításáról beszélnek. A természetes fényviszonyok valószínűleg sokkal fontosabbak testi és lelki egészségünk szempontjából, mint azt korábban gondoltuk. Az USA Tudományos Kutatási Alapja a közelmúltban indított útra egy projektet, amely azt kutatja, hogy alvás közben a sötétség mennyire fontos a megfelelő hormonális egyensúly szempontjából.(3.1.1. ábra) Több kutatási eredmény szerint az ablakon beszűrődő közvilágítási fények is egészségügyi problémákat jelentenek. Ha ez igaz, akkor a fény ugyanolyan módon környezetszennyező lehet, mint a levegőben lévő szennyező gázok. Az emberek végső esetben megvédhetik éjszakai nyugalmaikat egy sötétítő függönnyel, redőnnyel, de az állatvilág nem védekezhet önállóan.



3.1.1. ábra Fényszennyezés hatása akár kialvatlanság is lehet

3.2 Fényszennyezés és az élővilág

Az állatok jelentős részénél a nappalok és éjszakák változásának természetes rendje alapvető lételem. Az ornitológusok, rovarkutatók számára régóta nyilvánvaló a fény esetenkénti kártékony hatása. A költözőmadarak egy része éjszaka is egyaránt utazik, és tájékozódásukban fontos szerepet játszik a csillagos égbolt. Ha természetes fényeken kívül más "műcsillagok" is megjelennek, vagy az égbolt megnövekedett háttérfényessége miatt eltűnnek az égről, az komolyan megtevesztheti a madarakat vagy a pillangókat (3.2.1. ábra), akár vesztüket is okozva. A madarak éjszakai tájékozódása figyelemre méltó. A kék sármány esetén azt is kimutatták, hogy a tájékozódásként használt sarkcsillagot és annak környezetét az égbolt forgása alapján azonosítja, a megtanult alakzatot később már felismeri. Planetárium körülmények között a mesterséges égboltot lassan egy másik fényes csillag körül forgatva a madár az újabb alakzatot jegyezte meg, utána már azt használta tájékozódási pontként álló égbolt alatt is. Utána a szabadba kerülve ismét megtanulta a sarkcsillag irányát. Ezek a sármányok borult időben is elvesztik éjszakai tájékozódási képességüket. (A vizsgálatot természetesen egy speciális ketrecben végezték)



3.2.1. ábra Pillangók megzavarása műfénnyel (Szabóné András Zsuzsanna, Szeged 2004)

Felmérések szerint évente több millió madár pusztul el azért, mert toronyépületeknek ütköznek. Az esetek egy részéért maguk a tükröző felületek felelősek, de nagyobb részben az épületek kivilágítása csalja halálos csapdába a madarakat. Más állatoknak az éjszaka sötétje a biztonságot jelenti. Csak egy példa a tengeri teknősöké Floridában, amely a legnagyobb tojásrakó helyük az Egyesült Államokban. A teknős békák az éjszakai sötétség védelmében bújnak elő a homokban lévő tojásokból és másznak életükért küzdve a tengerbe. A tenger irányát a vízfelületről visszaverődő csillag- esetleg holdfény határozza meg. A mesterséges fények hatására a teknősök rossz irányba indultak! Ebből is látható, hogy az élővilág mennyire alkalmazkodik a természetes fényviszonyok változásához. A mesterséges fények elburjánzásával a teknősök veszélybe kerültek, ezért a floridai partvidéken ma már ennek megfelelően szabályozzák a közvilágítást!

3.3 Fényszennyezés és a közlekedésbiztonság

A fényszennyezés egyik összetevőjével, a káprázással a világítástechnikusok régóta foglalkoznak. Ha nem csak oda jut a fényből, ahova azt eredetileg tervezték, az zavaró lehet például a gépjárművezetők számára. A káprázás elsődleges forrása a látótérben lévő nagy fénysűrűségű felület, és róla a vízszinteshez közeli irányokban eső fény. Amennyiben ezt jelentősen korlátozzuk, a fényszennyezés többi összetevője is jelentősen csökkenthető.

Az általunk preferált és követendő utat egy pozitív példán keresztül szeretnénk ismertetni.

4. KÖVETENDŐ PÉLDA

Magyarországon egyetlen jogszabály rendelkezik a fényterhelésről. Dág község polgármestere és jegyzője hobby-csillagászok. Hobbyjukból adódóan talán érthető, hogyan születhetett meg ez a Magyarországon példa nélküli rendelet pont egy kis faluban. A rendelet hatálya alá tartozik a kültéri világítás, gyár(ak) telepítése és minden olyan cselekedet vagy tevékenység, amely élet- és környezeti bajok forrása lehet, potenciálisan szennyezi az atmoszférát, illetve veszélyezteteti kulturális örökségünket, az éjszakai égboltot.

Legfontosabb rendelkezése, hogy a fényforrásból sugárzó fény nem irányulhat a horizont síkja fölé, sőt, kötelezően annak 20 fokkal az alatt kell maradnia. Ha nem lehet megoldani, hogy a fénysugár, a fenti rendelkezésnek megfelelően, a horizont síkja alatt maradjon, a felesleges fényszóródást árnyékoló-pajzsokkal a minimálisra kell csökkenteni. A rendelet melléklete a fénykibocsátás terhelési irányértékeit is megszabja. Rögzítik, hogy a kültéri világításnak a lehető legkevésbé szabad zavarnia az élőlények természetes viselkedését és a csillagászati észlelést. A közvilágításban csak alacsony nyomású nátriumizzók használhatók, a lámpáknak

pedig fénykibocsátást szabályozó szerkezetet, vagy dupla izzót kell tartalmazniuk, hogy éjjel után a fénysugárzás intenzitását egyharmaddal csökkenteni lehessen, ha azt a biztonsági előírások megengedik. A középületek, emlékművek és kertek díszkivilágításához bármilyen izzó használható, de legkésőbb éjjelkor ki kell azokat kapcsolni. A sportolással és szórakozással kapcsolatos megvilágítás bármilyen lámpával történhet, de csak éjjel előtt. Vetítők és lézerek használata reklámozás, szórakozás, és kulturális események céljából nem megengedett. Fényvédelmi-engedélyköteles a kereskedelmi, vendéglátó-ipari egységek valamint a közösségi létesítmények általi kültéri világító berendezés üzembe helyezése és tartása. Bármilyen új fejlesztés részét képező kültéri világítási tervezetet be kell terjeszteni, mint az építési engedély kérelem mellékletét. Ehhez világítástechnikai szakvéleményt kell csatolni, mely a megadott irányértékek teljesüléséről tanúskodik, s rögzíti, hogy az adott világítás szükséges a biztonsághoz és a munkához, valamint, hogy a fényszóródásból származó potenciális szennyezés minimális. A létesítmény használatbavételi engedélye csak fényvédelmi engedély alapján adható ki. A világító berendezések üzemeltetésével kapcsolatos hatósági tevékenységet a körjegyző látja el. Ellenőrzést a hatóság bejelentés alapján végez. Ha az üzemeltetőt elmarasztalják, a vizsgálat költségeit köteles megtéríteni. A hatóság köteles az engedélynek megfelelő állapot visszaállítására felszólítani az üzemeltetőt maximum 30 napos határidővel; köteles az engedélytől eltérő berendezés működését korlátozni, vagy felfüggeszteni. Ha a felszólításnak nem tesz eleget, a berendezés további üzemeltetését meg lehet tiltani. Aki a rendeletben foglaltakat megszegi, vagy a tiltó rendelkezéseket nem tartja be – feltéve, hogy cselekménye magasabb büntető rendelkezések alá nem esik – szabálysértést követ el és 10.000 Ft-ig terjedő pénzbírsággal sújtható. A szabálysértési eljárást –mint elsőfokú szabálysértési hatóság- a jegyző folytatja le.

A dági rendeletnek nem a következetessége, pontossága, minősége számít, hanem hogy egyáltalán létezik. Az egész ország szempontjából közvetlen hatása elhanyagolható, mégis nagy jelentősége van, mert bizonyítja, hogy nem ütközik akadályba az az önkormányzat, mely a fényterhelést szabályozni kívánja. Szükség lenne azonban központi szabályozásra, mert megengedhetetlen, hogy csupán a szerencsére legyen bízva, hol, mennyire vagyunk védve a fényszennyezés ellen.

4.1 Példák a III. kerületből

4.1.1 Polaris Csillagvizsgáló

A gyorsan elterjedő közvilágítás-korszerűsítések áldozatául esett a Polaris Csillagvizsgáló is. Az Elmű szakemberei lecserélték a Laborc utca és a Laborc köz régi, higanygőz "alumínium" lámpáit és új, kisebb fogyasztású nátriumgőz-lámpákat szereltek fel.

Az új fényforrások sokkal inkább fényszennyezők, mint a régi higanygőz, hiszen a lapos burákat a gömbüveg alakú bura váltotta fel. A megfelelő beállításnak köszönhetően mégsem romlott tovább a Polaris fényszennyezettsége.

Az új világítótesteknek köszönhetően sokkal nagyobb a fénynek az ereje, mint régen azonban — egy lámpa kivételével — nem irányulnak a Polaris felé. Két, korábban rendkívül zavaró fényforrás esetében még javult is a helyzet. Összességében azt mondhatjuk, hogy a Polarisnál a fényszennyezés helyzete változatlan, vagy legalábbis nem romlott tovább a helyzet!

A közismert alumínium lámpatest helyes beállítása mellett a fényszennyezés szempontjából megfelelő kialakítású volt, hiszen oldalra és felfelé nem, csak lefelé bocsátott ki fényt (4.1.1. ábra). Ilyen típusú lámpák voltak a Laborc utcában és a Laborc közben is. A Laborc köz vakító lámpatestei korábban jelentős fényt szórtak a Polaris irányába is, melyek zavarták a

„csillagvadászok” sikerességét. (4.1.2. ábra)
A szerelők figyelembe vették a kéréseket a fényforrások beállításánál, a hét "legveszélyesebb" lámpát úgy állították be, hogy a lehető legkisebb mértékben világítsanak a Polaris irányába. (A teljes igazsághoz tartozik, hogy a hét lámpa közül hatnál sikerült csak elérni ezt az ideális helyzetet...) (4.1.3. ábra)



4.1.1. ábra Égőtestek beállítása a Laborc utcában (Mizser Attila, 2004)



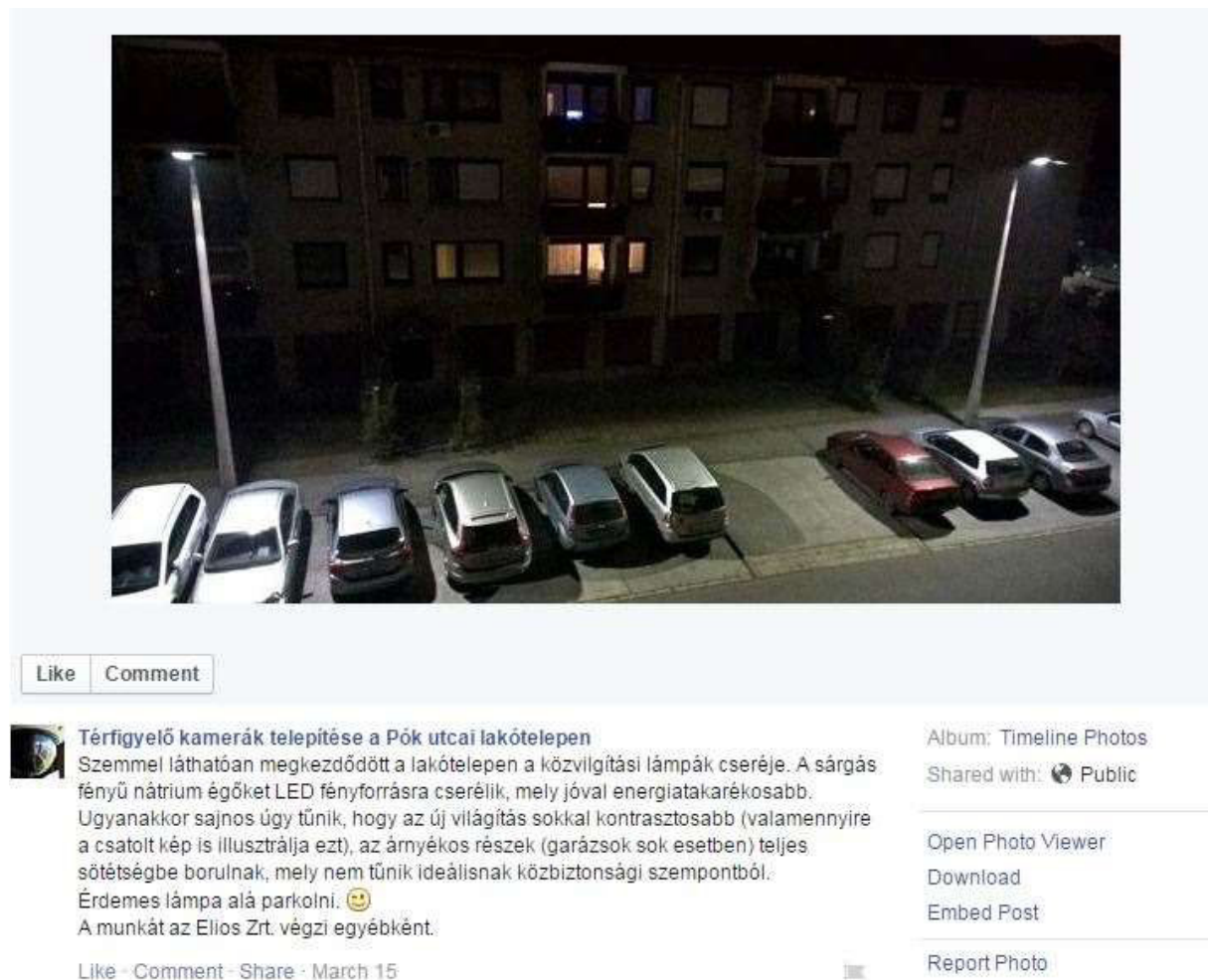
4.1.2. ábra. A fények zavarják a csillagvizsgálatot (Mizser Attila, 2004)



4.1.3. ábra Égőtestek cseréje a Polaris közelében (Mizser Attila, 2004)

4.1.2 Pók utcai lakótelep:

A BDK, a Budapesti Dísz- és Közvilágítási Kft. feladata Budapesten a közvilágítás biztosítása, amely a közutak, közterületek (pl. közparkok, aluljárók, hidak) és a közösségi célra megnyitott magánutak közvilágításának biztosítását jelenti. A modern LED technológia megjelenésével gyökeres változást hozott a beltéri és a kültéri világításban, az autópárházban a dísz- és közvilágításban egyaránt. A korábban köztudatba kerülő nagynyomású nátrium lámpatestekhez képest, a LED világítótestek fénye sokkal jobban irányítható, ezért a célterületet jobban megvilágítják és kevesebb ún. szórt fény adnak, ami a közterületek (utak) célzottabb megvilágítását segíti elő. Ezáltal végérvényben mind a fővárosnak, mind a lakosságnak pozitív végkimenetelű, hiszen a kevesebb energia felhasználással valósul meg a feladat ellátása, emiatt jelentősen csökken ezek költsége. És számunkra a legszignifikánsabb, hogy mindeközben környezetkímélőbb megoldást jelent, hiszen az okozott fényszennyezés is csökken. Az emberek átszoktatása az energiatakarékosabb, környezetkímélőbb, kevésbé fényszennyező technológiára a lakótelepen nem ment könnyen. Vagy nem sikerült beállítani a lámpákat, vagy a Pók utcaiak az átlagosnál is jobban szeretik a megszokott dolgait, de komoly felháborodást váltott ki a csere. Kevesebb fényt szór, nagyobbak lettek az árnyékos részek.



4.1.4. ábra Pók utcai problémanyilvánítás (444.hu, 2015. március. 15)

A Budapesti Dísz- és Közvilágítási Kft. annyi panaszt kapott (mint ahogy a 4.1.4 ábrán is látjuk), hogy hosszú közleményben fejti ki a Pók utcaiaknak, miért is volt szükség a változásokra.

„Mindenképpen cserélni kellett, mert az eddigi lámpák elavultak és drágák voltak. A LED-es lámpák energiatakarékosabbak, és jobban lehet irányítani a fényüket. Vagyis kevesebb a szórt fény, ami csökkenti a fényszennyezést, viszont több, korábban bevilágított rész árnyékba borul.” (*BDK közleményének egy részlete*)

„A kapualjak megvilágítása nem képezheti a közvilágítás feladatát, hiszen nekünk a fényszennyezés csökkentésére és az energia költségek visszafogására is kell gondolnunk, ami társadalmi szinten mindannyiunk pénztárcáját kedvezően érinti.” (*BDK közleményének egy részlete*)

5. A FÉNYSZENNYEZÉS MÉRÉSE

A fényszennyezés legegyszerűbben megfogható mérhető tulajdonsága az égbolt fénysűrűsége.

Ahhoz, hogy a fénysűrűség méréséről beszéljünk meg kell határoznunk egy fotometriai mennyiséget, neve a fényerősség, mértékegysége a W/sr-nak (Watt/szteradián) megfelelően lm/sr, ami megfelel a kandelának, jelölése Cd. Ez az a mennyiség, ami az egység nagyságrendjét meghatározta. Az átlagos (sztemer) gyertya, azaz kandela fényerőssége volt az, amit egységnyinek neveztek el. Számunkra a legfontosabb mennyiség az, ami meghatározza egy adott felület, vagy akár ez égbolt emberi szemmel érzékelhető fényességét. A fénysűrűség, ami a sugársűrűségnek megfelelő fotometriai egység, nem más, mint az egységnyi felületről, adott irányba egységnyi térszögbe kibocsátott fényáram. A korábbi egységeket figyelembe véve, egysége a Cd/m²-nek adódik. A fénysűrűség az a mennyiség, ami a fényszennyezés kapcsán elsődlegesen előfordul, hiszen ez jellemzi az égbolt érzékelhető fényességét. Amikor az éjszakai égbolt fényességéről beszélünk, akkor célszerű egységként a Cd/m² ezred részét választani, aminek jelölése mCd/m². Még egy mennyiség marad hátra a radiometriai egységekkel kapcsolatban, a besugárzásnak a megvilágítás felel meg a fotometriában. A korábbi definícióknak megfelelően a megvilágítás az egységnyi felületre beeső fényáram, így mértékegysége a lm/m². Mivel ez az egység is sűrűn előfordul, külön elnevezést is kapott: lux, rövidítése pedig lx.



5.1 ábra. Iskolánk fénymérő készüléke, Típusa: Sonel LXP-10

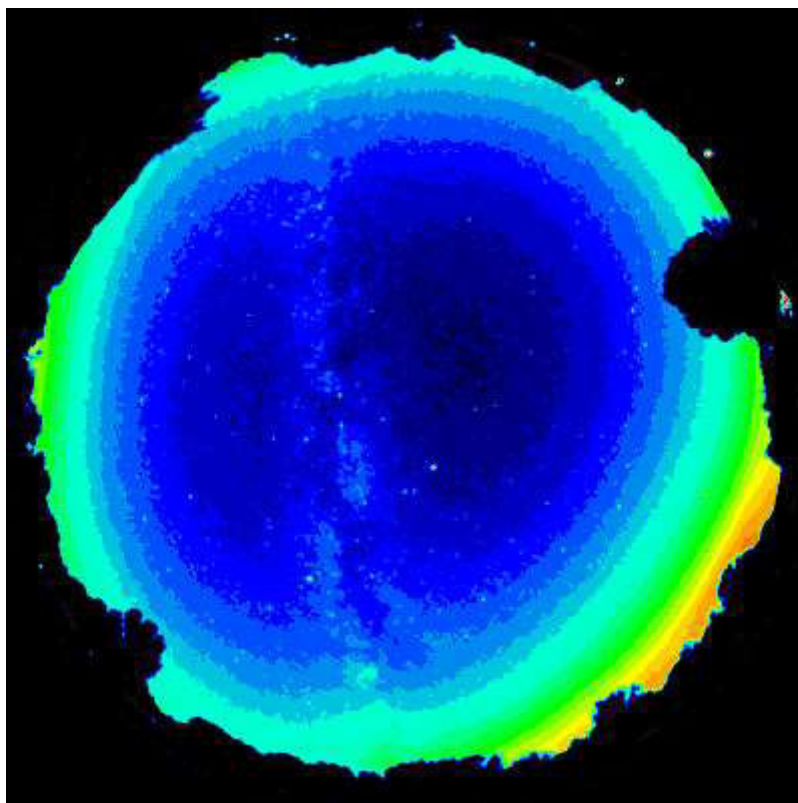
Az égbolt fényességének legegyszerűbb mérőszámát úgy tudjuk megállapítani, hogy összehasonlítjuk az aktuális égbolt fénylését az égbolt természetes fényességével. Ez utóbbira nincs egyértelmű abszolút szám – az utóbbi időben több publikációban is megállapodás szerint 21.6 mag/as^2 -ban határozták meg a referencia szintet. Az így megkapott mértékegység a „természetes égbolt egység”, rövidítve az angol „Natural Sky Unit”-ből eredően NSU. Ha az égbolt fénysűrűsége 1,3 NSU, az azt jelzi, hogy a természeteshez képest 30%-kal megnövekedett a fénysűrűség értéke. Talán ez a legszemléletesebb egység, hiszen az éjszakai égbolt esetében 1 és 100 közötti értéket mérhetünk a fényszennyezettség mértékének megfelelően.

Az égbolt fénysűrűségének három különböző mértékegységet is ismeretes. Az alábbi táblázatban összehasonlítunk néhány tipikus értéket. Érdeemes megfigyelni, hogy milyen széles tartományban működik az emberi szem! A leggyengébb fény és a szem károsodásának határa között 100.000.000.000.000 szoros az eltérés. (1. táblázat)

1. táblázat: Tipikus fénysűrűség értékek (Kolláth Zoltán, 2017)

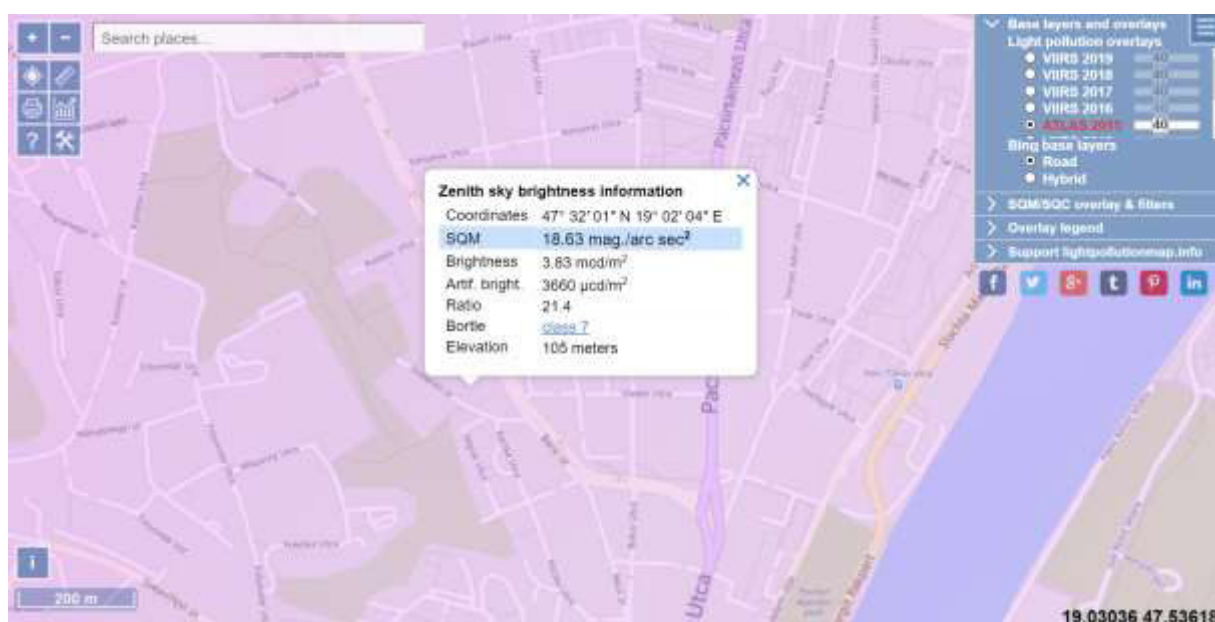
Állapot	Átlagérték; mag/as ²	Fénykialvási idő mCd/m ²	Természetes égbolt egység; NSU
Éjszakai látás határa	27,6	0,001	0,004
Borult természetes éjszakai égbolt	21,8	0,2	0,8
Természetes derült éjszakai égbolt	21,4-21,9	0,2-0,3	0,8-1,2
Vidéki égbolt	20,3-21,3	0,3-0,8	1,3-3,3
Városi égbolt	16,8-19,2	2-21	9-80
Telihold	4	2 700 000	11 000 000
Tiszta nappali égbolt	2,8	8 000 000	33 000 000
Valószínű retina sérülés	-10,4	100 000 000 000	400 000 000 000
Napkorong	-10,4	1 600 000 000 000	6 300 000 000 000

Az objektív mérésekre egy jól bevált áthidaló megoldást tett lehetővé a digitális fényképezőgépekben tapasztalt rohamos fejlődés. A profi és félprofi kategória kamerái kellően érzékenyek ahhoz, hogy a fényszennyezésmentes helyeken is pontos mérési adatokat kapjunk, ráadásul a mérések jól reprodukálhatóak. Ha a település fénykupoláját különböző irányokból és távolságokból is lefényképezzük, akkor az összességében kapott információmennyiség elegendő ahhoz, hogy viszonylag kevés földfelszíni méréssel jól jellemezzük a fényszennyezés állapotát. Az egyszerűbb kamerák megfelelőek erre a célra, még azzal is kellő pontosság elérhető, hiszen a korrekt expozíciós időhöz eleve kalibrálják valamilyen szinten a fényképezőgépet. A mérési eljárások közül a legegyszerűbb az, ha korrekt mértékben exponált képet készítünk az égboltról. Mikor megfelelő az expozíciós idő? A legtöbb digitális kamera képes arra, hogy megjelenítse a készült képek hisztogramját. Ez egy olyan görbe, ami mutatja, hogy a különböző mértékben exponált pixelek száma milyen arányban van egymáshoz képest. A jól exponált felvétel esetén a görbe dombszerű csúcsa vízszintesen pontosan középre esik az ábrán. Ha ez teljesül, akkor a felvétel paraméterei, azaz a beállított ISO érték, expozíciós idő és rekesz (blende) érték jó közelítéssel megadja a kép átlagos fénysűrűségét. A komolyabb kamerákból nem csak jpeg képek olvashatók ki, hanem a szenzor által érzékelt nyers adatok. Nagyon pontos méréseket az angolul raw-nak nevezett képekkel tudunk elérni. Ráadásul nem csak egy képet kapunk, hanem nagylátószögű optika használata esetén az égbolt különböző részeinek a fénysűrűség értékeit is szemléltethetjük egy hamis színes ábrán, mint ahogy azt a lenti kép is mutatja.(5.2 ábra)



5.2 ábra Égbolt különböző területeinek a fénysűrűsége

Ezen a weboldalon (<https://www.lightpollutionmap.info>) található térkép friss adatokat használ a fényszennyezetségről, és gyakorlatilag az egész világon megmutatja, mennyire vagyunk túladatazva a mesterséges fényből. A mérések 2013-tól egészen 2019-ig állnak a rendelkezésre, és jól látható, hogy sajnos Magyarországon is több helyen problémás a helyzet. Például Budapest szinte egész területe vörös, de a nagyobb városokban is egyre nagyobb gondot jelent a fényszennyezés gyorsan növekvő mértéke.



5.3. ábra A képen leolvasható a 2019-es mérés eredménye az egyetem közelében.

KONKLÚZIÓ

Napjainkban egyre jobban elterjedt a környezettudatos életmód hazánkban. Sajnos kevesen vannak tisztában azzal, hogy a fénynek is vannak ránk és környezetünkre nézve negatív hatásai. Annak érdekében, hogy ezen változtatni tudjunk, először is növelni kellene a közmédiában és az oktatásban a fényszennyezésről szóló ismereteket.

Úgy gondoljuk, hogy a fényszennyezés csökkentése az elsődleges cél, amit több kis apró változtatással már el tudnánk érni. A fényforrásokat csak a megvilágítandó felületre irányítsuk, akkor a fény nem szóródik szét. A régi égőtesteket célszerű LED-es izzókra kicserélni, ezáltal kevesebb energiát használnánk el. Kerüljük a felesleges kivilágítást éjjelente! Az éjszaka során felesleges ugyanolyan fényerővel kivilágítani a templomokat, üzletek kirakatát, szobrokat.

Ezek az általunk vélt lehetséges megoldások nem lennének kivitelezhetetlenek. Sőt azon kívül, hogy ezek egyszerűen megvalósítható változtatások lennének, amivel csökkenthetnénk a fényszennyezést, és még az energiával is takarékoskodnánk. Az emberek széles körű pozitív beleegyezésében fontos tényező az is, hogy ily módon anyagi kiadásait is csökkenthetik.

Irodalomjegyzék:

Dr. Kolláth Zoltán (2012): Fényszennyezést csökkentő módosítások az OTÉK-ban (Magyar Csillagászati Egyesület)

Gyarmathy István (2015): A fényszennyezés ökológiai-természetvédelmi aspektusai, csillagászbolt-parkok, 34-41 oldal

Mizsér Attila (2001-2004): Mi is a fényszennyezés? 2/c, Óbudai Művelődési Központ- Magyar Csillagászati Egyesület

Halmosi G-Csörgő T. (2004): A fényszennyezés hatása a madarak viselkedésére-

Szomráki Pál (2007): Fényszennyezés-Zajszennyezés, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Budapest

Mi a fényszennyezés?- <http://fenyszennyez.es.hu>

Önkormányzati megbízás leendő környezetmérnököknek- (2018)
<https://obuda.hu/blog/hirek/onkormanyzati-megbizas-leendo-kornyeztmernokoknek/>

Tiborczyk LED-lámpáit nem szeretik az óbudai lakótelepen (2015) -
<https://444.hu/2015/03/31/tiborczyk-led-lampait-nem-szeretik-az-obudai-lakotelepen>