

A MESTERSÉGES FÉNY MINT EGY „ÚJABB” KÖRNYEZETET TERHELŐ FAKTOR

Pozsgai Andrea

*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Savaria Egyetemi Központ
Savaria Földrajzi Tanszék
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: pozsgai.andrea@sek.elte.hu*

Ma már egyre ismertebb a fényszennyezés fogalma, de még mindig sokkal kevesebben tudják miről van szó, mint a többi szennyezés (víz és a légkörbe jutó gázok, füst, por) esetén. Maga a kifejezés sem tökéletes, hiszen légszennyezés esetén a levegőbe, vízszennyezés esetében a vízbe jutó szennyezésről van szó – itt viszont maga a fény a szennyező anyag. A tanulmányban a mesterséges fény használatából származó hatások kerülnek ismertetésre.

Kulcsszavak: mesterséges fényforrás, fényszennyezés

Bevezetés

Az antroposzférahoz köthető minden olyan tevékenység, jelenség, művelet, melyekkel a Homo sapiens szükségleteit próbálja kielégíteni. A társadalom mesterséges szférájában az ember által generált folyamatok azonban hatással vannak Földünk kvázi zárt rendszerére. Nagyon sok esetben ezek a termeléshez és fogyasztáshoz köthető műveletek terhelést jelentenek a környezet számára vagy károsítást eredményeznek a természetes közegben. A jelenkorban már számos negatív környezeti hatást felismertek, melyeket a következő 1. ábra szemléltet.



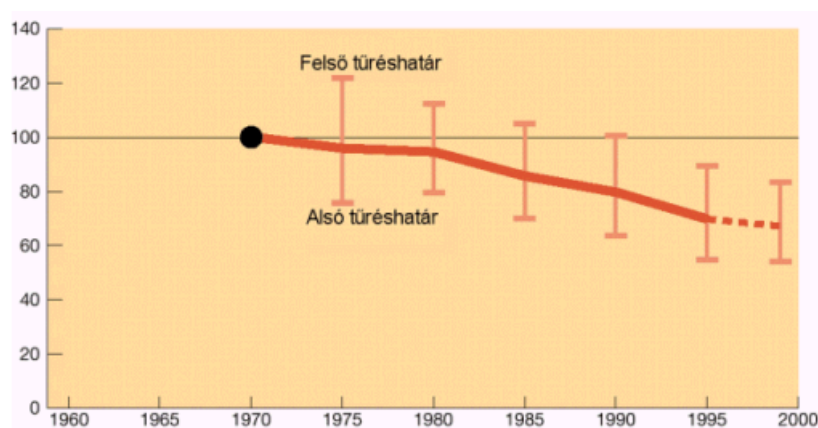
1. ábra. A földi rendszert veszélyeztető folyamatok, jelenségek. (saját szerkesztés)

Az 1. ábrán ismertetett terhelések, szennyezések olyan pozitív illetve negatív visszacsatolásokat gerjeszhetnek, melyek kimozdíthatják a természetes körforgások dinamikus egyensúlyra törekvő folyamatait. Többek között ide kell sorolnunk a fényszennyezést vagy -terhelést is.

Megfigyelhető, hogy az ipari forradalom után jelentősen megnövekedett az emberi beavatkozás mértéke és hatósugara a természetes környezet irányába. A felfedezések, találmányok számos változást hoztak, melyek hatással voltak az emberre és a környezetre. Uralkodóvá vált a fejlődésbe vetett hit és a termelés növelésének elsőbbsége, ezzel párhuzamosan az ipari termelés mértéke meghaladta a mezőgazdaságét.

A javuló életfeltételeknek köszönhetően a népesség száma növekedésnek indult és a gyorsan növekvő népesség jó része a városokba áramlott. A növekvő népesség azonban egyre fokozza a környezet terhelését és sajnos nem tudjuk pontosan megmondani azt, hogy a veszélyes folyamatok milyen mértékben szoríthatók vissza, ezek közül sok már-már nem is korlátozható helyi szintre, csak nemzetközi vagy globális összefogással lehet eredményeket elérni a negatív folyamatok mérséklésében (Sipos 1992; Galloway JN, Levy H II – Kasibhatla PS 1994; Pamela A Matson et al. 1999). A vidéki területeken ugyan később, de az 1950-es évektől kezdve egyre fokozódó ökológiai destabilizálódás tapasztalható (EPA 1990): a város piaci és ellátási rendszere részévé vált. A hasznosítási módok változásával csökkentette az életterek számát és azok változatosságát. A mezőgazdaság iparszerűvé válása és az ezzel együtt járó munkaerő csökkenés nagyobb gépek használatát és a táj „kitakarítását” eredményezte, intenzíven megindult a kultúrtájja formálás (Forró 1994).

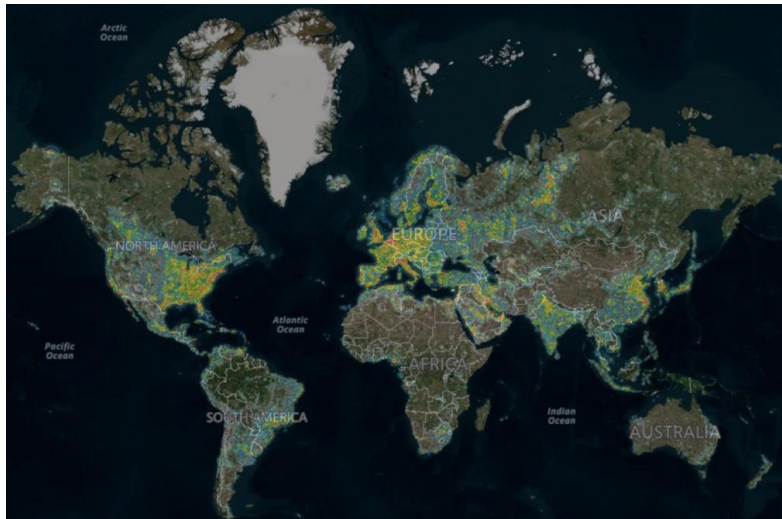
A 70-es évektől kezdve elterjedt közgazdasági irányzat, a neoliberális gazdaságpolitikán alapuló globális "piacgazdaság" – mely önmagában hordozza az állandó növekedési kényszert – ugrásszerűen megnövelte a környezeti terhelés mértékét. A jelenlegi közgazdasági paradigma szerint egy cég vagy egy ország gazdasága akkor működik megfelelően, ha folyamatosan növekszik (a közgazdászok már a gazdasági stagnálást is hanyatlásként tekintik) (Dana L. Alden et al. 2006; Nayar, Baldev Raj 2007). A földi ökoszisztéma teherbíró képessége azonban véges, nem viseli el a végtelen növekedést, amely az erőforrások túlhasználataiban, valamint az egyre növekvő környezeti terhelésben, szennyezésben ölt testet (1. ábra) (Fridrich 2002). A WWF 2000-es jelentésében már azt állapították meg, hogy a földi természetes ökoszisztémák állapotában 33%-os romlás állt be az 1970-1999 közötti időszakban (2. ábra). A megállapítást más oldalról értelmezve az ember ökológiai lábnyoma folyamatosan növekedett.



2. ábra. Az élő bolygó index 1970-1999. (Forrás: Fridrich 2002)

Out of the dark – mesterséges fényforrások használata

A mesterséges fényforrások használata nem jelentett kezdettől fogva fényszennyezést, mint ahogy ma sem lehet szennyezésként értékelni minden mesterséges fényt. A 19. századtól, amikor a világítástechnika forradalma is lezajlott, folyamatosan nő az emberiség fényhasználata (Puskás 2000). Már 1884-ben Temesváron, Európában elsőként villamosították egy város teljes közvilágítását, közcélú áramfejlesztő telep létesítésével (Sipos 1992). A második világháború idején már olyan szintet ért el a közvilágítás, hogy 1942-ben a California állambeli Mont Wilson Observatóriumban csak Los Angeles háborús elsötétítése alatt sikerült helyesen megmérni az Androméda-galaxis távolságát, alapjaiban máig ez a mérés határozza meg a Világegyetem méreteiről alkotott fogalmunkat (Bakos-Mizser 1994). A század második felében a fejlett országok gazdasága gyorsan növekedett, ennek köszönhetően megjelentek a kivilágított felhőkarcolók és tornyok. Az ötvenes években már többször jegyeztek fel tömeges madárpusztulásokat is: Wisconsinban 1957. szeptember 20-a reggelén például egy torony 150 méteres körzetében 20.000 elpusztult madár tetemét találták. Az ilyen szerencsétlenségek száma azóta csak emelkedett. Nem csak a madarakra, de több más élőlényre is veszélyt jelentett a rossz világítási gyakorlat (Szabóné 2004).



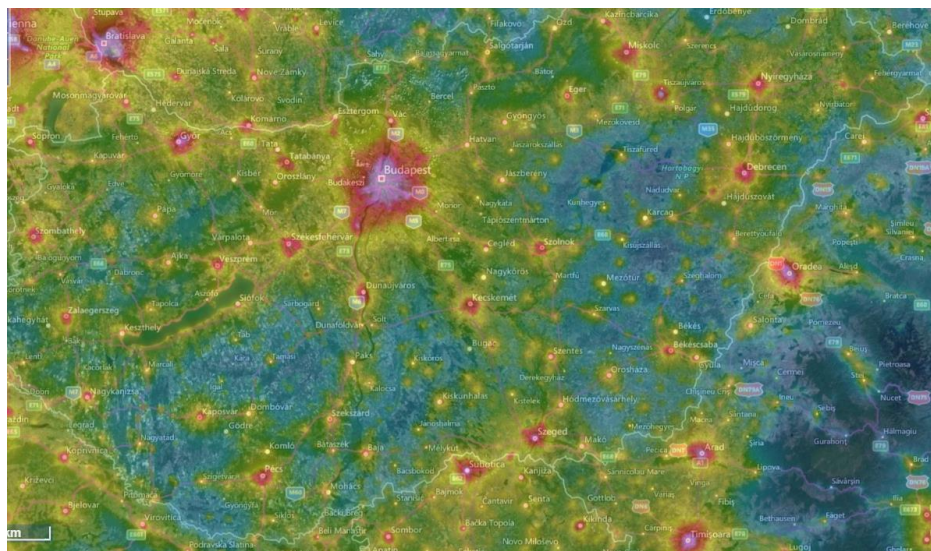
3. ábra. A Föld lakott területeinek fényáradata. (Forrás:

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=1&lat=5759860&lon=1619364&layers=0BFFFFTTTT>)

A fényszennyezés vagy -terhelés, olyan mesterséges zavaró fény (OTÉK, 2012), ami a horizont fölé vagy nem kizárólag a megvilágítandó felületre 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. A Magyar Csillagászati Egyesület kimutatta, hogy a fényszennyezettség gyorsuló (exponenciális) növekedést produkált az 1960-as évektől kezdve. A fényszennyezés jelenlegi állapotát több interaktív felületen is nyomon lehet követni (3. ábra).

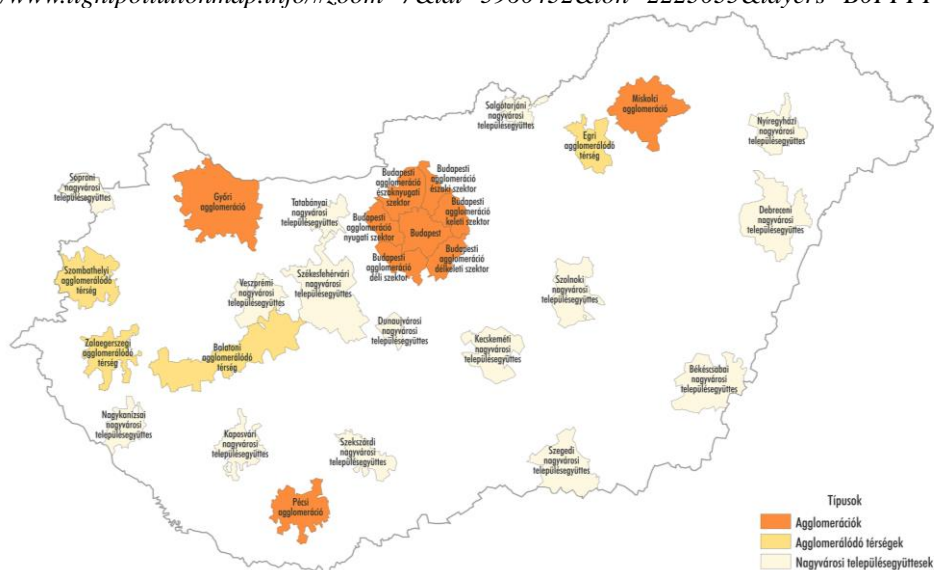
Sőt, vannak olyan kezdeményezések, melyek a világhálón lehetőséget biztosítanak amatőr csillagászok vagy érdeklődők számára: térképen jelölhetik, hogy tapasztalataik alapján mely területek rendelkeznek tiszta égbolttal, elenyésző háttérfényességgel (<https://darksitefinder.com/maps/world.html#4/39.00/-98.00>).

Vizsgálatok szerint az elmúlt néhány évtizedben sokat romlott az égbolt háttérfényessége, egyes országokban akár tízszeresére is növekedett, a szabad szemmel látható csillagok száma pedig drasztikusan csökkent (B. Mizon 2012). A jelenség hátterében a városok területi terjeszkedése és számuk növekedése, illetve a díszkivilágítások mértéktelen és nem megfelelő technikájú alkalmazása áll. A 3. ábrán is látható, hogy ez a jelenség területileg eltérő képet mutat, a fejlett térségeknél koncentrálódik, mint egyfajta „jólét indikátor” (Sutton – Elvidge 2015, Willis 2015). Magyarország fényszennyezettségi és agglomerálódási térképét megvizsgálva (4. ábra, 5. ábra), kirajzolódnak a nagyvárosok illetve azok agglomerációi. Természetesen, az országban Budapestnél figyelhető meg a legintenzívebb a mesterséges fényhasználatból eredő terhelés.



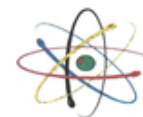
4. ábra. Magyarország fényszennyezettségi térképe. Forrás:

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=7&lat=5960432&lon=2223035&layers=B0FFFFTFFFFF>



5. ábra. Az agglomerálódás a magyarországi településállományban 2003-ban.

Forrás: http://www.ksh.hu/teruleti_atlasz_agglomeraciok



Mesterséges fényforrások észszerű használatának szabályozása

Kezdetben a biológusok és a csillagászok figyeltek fel a mesterséges fényforrások káros hatásaira és "fényszennyezés"-ként nevezték meg a jelenséget, s küzdöttek az éjszakák mesterséges túlvilágítása ellen (hozzájuk később csatlakoztak a világítástechnikusok is). 1988-ban az USA-ban alakult meg a Nemzetközi Sötét Ég Egyesület (International Dark-Sky Association; IDA), non-profit szervezet, amely a fényszennyezés elleni küzdelem egyik vezetőjévé vált, s ma már a világ számos országában is működik (<https://www.darksky.org>). A nemzetközi szervezetek közül ki kell még emelni a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottságot (Commission Internationale de l'Eclairage; CIE), amely már 1980 óta foglalkozik a fényszennyezéssel, rengeteg elemzést és javaslatot dolgozott ki annak visszaszorítása érdekében (<http://www.cie.co.at>).

Mégis sokáig tartott, mire hangjuk eljutott az átlagpolgárhoz: a fejlett nyugati társadalmakban is csak a 21. század elején kezdett tudatosulni a probléma. 2001-ben a Nemzetközi Sötét Ég Egyesület kidolgozta a Nemzetközi Sötét Égbolt Programot (The International Dark Sky Places Program), melynek célja, hogy ösztönözze a közösségeket, parkokat és védett területeket a világ minden táján a „sötét helyek” megóvására a felelős világítási politikák és közoktatás révén. 2019-re már 108 hely kapta meg a program hat kategóriájának valamelyikét. Magyarországon 3 terület is rendelkezik kitüntetéssel: Bükki Csillagoségbolt-park (2017), Hortobágyi Csillagoségbolt-park (2011), Zselici Csillagpark (2009) (<https://www.darksky.org/our-work/conservation/idsp/finder/>).

A fényszennyezésre vonatkozó jogi szabályozások története sem túl hosszú. Az első ilyen jogszabály egy 1986-os helyi rendelet volt, és a háttérben a csillagászok aktivitása állt: a tucsoni (Arizona, US) rendelet a Kitt Peak-i Nemzeti Observatórium környezetében vezetett be szigorúbb szabályokat, hogy csökkentse a csillagászati kutatásokat zavaró fényszennyezést (<http://www.sa-ida.org>). Az 1990-es évek második harmada óta a jogalkotási folyamatok felgyorsultak, és sorra születnek a különböző (természetvédelmi, csillagászati, energiatakarékossági) indíttatású rendeletek világszerte. Európában, Olaszország több tartománya ekkor alkotta meg a saját fényrendeletét (<http://cielobuio.org/cielobuio/lr117/visualreg17en.htm>), és 1998-ban Csehországban megszületett az első törvény is e témában (<https://www.astro.cz/darksky/>).

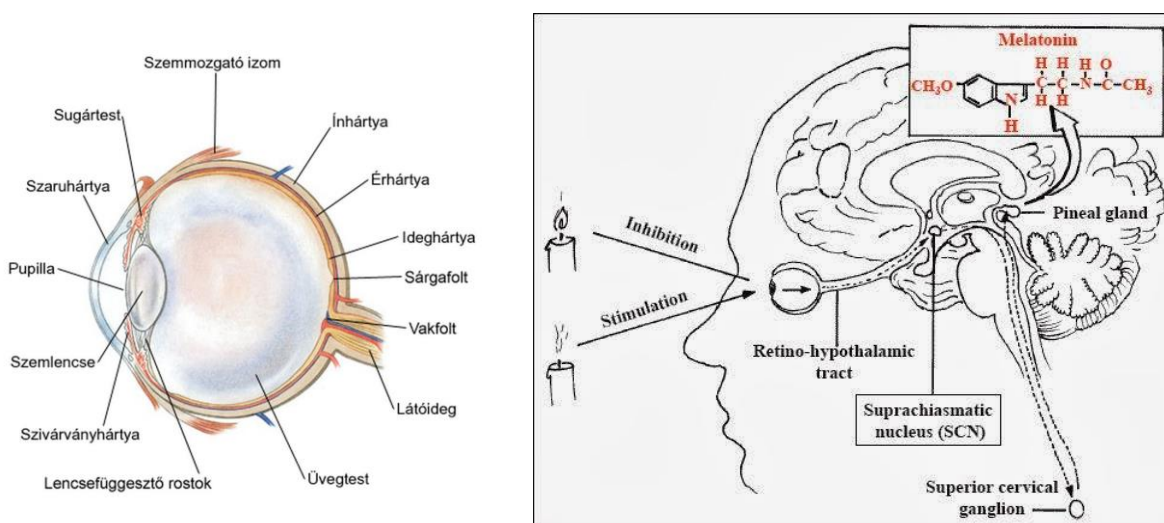
Magyarországon a fényszennyezéssel kapcsolatban megfogalmazásra került az Országos Településrendezési- és Építési követelményekről szóló kormányrendelet 2012-ben kiadott bővített verziójában, hogy az egyes létesítmények megvilágítását, köz- és díszvilágítást úgy kell elhelyezni és kialakítani, hogy az fényszennyezést ne okozzon. A településeknek lehetősége van saját jogkörében külön rendeletben szabályozni az esetlegesen felmerülő problémákat. Országunk területén is találhatunk erre példát: a Komárom-Esztergom megyei Dág község Köztisztasági- és környezetvédelmi rendelete tartalmaz egy fejezetet a mesterséges fényforrások használatáról is, és aki a rendeletben foglaltakat megszegi, az szabálysértést követ el, így pénzbírsággal sújthatják (Urbanics 2009).

Ezen felül a 2017-2026 időszakra szóló Nemzeti Tájstratégia is kiemelten foglalkozik a fényszennyezéssel: "A nemzetközi tapasztalatok arra hívják fel a figyelmet, hogy a táji adottságokat és a tájhasználat változását figyelmen kívül hagyó támogatási rendszerek egyes esetekben pl. idegenhonos inváziós növény- és állatfajok megjelenését, terjedését és fennmaradását is segítik, más esetben az árvízvédelmi kockázatot növelik, vagy a fényterhelés növekedésével okoznak rejtve maradó gazdasági károkat.

A tájkarakter és az ökoszisztéma értékének, szolgáltató szerepének meg kell jelennie az előttünk álló gazdasági folyamatokban.”

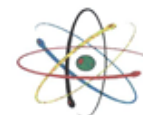
Biztonságot adó fényesség vagy örömteli sötétség?

Az élőlények természetes ciklusai a napszakok, a holdfázisok és az évszakok ismétlődésének ritmusában alakultak ki. Az ember napi bioritmusát komplex idegi és hormonális mechanizmusok határozzák meg, ezeket szabályozza a szemem keresztül érkező fény mennyisége is. Az emberi szembe beérkező fény a szemlencsén keresztül jut a szemgolyó hátsó görbületén található idegvégződésekkkel teli felületre, a recehártyára. A fényképezőgép működéséhez hasonlóan ahhoz, hogy az adott felületre érkező kép éles legyen, a szemlencsét a mozgató izomzattal tudjuk megfelelően fókuszálni. A látóidegek közvetítésével jut el az ingerület az agyba, ami értelmezi a beérkezett jeleket, kialakul a képérzet. A recehártyán (retinán) találhatóak a fotoreceptorok. Ezeknek két fajtája van. A csapok csak elegendően nagy fényviszonyok esetén működnek, a pálcikák pedig csak gyenge fényben. Nappal tehát a csapok, éjszaka a pálcikák biztosítják a látást. Pálcikából sokkal több van, de nem képesek a színek érzékelésére ezért sötétben nem érzékelünk színeket. A színes látást a csapok biztosítják, már ha van elég fény. Az esti sötétben megfigyelhetjük, hogyan halványodnak el a színek, tehát az érzékelést folyamatosan a pálcikák veszik át. A csapok sem egyformák, egy jelentős csoportjuk a vörös, másik csoportjuk a zöld tartományban érzékel, legkisebb százalékban van jelen a kékre érzékeny csoport (A szintézisvesztő emberek esetében valamelyik csoport nem működik megfelelően.) (Sánta 2012).



6. ábra. Az emberi szem felépítése (bal), melatonin képződés sémája (jobb). Forrás: <https://phet.colorado.edu/hu/simulation/color-vision>

Az agyban lévő tobozmirigy termeli a melatonin hormont, melynek nagy szerepe van az alvás és az ébrenlét ciklikus váltakozásában. A melatonin egy alvás ciklust irányító hormon, mely sötétben keletkezik, ezért a „sötétség” hormonjának is nevezik. Termelődése megnöveli a REM-ciklus hosszát, álmodást és élénk álmokat eredményez, hatással van a testhőmérsékletre, amely alvás közben lecsökken, az immunsejtek képződésére valamint a nemi hormonok képződésére. Emellett erős antioxidáns hatású, amelynek hatására bizonyos kutatások alapján lassítja az öregedést és csökkenti a daganatos elváltozások kialakulását. A melatonin kiválasztása az évszakokkal változó fényviszonyokhoz igazodik. Befolyásolja a szervezet energiaháztartásáért felelős leptin nevű hormont, mely az étvágyat szabályozza, így



közvetve kihatással van emésztőrendszerünkre is. A tobozmirigyen kívül más szövetekben is termelődik, ilyen az emésztőrendszer, a retina és legnagyobb mennyiségben a bőr, kis mennyiségben keletkezik a csontvelőben is, de az itt termelődött melatonin mennyiségére nincs hatással a fényviszonyok változása. Tehát az erős zavaró éjszakai fények hatására a szervezetben nem termelődik megfelelő mennyiségű melatonin, amely következtében kialvatlanok leszünk. A fényszennyezés emberre gyakorolt hatását már többször alátámasztották. Az éjszakai kivilágítás, vagy a tv készülékkel való elalvás hatására, első sorban a kékfény kibocsátás következtében, amely a csukott szemhéjon át is behatol a homloküregben található melanopszin nevű fotopigmentekig, így a hipotalamusz vezérlésével a tobozmirigy kevesebb melatonint választ ki.

Ugyan rövidtávon a kialvatlanság még jótékony is lehet, mivel az agysejtek ilyenkor felélénkülnek és kilökik magukból az elhalt sejteket, hosszú távon azonban nagy károkat okoz az agyban. A túlzott kialvatlanság nem csak pszichés problémákat, azaz memória- és figyelemzavarokat, döntési és összpontosítási nehézségeket, hallucinációkat vagy súlyosabb esetben depressziót okozhat, hanem az anyagcserére kiható hormonok termelődésében is okozhat elváltozásokat. Ilyen például a szomatotrop hormon, amely kizárólag a mikro ébredésekben szegény zavartalan mélyalvás során termelődik megfelelő mennyiségben, ez a hormon az anyagcsere folyamatokban és a zsírbontásban játszik fontos szerepet. A töredezett alvást kísérő mikro ébredések stressz választ váltanak ki, ami során az agy veszélyt érzékel, ami elől menekülni szeretne, így azonnal futásra kész állapotba hozza a szervezetet. Fokozza az adrenalin termelést, emeli a vércukorszintet, a pulzus számot és a vérnyomást. E téves riasztások pedig hosszú távon szív és érrendszeri problémákhoz vezetnek, melyek növelik az infarktus és az agyi érkatasztrófák kialakulásának kockázatát. Szervezetünk az alváshiány ellen úgynevezett mikro alvásokkal védekezik. Ez alatt egy megközelítőleg 10-60 másodpercig tartó villámgyors szundikálás megy végbe, amely során a tudati állapotba betör a mélyalvás fázisa. A kialvatlanság és az ennek következtében kialakuló hirtelen ránk törő mikro alvások évente több ezer közúti balesetért felelősek (Fonyó 1999; Szentágothai – Réthelyi, 2002; Golden – Price, 2004; <https://www.darksky.org/light-pollution/human-health/>).

Fenntartható fejlődés = LED használata?

A fényszennyezés környezetkárosító hatása mellett, nem elhanyagolható tény, hogy mesterséges fény biztosítása érdekében nagy mennyiségű energiát feleslegesen használunk fel. Az Európai Unió területén 2018. szeptember 1-től betiltották a hagyományos izzók (halogénizzók) kereskedelmét, ugyan sokkal olcsóbban lehetett vásárolni, mint a ledeket, de már középtávon jelentős mennyiségű energia takarítható meg, így utóbbi fényforrások használatával 80%-kal csökkenthető a háztartások villanyszámlája. Felmerülhet a kérdés, hogy a ledes fényforrások a gazdaságosság mellett elég jó paraméterekkel rendelkeznek ahhoz, hogy ezekkel cseréljük le a hagyományos izzólámpákat, vagy a közvilágítást ezzel oldjuk meg.

A LED és az optikai biztonság kapcsolatával foglalkozó tanulmányok alapján az mondható el (Arató 2003; Husi 2013), hogy ha megfelelően használják azokat, akkor biztonságosak, a fotobiológiai szintjét tekintve a LED lámpák nem különböznek a hagyományos technológiákkal készültől. A kék fény aránya sem tér el az ugyanolyan színhőmérsékletű más lámpák kék fényének részarányától. Meg kell említeni, hogy a kék fény hatásának történő kitétel fontos az emberek szempontjából, ugyanis a 460 – 480 nm körüli csúccsal rendelkező kék fény szabályozza a biológiai óránk élnkségét és az anyagcsere folyamatokat.

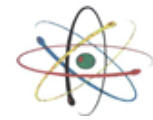
Természetes feltételek között a külső napfény teljesíti ezt a funkciót, az emberek azonban a nap túlnyomó részében belső terekben (irodáknban, gyárakban stb.) vannak, gyakran nem töltenek elegendő időt kék fény hatása alatt. A kék és a hideg fehér fényű fényforrások felhasználhatók olyan világítási feltételek előállításához, amelynek során az emberek megkapják a kék fénynek azt a napi adagját, ami ahhoz szükséges, hogy fenntartsák a fiziológiai összhangot a nappal és az éjszaka között. Azt azonban ne felejtsük el, hogy a kék fény felelős a szem romlásáért. A halogénlámpákkal és az izzókkal szemben alig emittálnak infravörös fényt. Továbbá a LED alapú fényforrások egyáltalán nem emittálnak UV-fényt (természetesen kivételt képeznek a csak erre a célra készített fényforrások) (CELMA 2011). A LED-ek színhőmérséklete választható, ezért lehetőség van arra, hogy az adott közegben (tér, utca, szoba stb.) a lehető legalkalmasabb színhőmérséklet kerüljön kiválasztásra.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az EFOP- 3.6.2-16- 2017-00014: „Nemzetközi kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatának területén” projekt támogatásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

1. Arató A. (2003): Világítástechnika. <http://mek.oszk.hu/00500/00572/00572.pdf>
2. Bakos Gáspár – Mizser Attila (1994): Csillagfigyelés akció a fényszennyezés ellen. Megfigyelőlap a fényszennyezés vizsgálatára. A binokulár és használata. MCSE Budapest
3. Dana L. Aldena Jan – Benedict E. M. Steenkamp Rajeev Batrac (2006): Consumer attitudes toward marketplace globalization: Structure, antecedents and consequences. *International Journal of Research in Marketing*, 23-3, 227-239.
4. Fonyó A. (1999): Az orvosi élettan tankönyve. Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest, 1053 oldal
5. Forró L. (szerk) (1994): SH Atlasz – Ökológia. Springer Hungarica, Budapest, 284. p.
6. Fridrich R. (2002): Globalizáció és környezet. Globalizáció füzetek 1. Magyar Természetvédők Szövetsége, Budapest
7. Galloway JN, Levy H II & Kasibhatla PS (1994) Year 2020: Consequences of population growth and development on the deposition of oxidized nitrogen. *Ambio* 23: 120-123.
8. Husi G. (2013): Világítástechnika (létesítménymérnököknek). TERC Kft., Budapest
9. Ken Willis (2015): Improved Visibility of the Night Sky: An Economic Analysis. In: Josiane Meier et al.: *Urban Lighting, Light Pollution and Society*. New York, 284-298 pp.
10. Mizon, Bob (2012): *Light Pollution - Responses and Remedies*. Springer, 282. p.
11. Nayar, Baldev Raj, (2007): "The Geopolitics of Globalization: The Consequences for Development," OUP Catalogue, Oxford University Press, number 9780195693034.
12. Pamela A. Matson, William H. McDowell, Alan R. Townsend & Peter M. Vitousek (1999): The globalization of N deposition: ecosystem consequences in tropical environments. *Biogeochemistry* 46: 67–83.
13. Paul C. Sutton and Christopher D. Elvidge (2015): Night Lights: An Indicator of the Good Life? In: Josiane Meier et al.: *Urban Lighting, Light Pollution and Society*. New York, 284-298 pp.
14. Puskás F. (2000): A világítástechnika története. In: Puskás F. (szerk): *FIRKA - Fizika Informatika Kémia Alapok*. 2000-2001 6. szám, 227-235 oldal.
15. Sánta I. (2012): *Optika és látórendszerek*. Edutus Főiskola. 85 oldal
16. Sipos A. (1992): Villany a köztereken és a lakásban, 1884-1914. *Ember és környezet. História* 1992-02
17. Szabóné András Zs. (2004): A fényszennyezés szabályozásának lehetőségei. TDK dolgozat, Szeged. <https://doksi.hu/get.php?lid=21140>
18. Szentágothai J. & Réthelyi M. (2002): *Funkcionális anatómia*. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest, 2082 oldal
19. Urbanics M. R. (2009): Reflektorfényben a sötétség. Az urbanizáció ismeretlen kísérője, a fényszennyezés. Diplomamunka. Pécs, 53 oldal



90/2012. (IV. 26.) Kormány rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Kormány rendelet módosításáról

CELMA közleménye (2011), 1. kiadás, www.celma.org

EPA (1990): Greenhouse gas emissions from agricultural ecosystems, IPCC Report. Washington, DC, U.S.A.

The Ecologist Report (2000): Globalising Poverty - The World Bank, IMF and WTO - their policies exposed

WWF (2000): The Living Planet Report 2000; World Wildlife Fund For Nature; <http://www.panda.org>

<https://darksitefinder.com/maps/world.html#4/39.00/-98.00>

<https://phet.colorado.edu/hu/simulation/color-vision>

<https://www.darksky.org>

<https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=1&lat=5759860&lon=1619364&layers=0BFFFFFFFFFF>

<http://www.cie.co.at/>

<http://www.sa-ida.org/>