

Workshop on Light Pollution – 2020

Experiences from Hungary

Zoltán Kolláth

**Eötvös Loránd University
BDPK, Department of Physics**

Since 199?

Building cooperation between the Hungarian
Astronomical Association and the Lighting Society
of Hungary

Talks about light pollution at the conferences and
meeting of the Lighting Society

Public outreach on light pollution

Participation at IDA European meetings since 2002
(and we organized one in 2010 at Kaposvár)

Since 2006

Dark sky park program

First years: learning about measurements, lighting systems, etc.

2009: first dark sky park in Europe: Zselic Landscape Protection Area in Hungary and Galloway Forest in Scotland.





INTERNATIONAL DARK SKY PARKS
(IDA CERTIFIED) IN HUNGARY:
ZSELIC (2009)
HORTOBÁGY (2011)
BÜKK (2017)

ZSELIC



HORTOBÁGY



A wide-angle night photograph of a landscape. The sky is filled with numerous stars, including the Milky Way. In the foreground, there is a dark, silhouetted area that appears to be a field or a road. In the middle ground, there is a line of trees, including several tall, dark evergreens. The overall scene is dark and atmospheric.

BÜKK

Outcome of the Dark Sky Park Project

Cooperation with national parks and the Ministry of Environment (Ministry of Agriculture)

Regulation related to light pollution at protected area

Light pollution, night sky related programs in national parks

Star watching hikes in dark sky parks and other protected places

...

New visitor centres, public observatories, astrotourism

Recent projects in Hungary

GINOP 2.3.3 (Strengthening research infrastructures - internationalisation, networking) : “Development of a measurement system based on digital cameras for international monitoring of light pollution and its biological effects” (Mobile Lab)

EFOP 3.6.2 (Thematic research network co-operations) : Development of international research environment for light pollution studies (Living Environmental Lab)

Recent projects in Hungary

- **Mobile Lab:** ~180 thousand EUR for infrastructure
- **Living Environmental Lab:** ~3.2 million EUR for research and development
- 38 months - September 2017 – October 2020 (will be extended)

International Research Environment...

Consortium of 3 Hungarian Universities:

Eötvös Loránd University, Savaria Campus – Szombathely

Eszterházy Károly University – Eger

University of Kaposvár – Kaposvár

Eger: Bükk Starry Sky Park

Kaposvár: Zselic Starry Sky Park

International Research Environment...

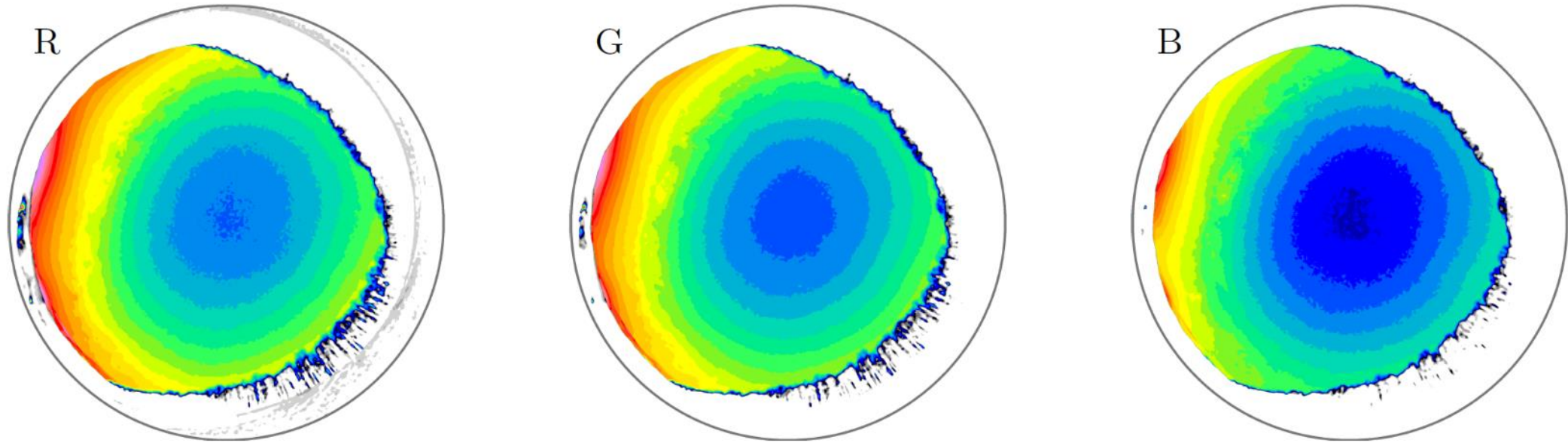
Light pollution survey in Hungary

Connection:

National Landscape Strategy for Hungary (2017-26) – necessary action by the government and universities:
National assessment of light pollution (e.g. through the determination of sky luminance distribution) and condition assessment of light pollution.

(Another cooperation with the Ministry of Agriculture)

Bükk Starry Sky park



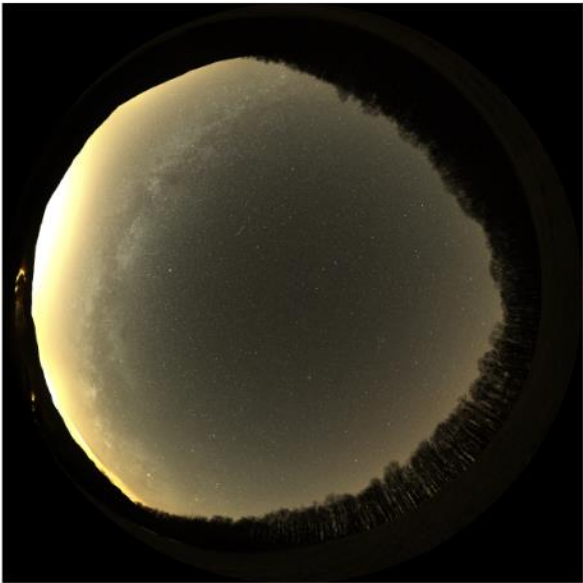
	R	G (mpsas)	B
$z < 5^\circ$	3.4	3.2 (21.7)	2.5
$z < 15^\circ$	3.6	3.3 (21.6)	2.6
$z < 30^\circ$	3.9	3.7 (21.5)	2.9
min	3.4	3.1 (21.7)	2.4
max	66.2	31.2 (18.6)	31.2

Units given in $\text{nW/m}^2/\text{sr}/\text{nm}$ (and mpsas for G)

Observers: Zoltán Kolláth, Richárd Novák & József Vanyó

Date: March 05/06 2019

Coordinates: 48.052560 20.511750



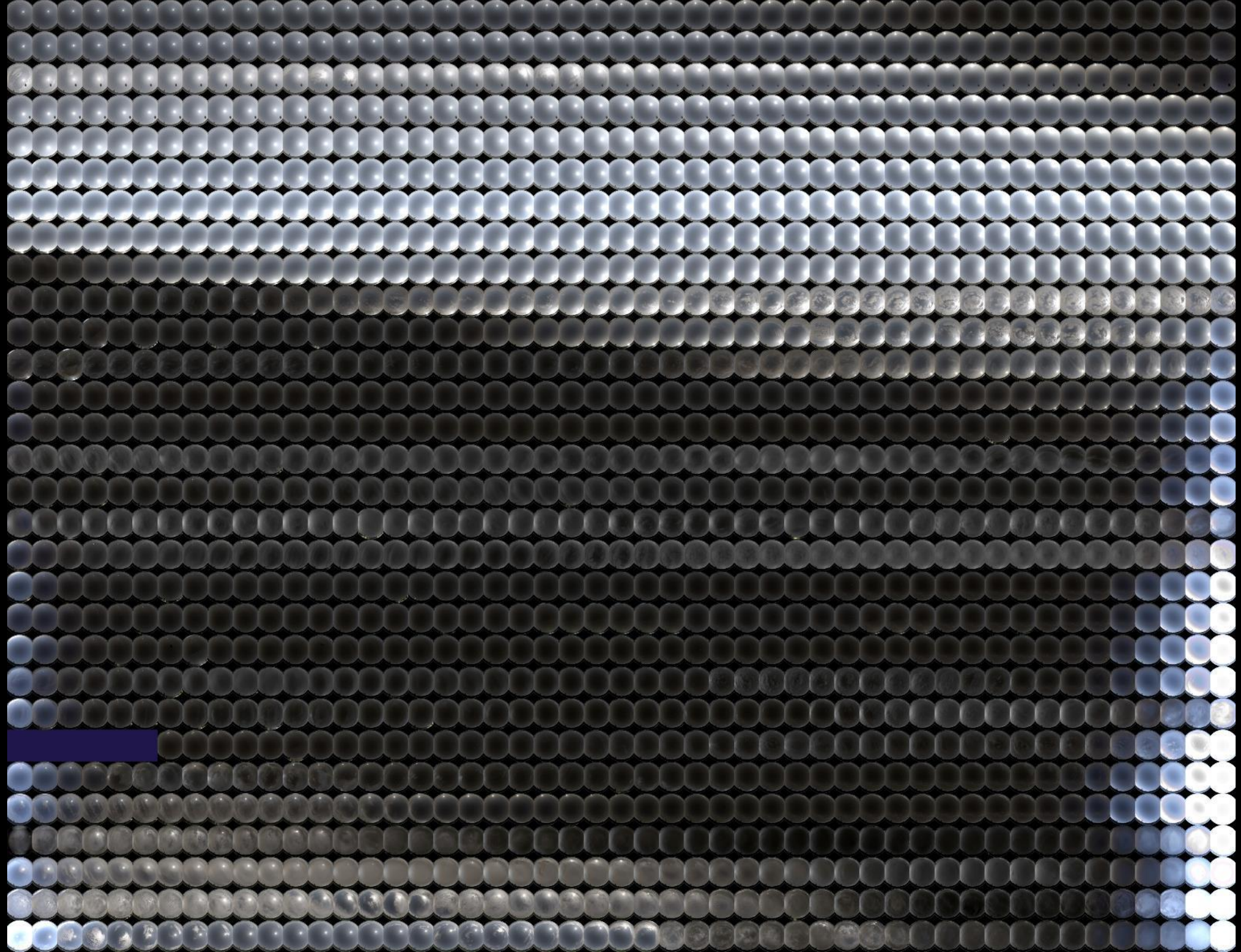
International Research Environment...

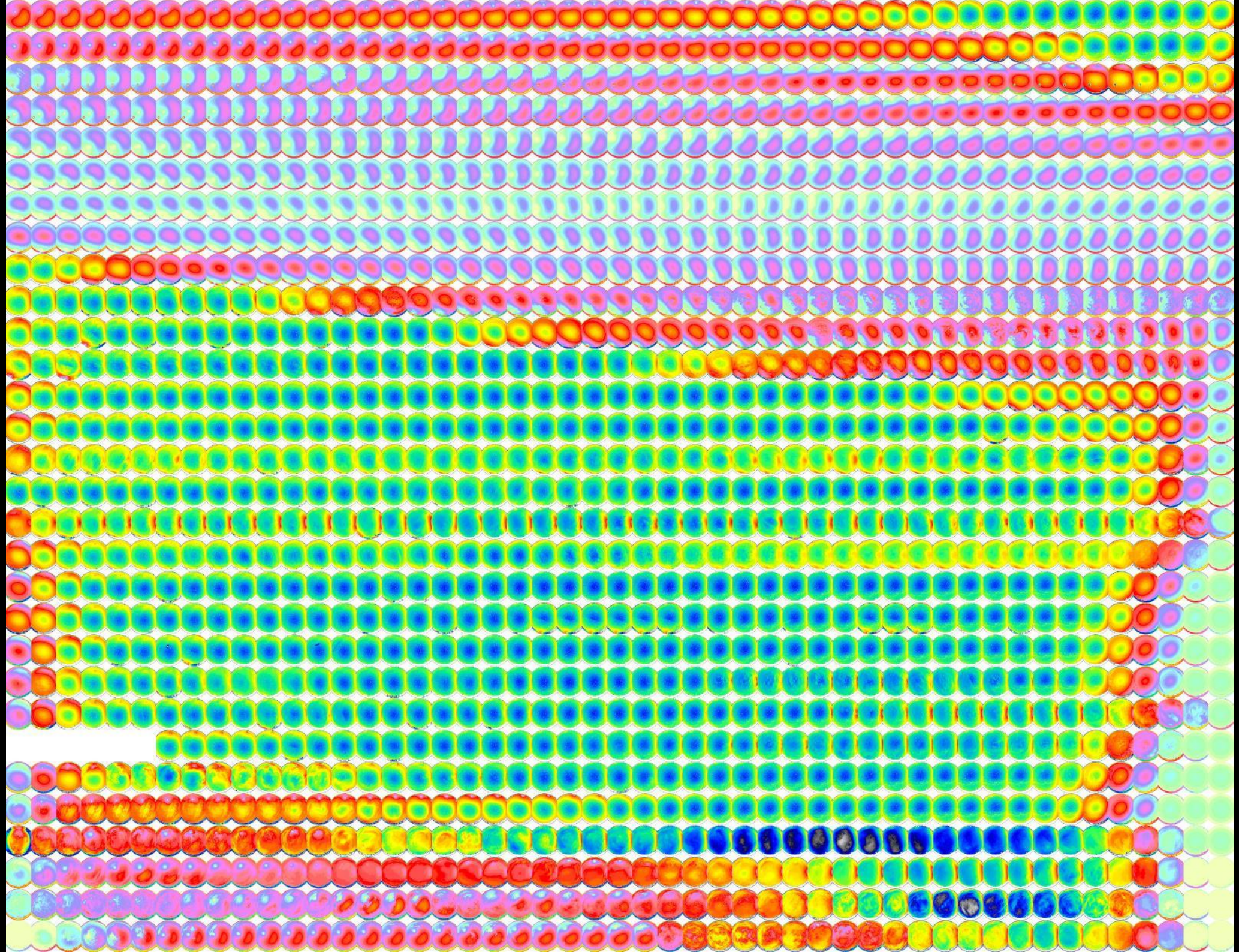
Fixed all sky cameras

In most of the national parks

Long term monitoring

Same camera and fisheye lens as in the mobile lab
(comparable monitoring)





Living Environmental Lab

Lighting demonstration project

Connection:

National Landscape Strategy for Hungary (2017-26) –

necessary action by the government and universities:

Demonstration projects of good lighting – minimized light pollution, CCT<2700K.

Living Environmental Lab

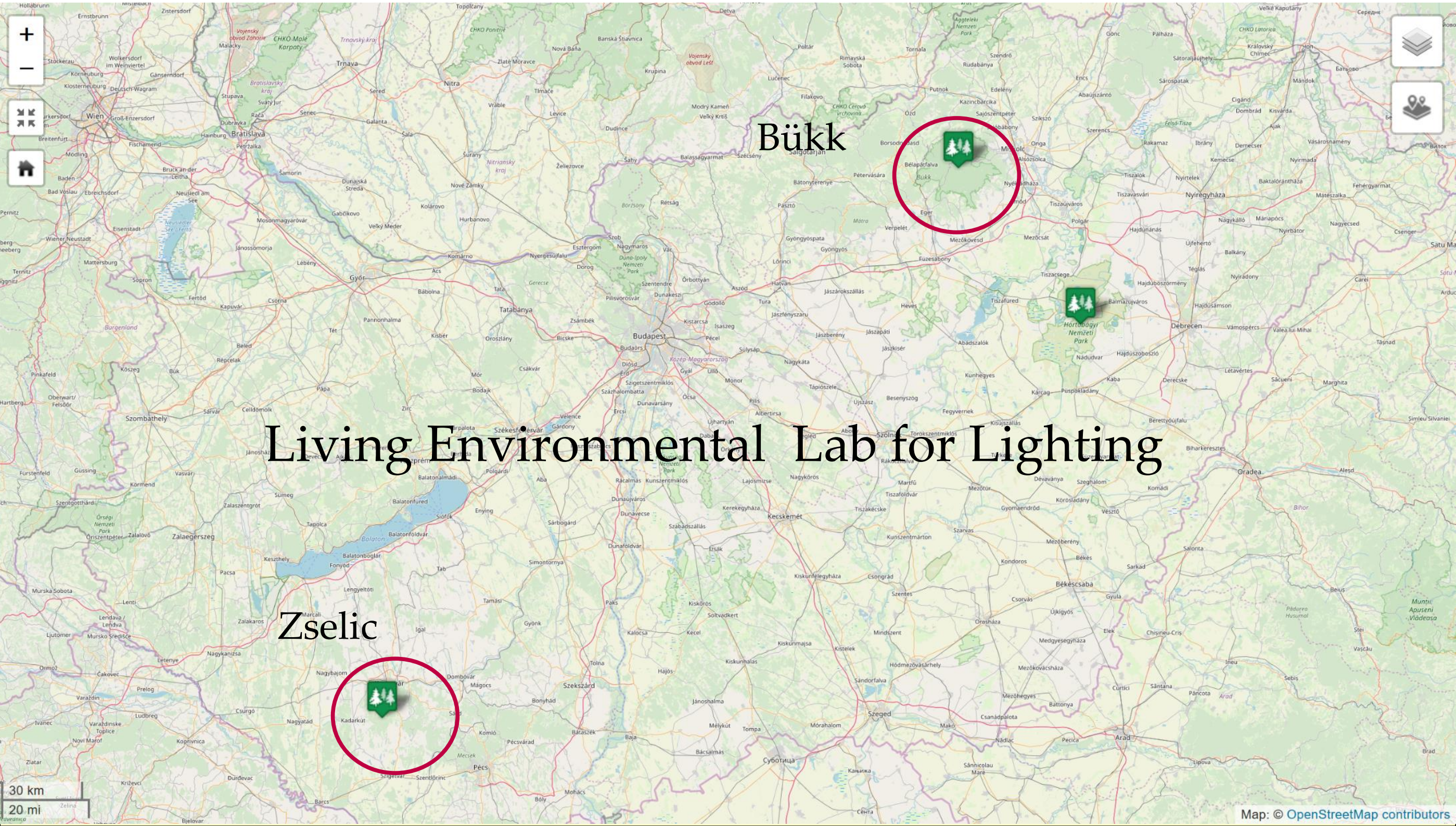
Living Environmental Lab for Lighting

Two villages – one in Zselic and one in Bükk

Complete lighting remodelling

Control of luminous flux and spectra (warm white or amber)

During the project: can be used to test the effect of colour: light measurements and bio-monitoring



Bükk

Living Environmental Lab for Lighting

Zselic

30 km

20 mi

Répáshuta (photo: Richárd Novák)

During remodelling



Répáshuta (photo: Zoltán Kolláth) after remodelling







Répáshuta (photo: Richárd Novák)



Répáshuta (photo: Richárd Novák)



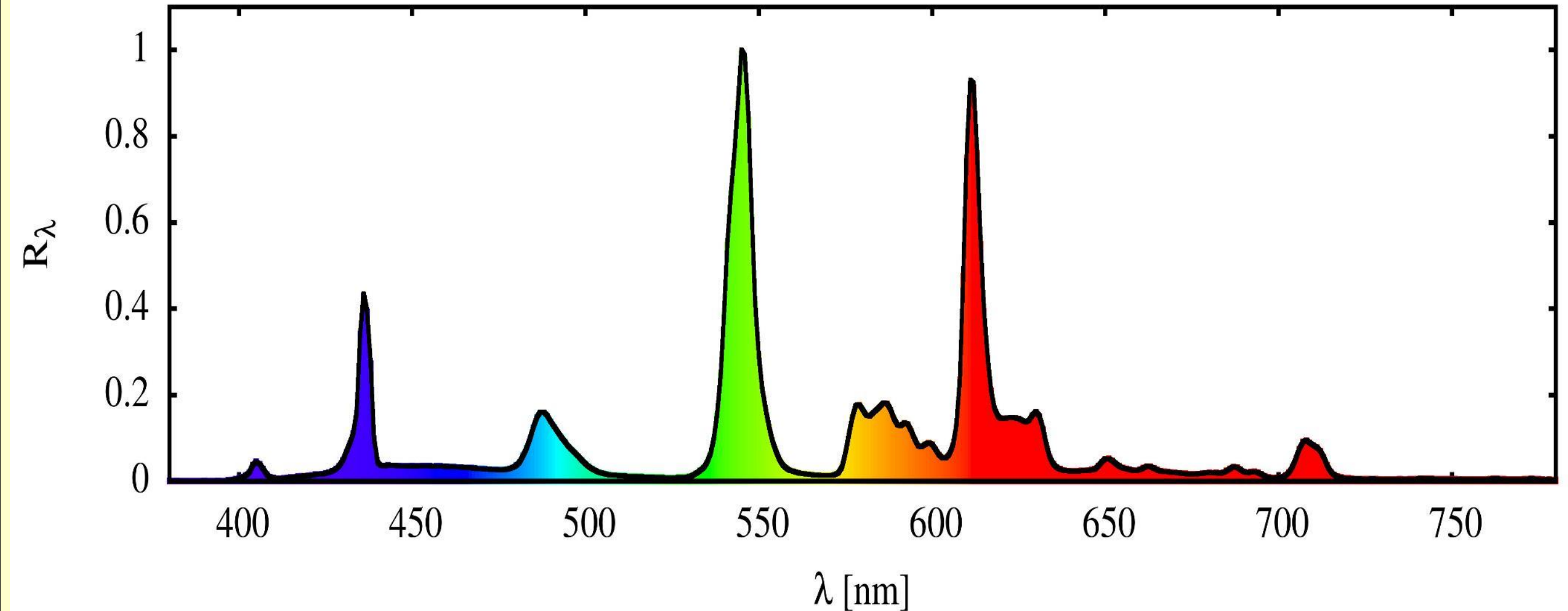




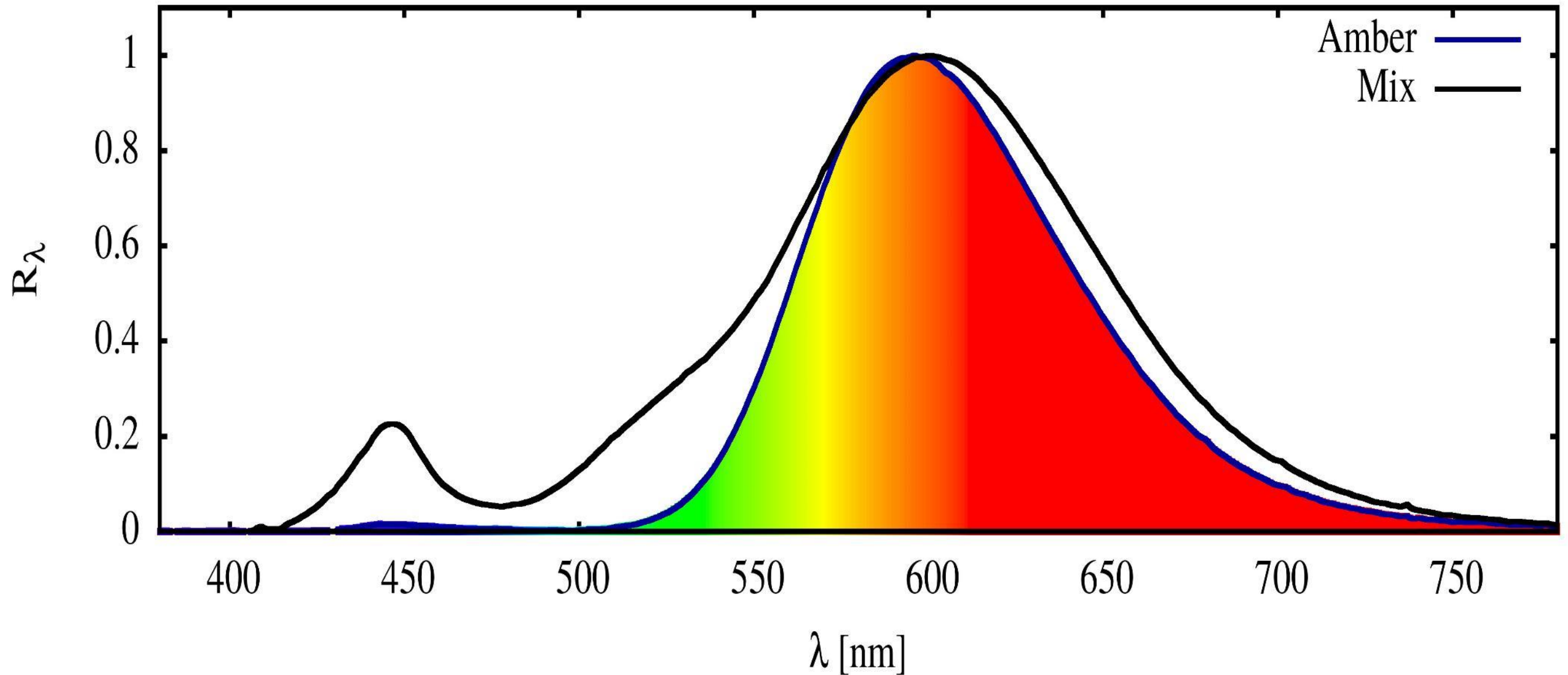




Spectral change: before (CFL)



Spectral change: after (pc amber)



and city offices, nature protection agencies
Coming soon
to help in the protection against light
pollution.

Jointly written, edited by the Ministry of
Agriculture, Hortobágy National Park,
Lighting Society of Hungary and
universities.

Definitions, good and bad practices.
An example of cooperation among
different organizations.

92 pages, freely available online (in
Hungarian)

A fényszennyezésről – világosan!

Agrárminisztérium
Környezetügyért Felelős Államtitkárság
Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság

A fényszennyezésről – világosan!

Szakmai útmutató természetvédelmi hatóságok és nemzeti park-igazgatóságok kültéri mesterséges éjszakai világítás okozta fényszennyezés kiküszöbölésére, csökkentésére irányuló tevékenységének támogatására

Impresszum

Szerzők:

Árgay Zoltán táj- és természetvédelmi szakreferens, Agrárminisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály
Dr. Boldogh Sándor osztályvezető, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Természetmegőrzési Osztály
Dr. Csuzdi Csaba egyetemi tanár, Eszterházy Károly Egyetem, Biológiai Intézet, Állattani Tanszék
Dr. Egri Ádám tudományos munkatárs, Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet
Gyarmathy István természetvédelmi szakmai referens, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Jogi és Igazgatási Osztály
Dr. Gyurácz József főiskolai tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Berzsényi Dániel Pedagógusképző Központ, Biológiai Tanszék
Dr. Horváth Gábor egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológiai Fizika Tanszék, Környezetoptika Laboratórium
Dr. Kolláth Zoltán egyetemi tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Berzsényi Dániel Pedagógusképző Központ, Fizikai Tanszék
Dr. Kriska György egyetemi docens, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológiai Intézet, Némethné dr. Vidovszky Ágnes alelnök, Magyar Elektrotechnikai Egyesület, Világítástechnikai Társaság
Novák Richárd oktatási referens, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Természetismereti és Oktatási Osztály
Nyitrai Zoltán táj- és természetvédelmi referens, Hajdú-Bihar Megyei Kormányhivatal Debreceni Járási Hivatalának Környezet és Természetvédelmi Főosztálya
Pádárné dr. Török Éva osztályvezető, Agrárminisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály
Pénzesné dr. Kónya Erika egyetemi docens, Eszterházy Károly Egyetem, Biológiai Intézet, Növényzeti és Növényélettani Tanszék
Száz Dénes, tudományos munkatárs, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Berzsényi Dániel Pedagógusképző Központ, Fizikai Tanszék
Dr. Varga János főiskolai docens, Eszterházy Károly Egyetem, Biológiai Intézet, Állattani Tanszék

Szerkesztette: Árgay Zoltán
Lektorálta: Csörgits Gábor
Grafikai tervezés, kiadványszerkesztés: Dr. Kolláth Zoltán

Kiadja az Agrárminisztérium Környezetügyért Felelős Államtitkársága és a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest 2020

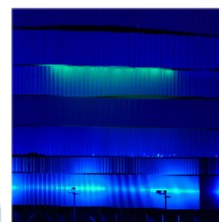
ISBN 978-615-5673-60-3



a közvilágításban terjed –, s azon belül a „hideg fehér” fényt kibocsátó, nagyobb korrelált **színhőmérsékletű** ($T_c > 5300\text{ K}$) LED-ek fényének összetételére jellemző a kék szín nagy aránya a **spektrum**ban. Evidencia, hogy egy objektum jó láthatósága akkor biztosított, ha a megvilágítás a nappali látás érzékenységi tartományában (550 nm hullámhossz körül) történik. A kék fény azonban „nem járul hozzá” lényegesen ehhez a spektrális sávhoz.

A megvilágítás minőségi meg nem felelését:

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

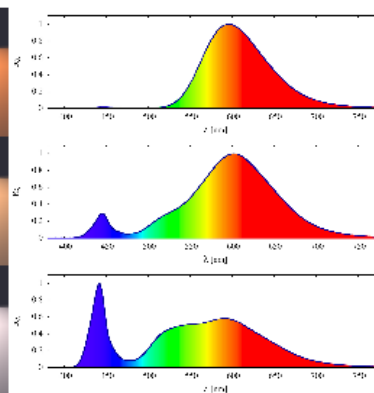


1.7. kép. A nagy kiterjedésű felületről szóródó kék fény a közelben lakók egészsége és a rovarokra gyakorolt csapdázó hatás miatt az élővilág szempontjából is kedvezőtlen.

Az ismertett meg nem felelésekre általánosan jellemző, hogy a feltüntetett okok végső soron a következőkre vezethetők vissza:

- a fényszennyezéssel és következményeivel kapcsolatos tudás, információ hiánya;
- (az előzővel szoros összefüggésben) a fényszennyezéssel és következményeivel kapcsolatos tudatosság és felelősségérzet hiánya;
- (az előzőkkel szoros összefüggésben) a fényszennyezéssel kapcsolatos szempontok figyelembevétele elmarad vagy elégtelen a világítási rendszerek, megvilágítások tervezése, kivitelezése és üzemeltetése során.

Alapvetően emiatt terjednek a fényszennyező világítási megoldások. A fentiek alapján nem túlzás azt állítani, hogy a fényszennyezés okozta problémák többsége egyszerűen elkerülhető lenne, mert ez nagyrészt a megfelelő hozzáálláson, szándékon múlik. Ennek hiányában azonban a fényszennyezést okozó meg nem felelések elleni fellépés hatékony jogi szabályozás és az e szabályoknak érvényt szerző hatékony hatósági gyakorlat nélkül nem képzelhető el.



Spektrum vagy színekép: a fény hullámhossz, azaz szín szerinti összetétele. A teljes spektrum megfigyelhető a szivárvány színeiben.

1.8. ábra. Összefüggés a fényforrás által kibocsátott fény színe és spektruma között. A diagramok vízszintes tengelyén a hullámhossz szerepel. LED fényforrások esetén (legalul) a spektrumban a kék színnek megfelelő hullámhossz-tartomány meghatározó mértékben van jelen, ezért a színérzet "hideg fehér". A középső fényforrás fénye a "semleges fehér" tartományba sorolható. A színérzet-tartományok és a színhőmérséklet értékek megfeleltetéséről lásd a 6. pontban a CCT (korrelált színhőmérséklet) címszót!

teknősök számára a kulcsinger a Hold által halványan megvilágított tenger fénylése, amelyet „felülír” a parton lévő mesterséges világítás fénye, „eltérítve” a tojásból kikelt teknősöket a helyes irányból; 2.2. ábra).

Az elmúlt évek hazai kutatásai során gyűjtötték azokat az adatokat, amelyek alapján kimutatható volt, hogy denevérek által lakott épületek kivilágítása (illetve az ebből adódó fényszennyezés) nem csupán késlelteti az állatok kirepülésének idejét, de **jelentős hatással van a kölykök egyedfejlődésére** is. A denevérkölykök születési idejének, testtömegének és a csőves csontok növekedésének vizsgálata alapján kiderült, hogy a megvilágított épületekben később születnek a kölykök, és testtömegük, végtagjaik növekedése is elmarad a zavartalan épületekben élő társaikhoz képest. Az eredmények alapján a megvilágított épületekben felnövő állatok az önállósodás időszakára sem képesek kompenzálni hátrányukat.

Tájékozódási képességre gyakorolt hatás rovarok példáján – a fénycsapda effektus

A rovarok „speciális technikákat alkalmaznak” gyenge látásélességük ellensúlyozására. Ezek egyike a kiváló színlátás, ami az ultraibolya tartományban is működő különleges receptorral egészül ki. Éjszakai életmódot folytató rovarok esetében a Hold – mint az egyetlen erős fényű természetes éjszakai fényforrás – kitüntetett szerepet játszhat a tájékozódásban. A rovarok által megtett távolságokhoz képest égi kísérőnk óriási messzeségben van, így – égi mozgását leszámítva – állandó fénylő pontként jelenik meg. A természetes körülményekhez alkalmazkodott rovarok számára a környezetéhez képest lényegesen fényesebb fényforrás – részben átvéve a Hold szerepét – referencia irányként jelenik meg, azonban lényegesen kisebb távolsága miatt helyzete nem állandó, ami körkörös vagy spirálzós mozgásra készíti a rovaregyedeket (2.3. ábra). Ez a fénycsapda működési mechanizmusa, amit éjszaka mindannyian megfigyelhetünk egy lámpa közelében.

A fénycsapdák működési- és hatásmechanizmusa jól interpretálható a mesterséges éjszakai világítás esetében.

A rovarokra gyakorolt vonzerőt befolyásoló tényezők:

- a fénypontmagasság (a fénypontmagasság duplájára növelése esetén a vonzerő 1,5–4-szeres),
- a fényerősség (ennek kétszeres értékénél a vonzerő 1,7–2-szeres),
- a fényforrás emissziós spektruma (a rövid hullámhosszú „hideg fehér” fényt kibocsátó, nagyobb korrelált színhőmérsékletű ($T_c > 3300\text{ K}$) fémhalogén vagy LED lámpák 6–10-szer nagyobb vonzó hatást fejtenek ki, pl. a molylepkékre, mint az azonos teljesítményű „hagyományos” nagynyomású nátriumlámpák),
- a rovar faja, ivara, genotípusa,
- környezeti tényezők (lég hőmérséklet, páratartalom, aktuális holdfázis).

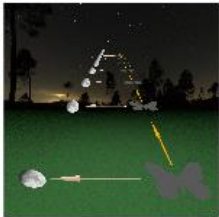
A közvilágításban alkalmazott világítótestek fénycsapdaként működnek. Sötét területeken egy fényforrás akár 2000–11 000 rovaregyedet is „befoghat” egy éjszaka során. A mesterséges fények által az élőhelyükről elvonzott – és többnyire elpusztított – rovarok mennyisége hatalmas: egy USA-ban végzett vizsgálat során egyetlen fénycsapda egy éjszakán 36,8 kg (mintegy 85 millió egyed) iszapcsúnyogot fogott be. Egy hazai nagyvárosban, megvilágított falfelületek mentén 50 alkalommal 1,5–2 órán át végzett gyűjtés során csak futóbogarakból 148 faj 17 400 példányát fogták be, amely az összes befogott rovar kb. 20%-át tette ki. A néhányszor tíz négyzetméternyi falfelület 25–30 km-re lévő élőhelyekről is vonzott rovarokat!

Már rövid időtávon belül is előfordulhat, hogy jelentős fényszennyezést okozó világítótestek vagy megvilágított felületek olyan mértékben koncentrálnak rovarokat (mint táplálékforrást), hogy a sötétebb élőhelyeken nem marad elegendő táplálék a fény(szennyezés)re érzékenyebb, a megvilágítást kifejezetten kerülő, rovarokkal táplálkozó ragadozók számára. Ez a hatás,



2.2. ábra. A tojásból kikelt teknősöket eltéríti a halványan fénylő tengertől a part menti világítás, rontva a szaporodás sikerességét.

Fénycsapda effektus



2.3. ábra Számos repülő rovarfaj éjszakai tájékozódásában van kiemelt szerepe a Holdnak. Égi kísérőnk nagy távolsága miatt a Hold irányához képest azonos szögben repülve a rovarok képesek egyenesen haladni (fent). Ha a Holdhoz képest jóval közelebb lévő mesterséges fényforrás veszi át ezt a szerepet, akkor a rovar a fenti módszert alkalmazva nem egyenesen, hanem a fényforrás felé spirálzva képes csak haladni (lent).

kel (fálevél, por stb.) így a hűtési teljesítményük idővel jelentősen csökkenhet. Elsősorban ezért, de esztétikai szempontok miatt sem javasolt LED fényforrások lámpatestjei esetében külső hűtőbordák alkalmazása.

A kültéri lámpatestek a megfelelő mechanikai védetség biztosítása érdekében a legtöbbször burásak. LED fényforrások esetén azonban műszakilag megoldható, hogy minden LED saját lencsével rendelkezzen, amely a mechanikai védetségét is biztosítja, így nem feltétlenül szükséges a külső bura alkalmazása a lámpatesten. E megoldás esetében azonban a megvilágítás kápráztató hatása nagyobb lehet, mint a diffúzorral (burával) szerelt lámpatesteknél.

A lámpatest burájának (lásd a 3.3. ábrát) jelentős a szerepe a fény megfelelő elosztásában, szórásában (irányításában), ezért a fényszennyezés kiküszöbölése vagy csökkentése szempontjából nagyon fontos szempont a lámpatest burájának kialakítása (mérete, alakja stb.).

LED fényforrások esetén műszakilag elvileg megoldható a fény „önálló” irányítása egyedi lencsékkel, az ilyen megoldások azonban az üzemeltetés során nagyobb odafigyelést igényelnek a karbantartók részéről annak érdekében, hogy az esetleges hiba javítások során a megfelelő világítást beépítéséről (pótlásáról, cseréjéről) gondoskodjanak.

Kültéri világításban a lámpatestek két, alapvetően különböző karakterisztikájú fényeloszlással használatosak: a **közvilágítási fényeloszlással** és a **fényvető fényeloszlással**. Egy lámpatest csak az egyik féle fényeloszlás biztosítására alkalmas, de egy világítási rendszeren belül különböző fényeloszlású lámpatestek együttesen is használhatók.

Közvilágításban általában keskeny sávot kell megvilágítani, hiszen egy út szélessége sokkal kisebb, mint a hossza. Ehhez alkalmazkodik a közvilágítási fényeloszlás, amelynek a legnagyobb fényerőssége kb. 65 foknál (legfeljebb 70 foknál) van, lehetővé téve ezáltal a lámpaoszlopok között viszonylag nagyobb távolságokat is.

A fényvető sugárzási szöge határozza meg, hogy mennyire keskenyen vagy szélesen sugároz, de a közvilágítási fényeloszláshoz képest általában keskenyebb, koncentráltabb a bevilágított terület. A fényvető fényeloszlás szimmetrikus és aszimmetrikus is lehet.

A 3.1. ábrán az út tengelyével párhuzamos irányú jellemző közvilágítási fényeloszlási görbére látható példa. A 3.2. ábra az út tengelyére merőlegesen mutatja be az aszimmetrikus fényvető eloszlást. Jól látható, hogy fényvető fényeloszlás esetén a lámpatest koncentráltabban, fókuszáltan osztja el a fényt.

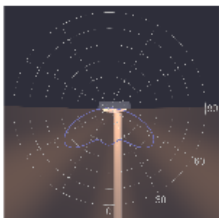
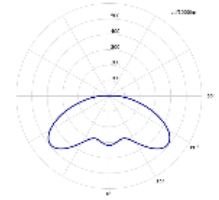
Különböző fényeloszlású lámpatestek egy rendszeren belüli alkalmazására jó példa lehet egy körforgalmi vagy nagyobb közlekedési csomópont megvilágítása, amely úgy is megvalósítható, hogy a csomópont-hoz vezető úton közvilágítási fényeloszlású lámpatestek működnek, a körforgalomban azonban fényvetők vannak esetleg nagyobb fénypont-magassággal. Csomópontokban jellemzően nem keskeny hosszú téglalap alakú területet, hanem általában kör alakú területet kell megvilágítani.

3.1.1.3. Tartószerkezetek

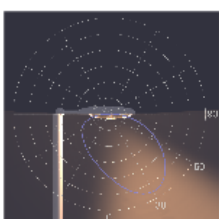
A kültéri lámpatestek esetében leggyakrabban alkalmazott tartószerkezetek: önálló oszlop, falikar, technológiai vezeték. Anyaguk/kialakításuk jellemzően fa, betongyámas fa, acél, alumínium, beton vagy műanyag.

Fénypontmagasságuk 1 m-től akár 40 m-ig is terjedhet. A közvilágításban alkalmazott általános oszlopmagasság 4,5 m-től 12 m-ig terjed, amely körforgalmak, csomópontok esetén 18 m-ig emelkedhet.

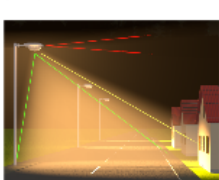
Sportpályák, logisztikai létesítmények, bevásárlóközpontok parkolói, nagy vasúti pályaudvarok esetén 25 m körüli fénypontmagasság jellemző. 40 m vagy ezt meghaladó magassággal már csak a régebben telepített világítási berendezések esetében lehet találkozni.



3.1. ábra. Közvilágításban alkalmazott lámpatestek jellegzetes fényeloszlási görbéje [cd: kandela (fényerősség), lm: lumen (fényáram)].



3.2. ábra. Aszimmetrikus fényeloszlású lámpatest és fényeloszlási görbéje.



3.3. ábra. Közvilágítási fényeloszlású lámpatestek alkalmazásával megvilágított terület. A nagyből burával ellátott lámpatest miatt a horizont síkja fölé (piros vonalak) és a megvilágítandó területen kívülre (sárga vonal) is jut fény. Sík bura alkalmazásával ezek a fényszennyező hatások elkerülhetők, csökkenthetők.

működésében is zavarokat okozhat.

A fényszennyezésnek nem csak az emberi tevékenységekre és egészségre vannak jelentős hatásai, hanem az élővilág, s általa a bioszféra egészére. A korábban alkalmazott megközelítések és csoportosítás alapján ezt nevezték „ökológiai fényszennyezésnek”. **Ma már tudjuk, hogy a fényszennyezésnek szinte minden formája hatással van valamilyen módon az élő rendszerekre, ezért minden fényszennyezés egyben „ökológiai fényszennyezés”.** Tengerparti kivilágítás floridai teknős fajok tájékozódására gyakorolt káros hatásának leírása (1990-es évek eleje) óta tudományos kutatások sora tárta fel a fényszennyezés fajokra, fajcsoportokra (pl. rovarokra, madarakra, denevérekre), illetve akár az ökoszisztéma egészére gyakorolt káros hatásait. Ez utóbbiakkal a 2.1. pont keretében, valamint az esettanulmányok 5.1. pontjában foglalkozunk részletesen. Újabbban már egyre szélesebb körben ismertek a fényszennyezés **ökoszisztéma-szolgáltatásokra** gyakorolt kedvezőtlen hatásai is; ezek mechanizmusait, működését további kutatásokkal lehet részletesen feltárni.

Az elsősorban mennyiségi és/vagy időbeli meg nem felelés miatt jelentkező **túlvilágítás** minden esetben energiapazarlás is, mert mindenképpen az adott látási feladathoz, a megvilágítás céljához minimálisan szükségesnél több energia felhasználásával jár. A globális szinten ilyen módon, illetve a fényszennyezéshez köthető egyéb okokból fölöslegesen használt energia(többlet) előállítás (bányászat, szállítás, erőművek stb.) olyan **indokolatlan, a klímaváltozáshoz is hozzájáruló környezetterhelést okoz, amely helyes világítás alkalmazásával viszonylag egyszerűen elkerülhető lenne.**

A mesterséges éjszakai világításra fordított energiateljesítményhez kapcsolódó éves CO₂ kibocsátás a Föld egészét tekintve 1,9 milliárd tonnára becsülhető. Franciaországban 2013 júniusa óta törvény szabályozza az 1 és 7 óra közötti időszakban történő köz- és diszvilágítást, amelynek eredményeként évente 3000 milliárd Wh villamosenergia-fogyasztás spórolható meg. Ezzel megközelítőleg 335000 tonnával csökkenthető az éves CO₂ kibocsátás.

A fényszennyezés legjellemzőbb velejárói, hatásai, következményei összefoglalva a következők:

- az energia és a természeti erőforrások pazarlása,
- az (elsősorban szárazföldi) élővilág életfeltételei, illetve az ökoszisztéma kialakulása és működése szempontjából meghatározó természetes nappal/éjszaka (világos/sötét) periodicitás befolyásolása,
- éjszaka aktív fajok élőhelyeinek veszélyeztetése,
- a fajok biológiai ritmusának megzavarása (tekintet nélkül arra, hogy nappali vagy éjszakai életmódot folytatnak),
- (elsősorban rovarokra, illetve egyéb állatfajokra kifejtett hatások miatt) az ökoszisztéma-szolgáltatások (pl. beporzás) minőségének, hatékonyságának csökkentése,
- a természetes éjszakai tájkép veszélyeztetése,
- a természetes éjszakai égbolt láthatóságának, megfigyelhetőségének romlása, városi környezetben megszüntetése,
- káprázás okozta biztonsági kockázat,
- az emberi jóllét és egészség veszélyeztetése,
- (elsősorban a túlvilágítás és a fény nem megfelelő irányítása következtében) az emberi komfortérzet csökkentése és a magánszféra zavarása.

Az élővilág, ökoszisztéma veszélyeztetése

Ökoszisztéma-szolgáltatás: az élővilág, az ökológiai rendszerek működésével járó, az emberiség, illetve a civilizáció fenntartásához, fennmaradásához szükséges folyamatok, hatások, termékek stb., amelyeket az emberiség közvetlen vagy közvetett módon felhasznál, kiakná, élvez. Fenntartó (pl. elsődleges produkció), szabályozó (pl. biológiai védekezés), ellátó (pl. élelmiszerek) és kulturális (pl. rekreáció) típusú ökoszisztéma-szolgáltatások léteznek, amelyeken keresztül közgazdasági szempontból értelmezhetővé válik a természetes ökoszisztémák és a biológiai sokféleség (társadalmi) értéke.

Energiapazarlás, környezetterhelés, klímaváltozás

Conclusion

More than 20 years of light pollution
related cooperation

Strongly related to the dark sky park
program

Our strategy is to find collaborators,
alliances: collaborations with lighting
engineers, architects, nature protection
agencies and NGOs etc.

It works well for protected places, national
parks

Public awareness, as an important factor

THIS PROJECT IS SUPPORTED BY THE GRANT:
DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL RESEARCH ENVIRONMENT
FOR LIGHT POLLUTION STUDIES

EFOP- 3.6.2-16- 2017-00014

Thank you for your attention!

