



NEMZETKÖZI KUTATÁSI KÖRNYEZET KIALAKÍTÁSA A FÉNYSZENNYEZÉS VIZSGÁLATÁNAK TERÜLETÉN

EFOP- 3.6.2-16- 2017-00014

AZ ÉGBOLT FÉNYEI

KOLLÁTH ZOLTÁN

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Az éjszakai égbolt fényei



Miért kék az ég?



Leonardo da Vinci (~1500)

Nem a levegő kék.

A napfény hatására elpárolgó nedvesség fényessége keveredik a körülöttünk lévő sötétséggel...

Természettudományi Közlöny,
XXIX. kötet. 1897. 370. oldal

Miért kék az ég? E kérdéssel a költők talán ép annyit foglalkoztak, mint a tudósok. *Tyndall* az ég azurját a "természet rejtvényé"-nek mondotta. A rejtvény megfejtéséhez most már elég közel járunk.

Kék szín tényleg nincs, mint egyáltalán semmiféle szín sincs a valóságban. A mit mi színnek mondunk, nem más, mint rezgés, melyet a szem vizsgál, s e vizsgálás eredményét mondjuk mi színnek.

Természettudományi Közlöny, XXIX. kötet. 1897. 370. oldal

Az égnek nincs színe; az ég kékje fénytelen odú, tele levegővel, melynek alkotó részei, a nitrogént kivéve, kékek. E mellett bizonyít *Pictet* kísérlete, ki a levegő folyósítása alkalmával eszközében szép kék színt látott.

Spring, újabb észleleteire támaszkodva, azt tételezi fel, hogy a Nap sugarainak útja légkörünkben igen rövid arra, hogy szemünkhöz érve, a kék szín érzetét kelthessék bennünk.

Természettudományi Közlöny, XXIX. kötet. 1897. 370. oldal

Az ő magyarázata az ég kék színéről a következő: A napsugarak, miután a Föld felszínébe ütköztek, minden irányban visszaverődnek. A visszavert sugarak azután keresztül kasul járnak a légkört, többé-kevésbé sűrű rétegeiben egymással találkoznak és a merőleges iránytól mindinkább eltérnek; végre az utolsó rétegekbe beleütköznek, de olyan tompa szög alatt, hogy e rétegeken már nem hatolhatnak keresztül. Íme, ezzel létrehozzák a teljes visszaverődés jól ismert tüneményét és csak azután térnek vissza hozzánk, mikor már sokkal tetemesebb utat tettek meg a légkörben, mint a közvetlen napsugarak. Szemünk tehát, *Spring* szerint, azokat a sugarakat fogja fel, melyek az ismeretlen régiókban való utazás után érkeznek hozzánk és valódi légtükrözés következtében elhozzák a hatalmas légkör összes rétegeinek színét. (La Vie Scientifique nyomán.)

Az ég kékje

Fény szóródása a molekulákon:

$$\sim 1/\lambda^4$$

Az égbolt kék színe

“Az égbolt színét a légköri fényszóródás okozza. ... Ez legjobban felhőtlen égen, páraszegény, pormentes levegőben, kevéssel naplemente előtt látható. A kékséget fokozza, hogy az alacsonyan álló Nap sugarai hosszabb utat tesznek meg a sűrűbb levegőben, mint amikor a Nap a zenitben látszik. A látott színek nem tiszta spektrumszínek, hanem a napfény színének olyan módosulatai, amelyekből a vörös, a sárga és a zöld színek többé-kevésbé hiányzanak. A telítettséget növeli a Földről a légkörbe szórtan visszaverődő napfény újabb szóródása a levegő molekuláin.” *Természet Világa 1986/7.*

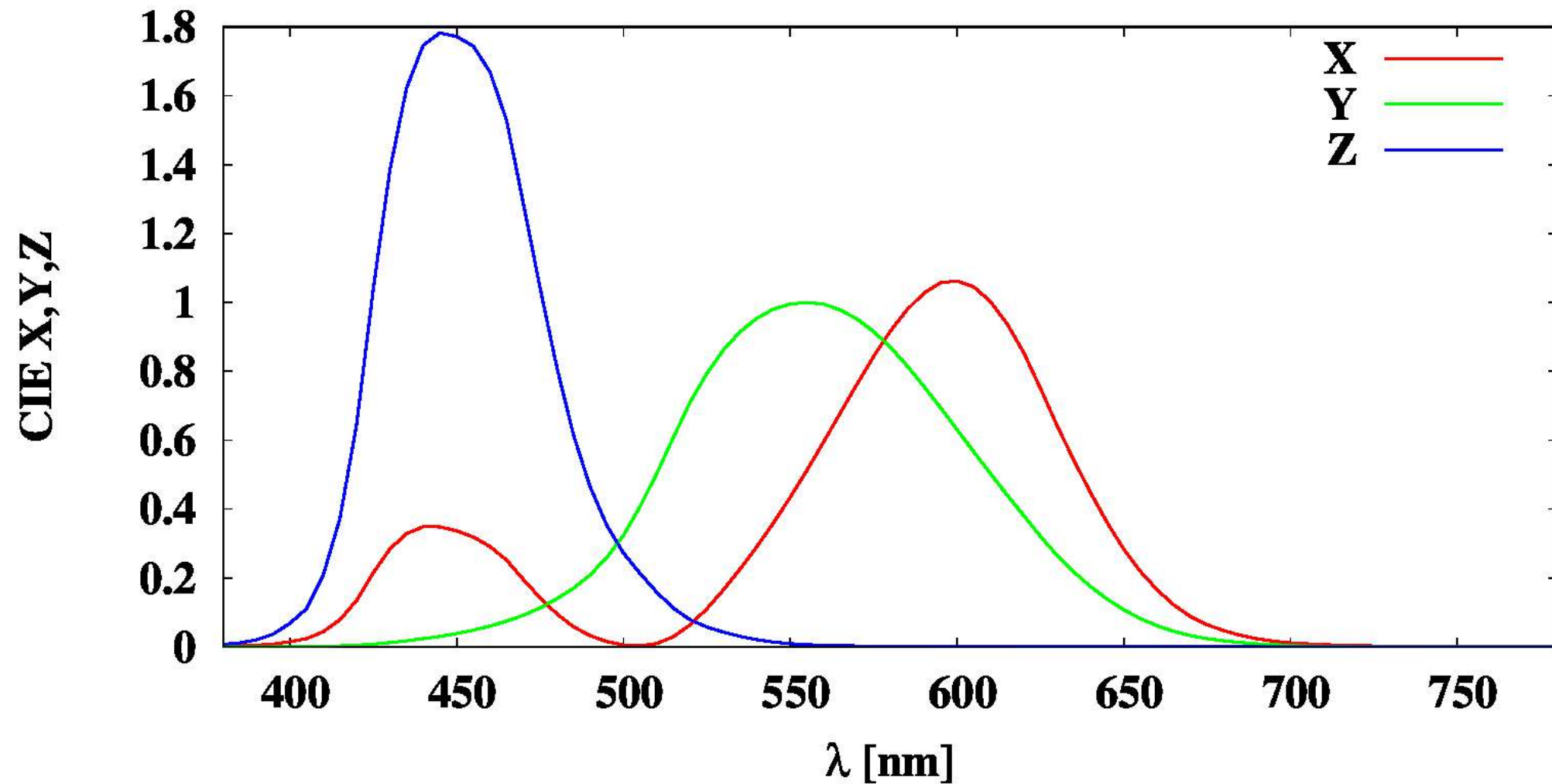
Az égbolt kék színe

“Csupán a Rayleigh-szórást figyelembe véve az égboltnak ibolyakéknek kellene lennie, hiszen a látható spektrumban az ibolyaszín hullámhossza a legrövidebb. Azonban a levegőnek, különösen pedig a benne levő vízgőznek erős abszorpciója van az ibolyakéket is magában foglaló keskeny intervallumban, ezért elsősorban a szórt fény kék komponense jut le a Föld felszínére.”

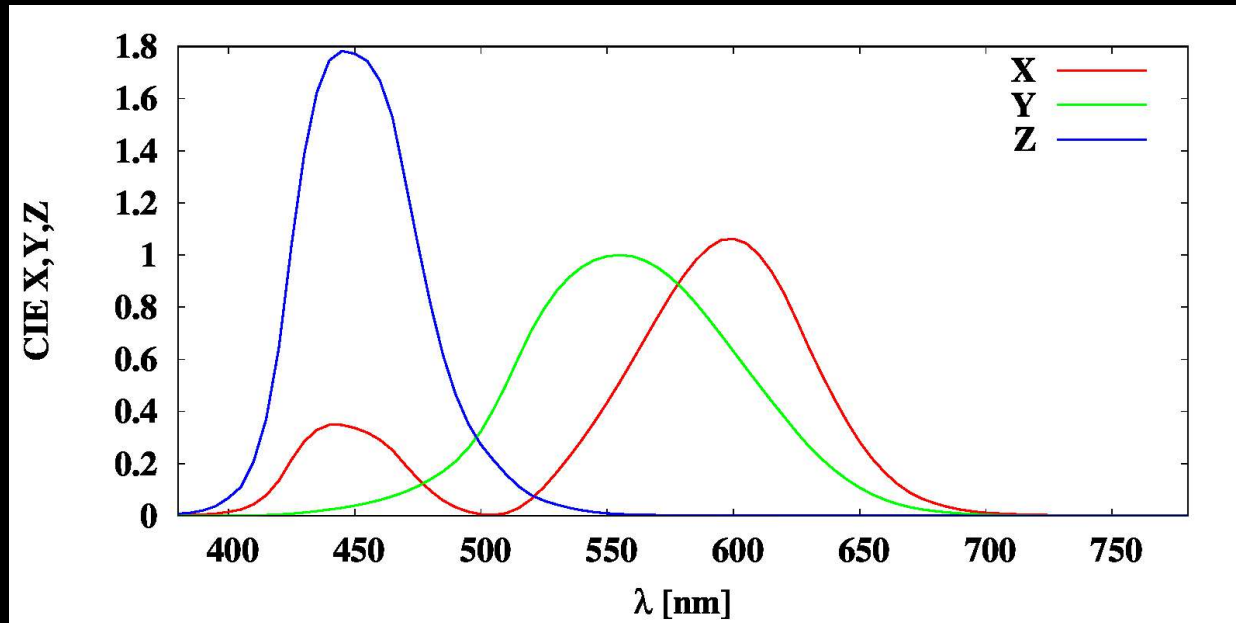
Természet Világa 1986/7.

Igaz vagy hamis?

Mik a színek?

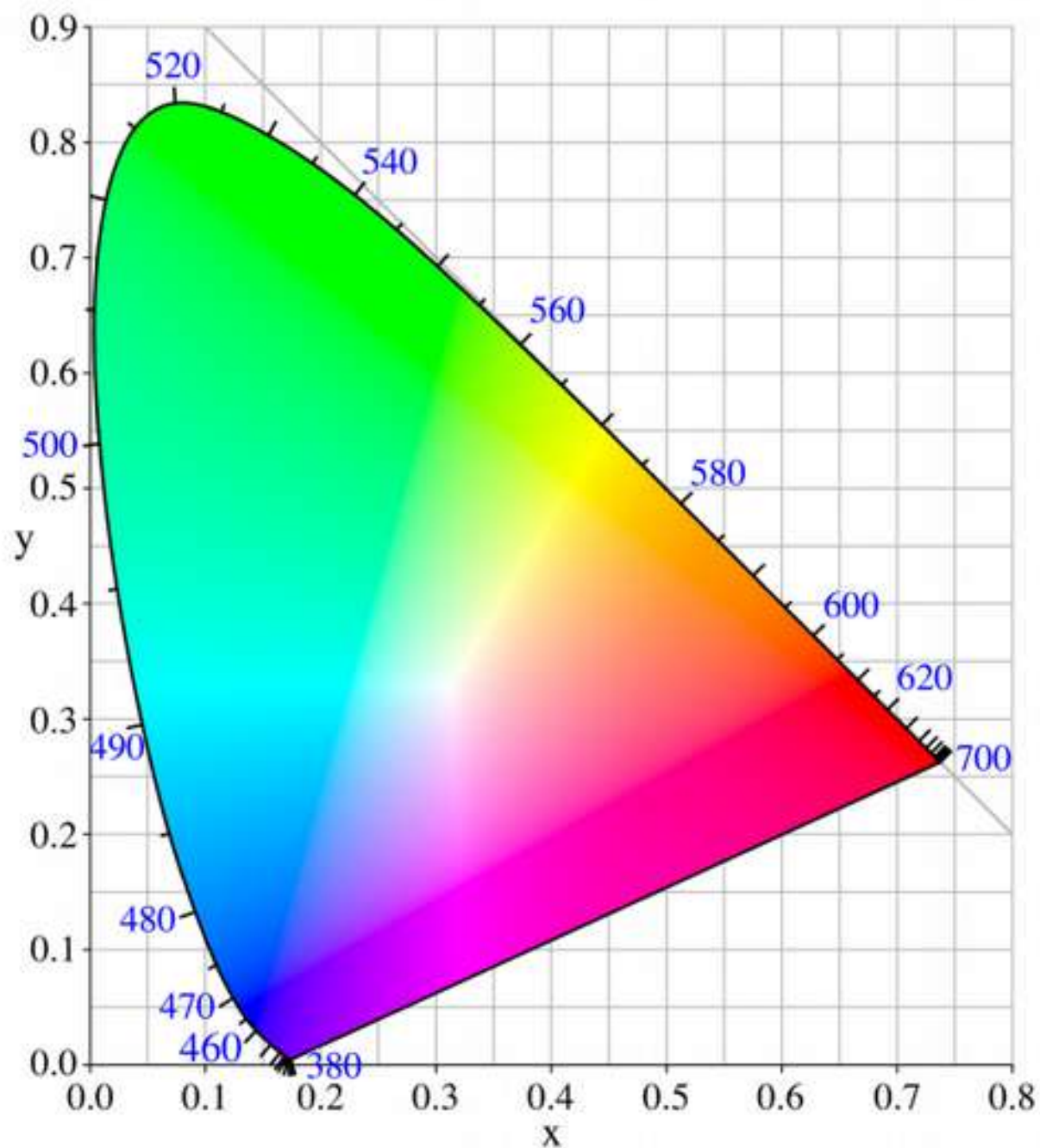


Mik a színek?



$$\begin{aligned}R &= 2.0414 X - 0.5649 Y - 0.3447 Z \\G &= -0.9693 X + 1.8760 Y + 0.0416 Z \\B &= 0.0134 X - 0.1184 Y + 1.0154 Z\end{aligned}$$

Mik a színek?

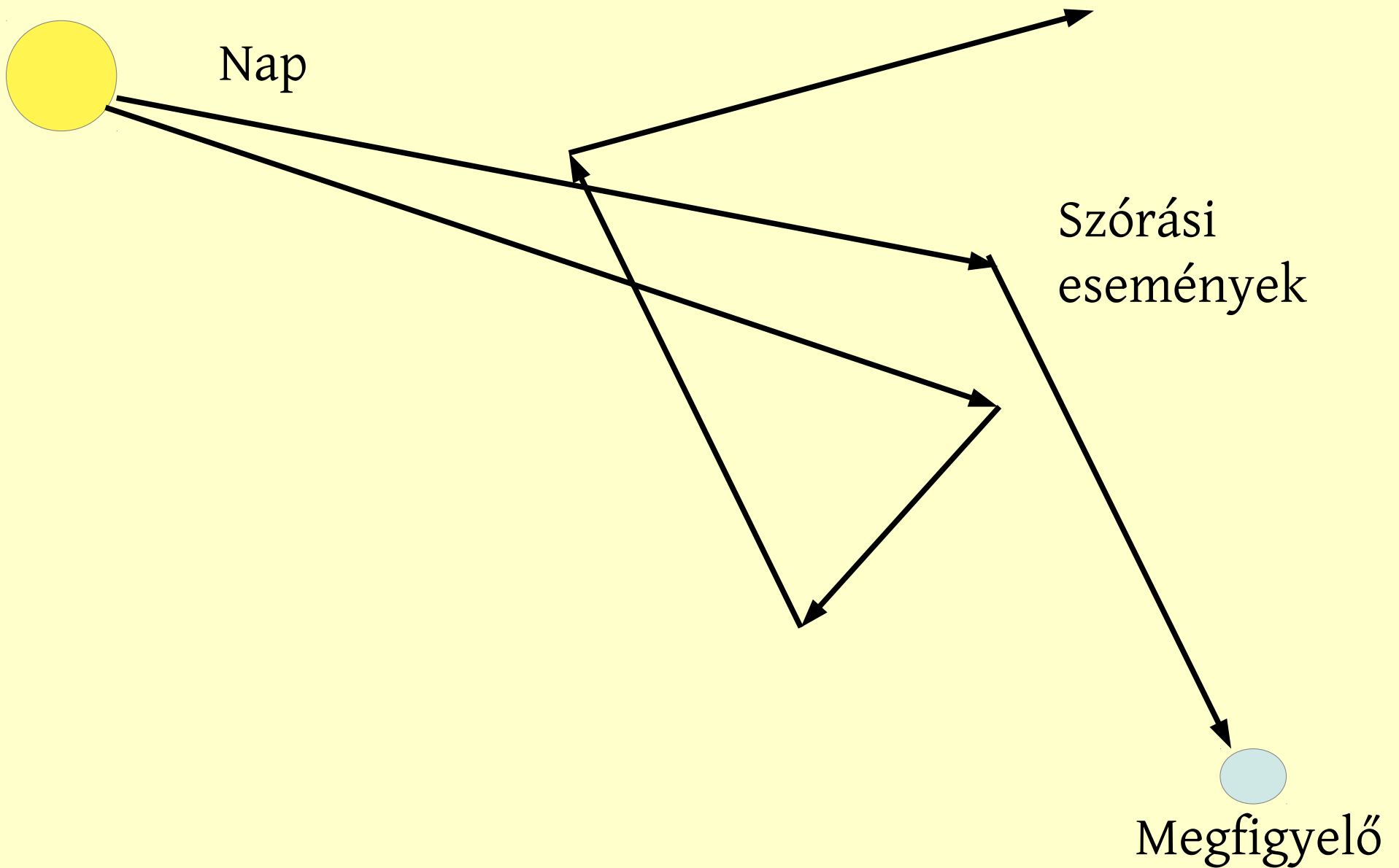


Az ég kékje

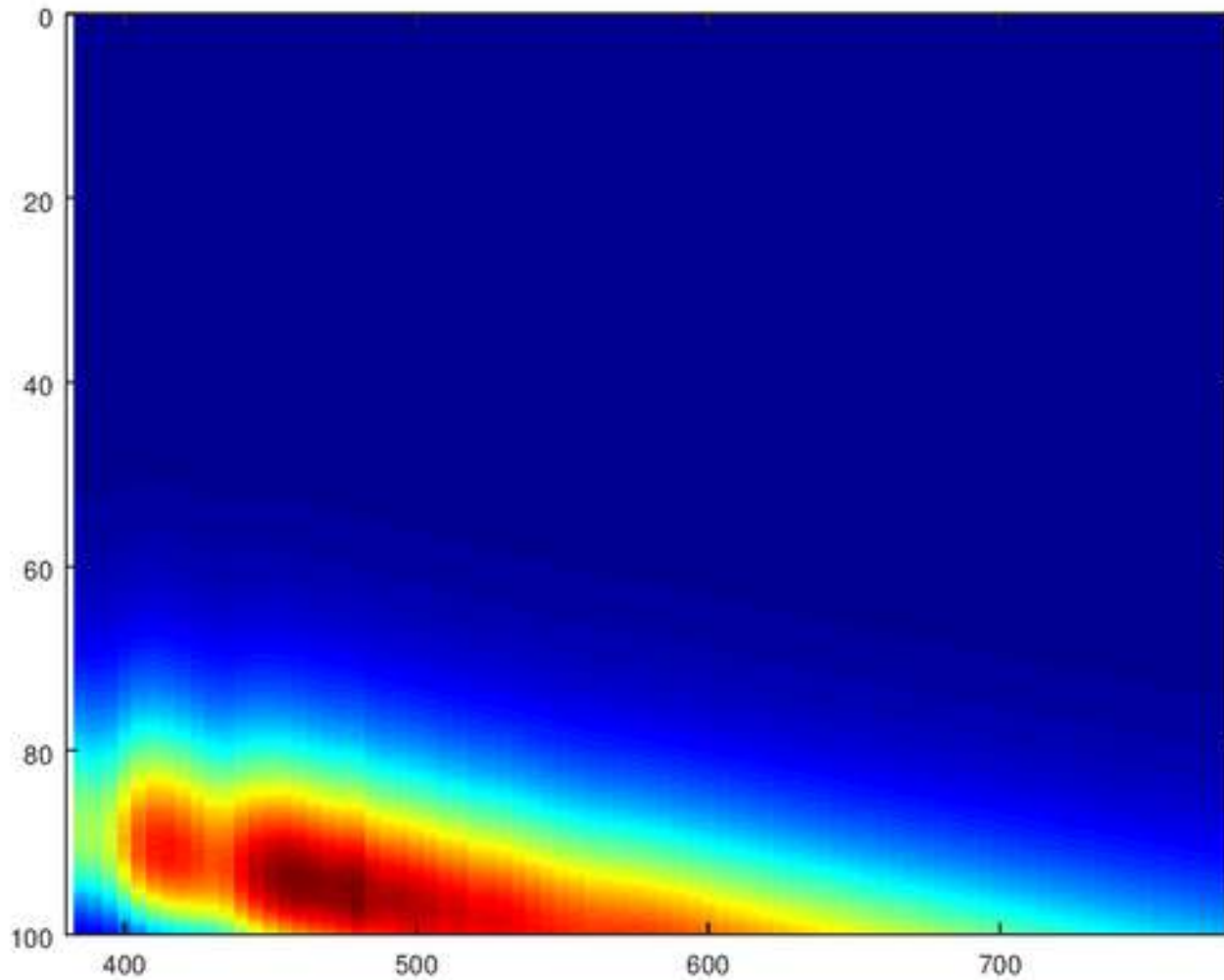
Fény szóródása a molekulákon:

$$\sim 1/\lambda^4$$

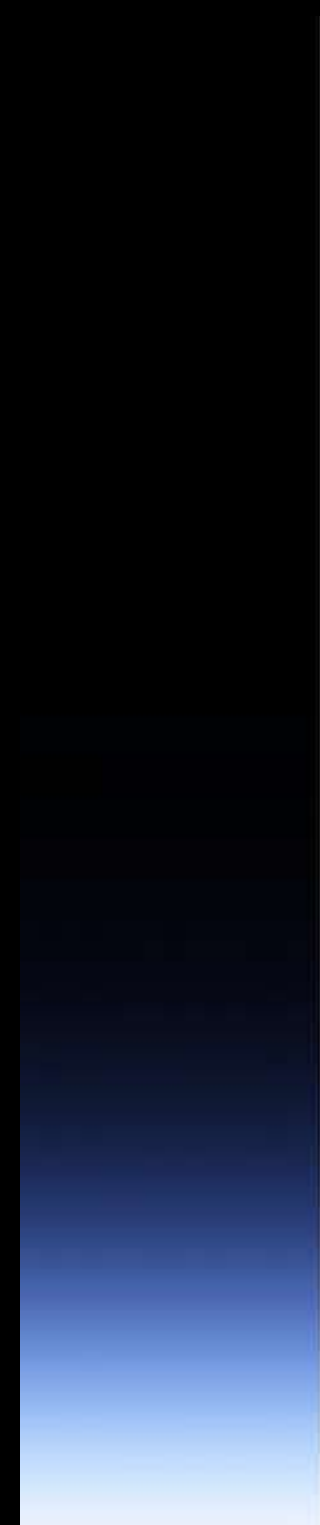
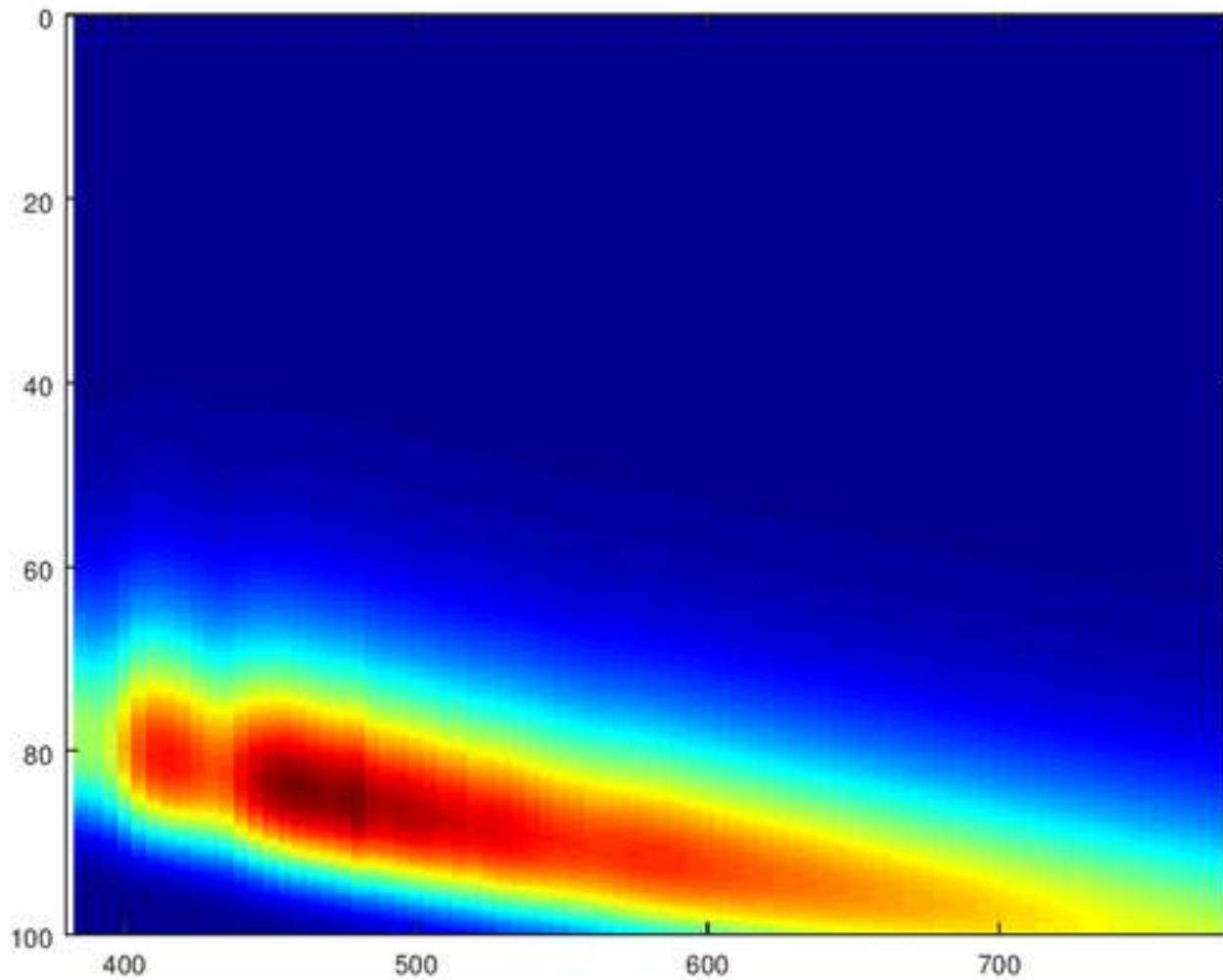
Fényszórás



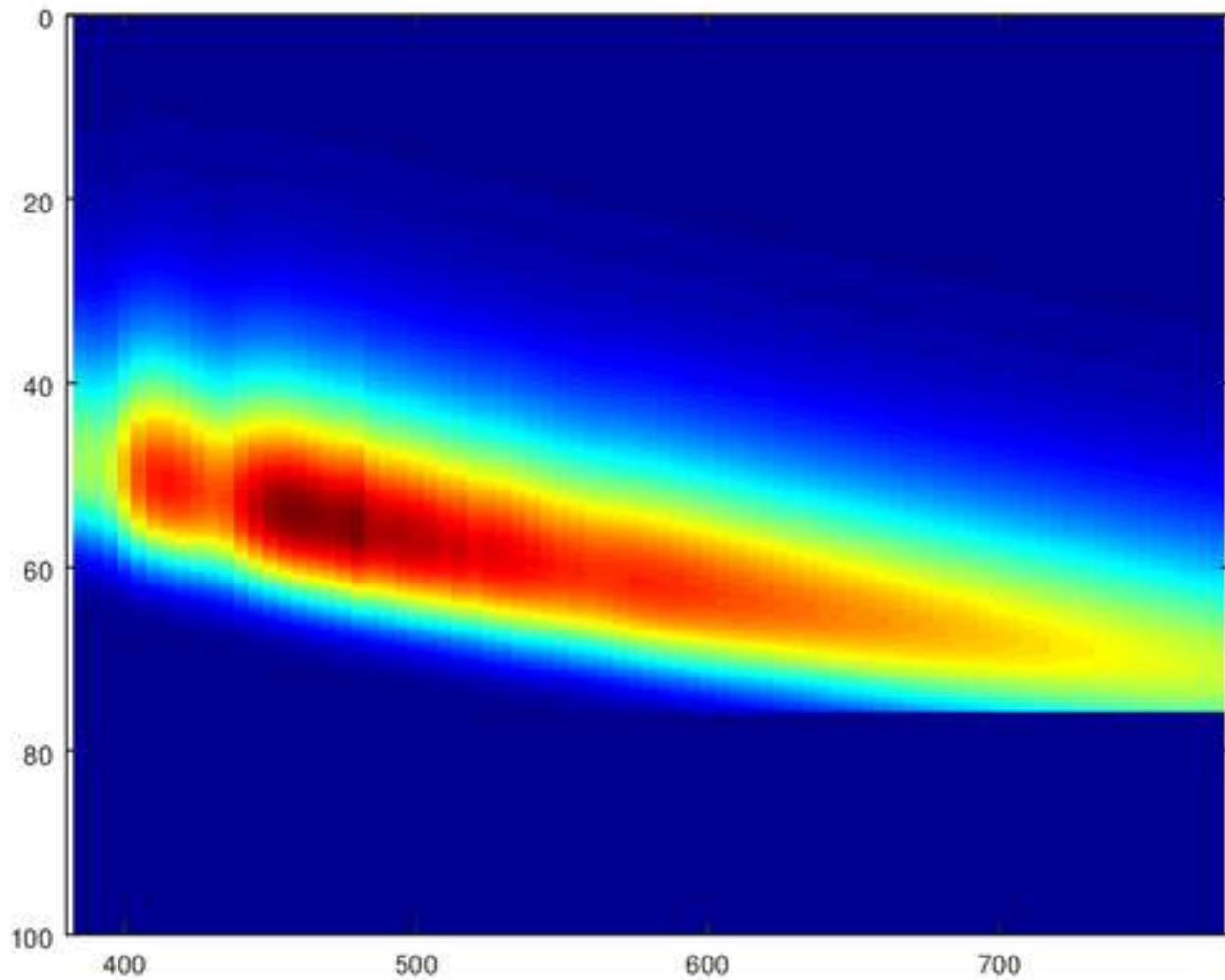
A zenit kékje, $h_{\text{Nap}} = 5^\circ$



A zenit kékje, $h_{\text{Nap}} = 0^\circ$



A zenit kékje, $h_{\text{Nap}} = -5^\circ$

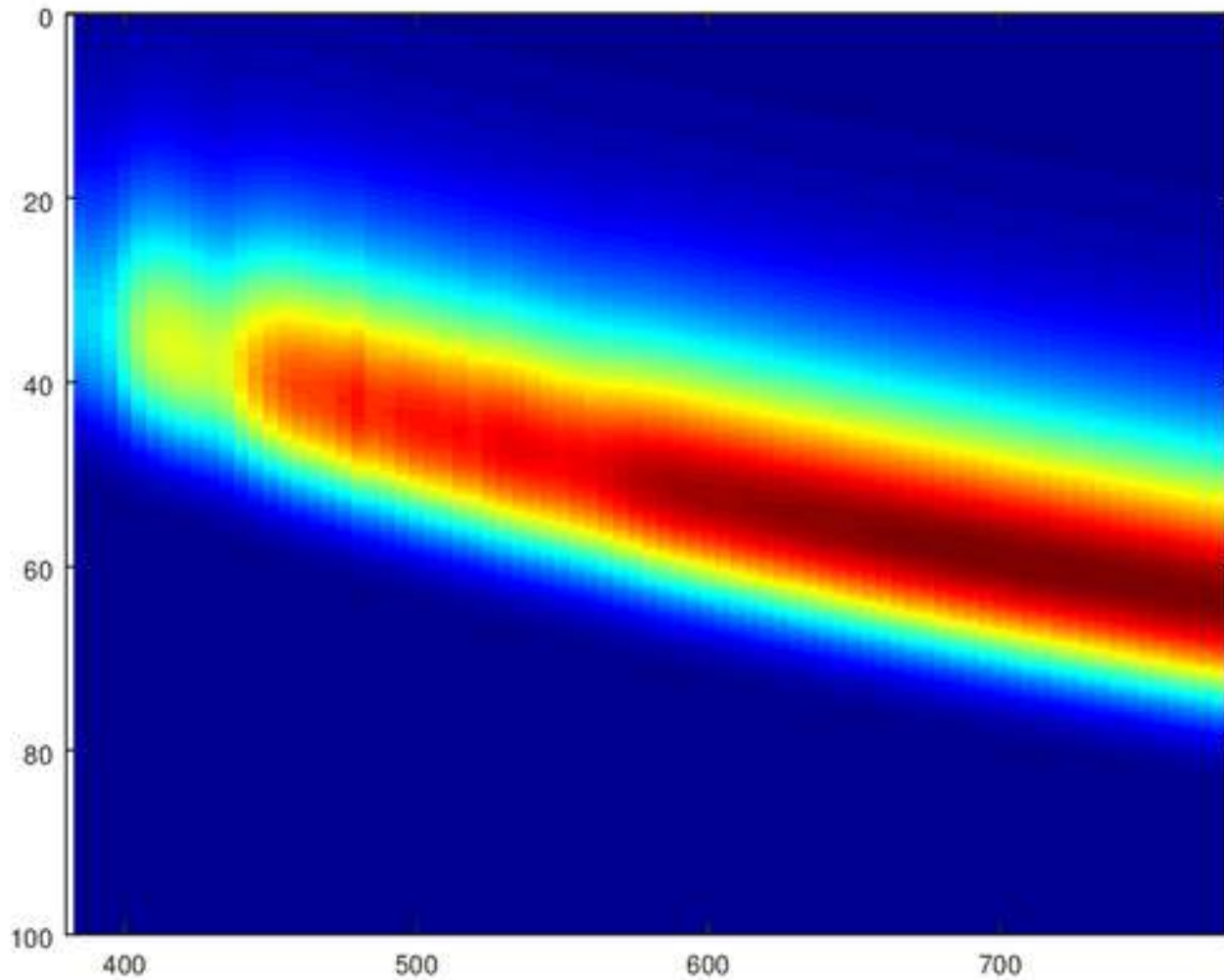


Mi a helyzet a Vénuszon?

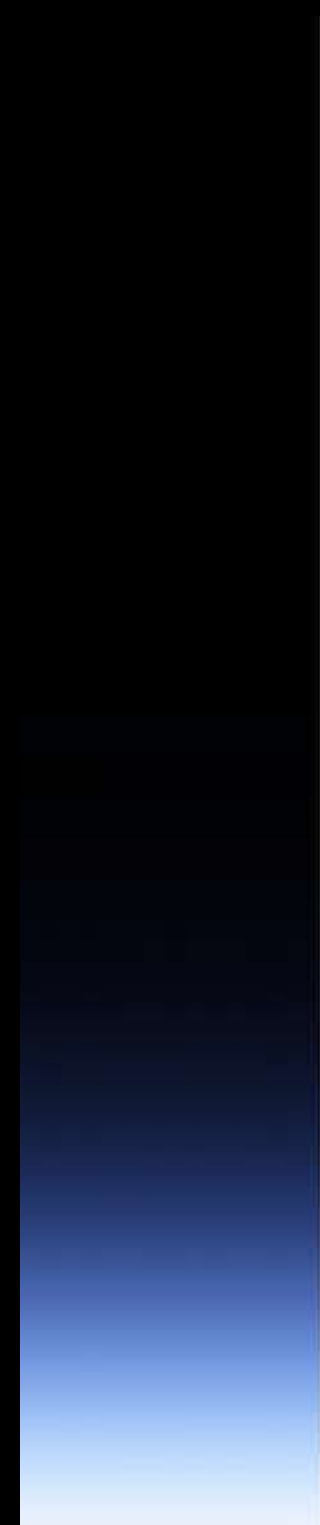
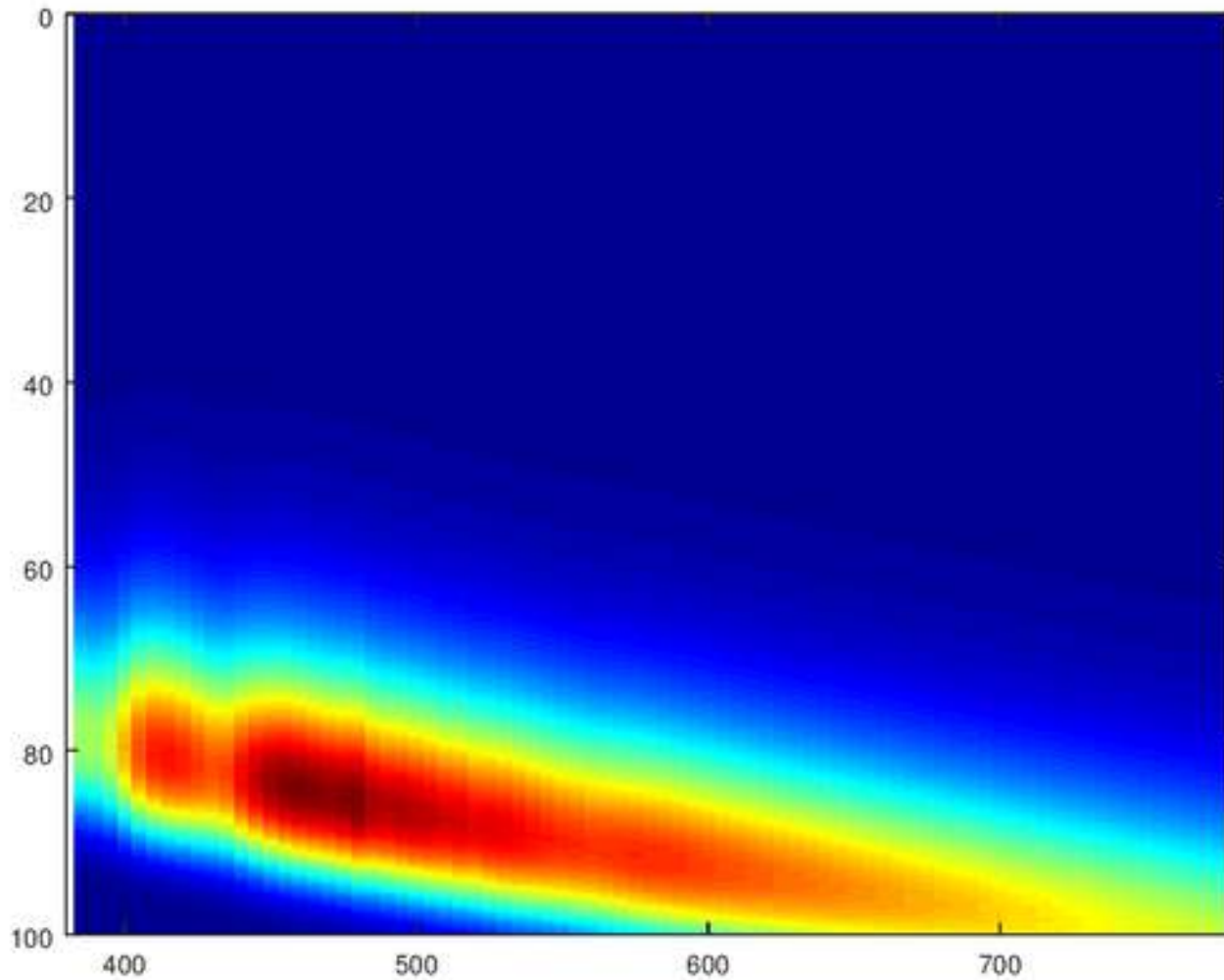
“...felhőtakaró hiányában az erőteljes fényszóródás érdekes színeffektusokat okozhat. A jóval erősebb Rayleigh-szórás miatt a Földön megszokottnál jóval intenzívebb kék lenne az égbolt, s a naplemente vörös színárnyalata is szokatlanul mélynek és erősnek tünne.” *Természet Világa 1986/6.*

Igaz vagy hamis?

“Vénusz”: a zenit kékje, $h_{\text{Nap}} = 0^\circ$



Föld: a zenit kékje, $h_{\text{Nap}} = 0^\circ$





Éjszakai tájkép









Az éjszakai égbolt láthatósága

Csillagok ezrei

Tejút

Állatövi fény / Gegenshein

Légkörfény

Sarki fény







Zselici Csillagoségbolt-park – 2014

Állatövi fény

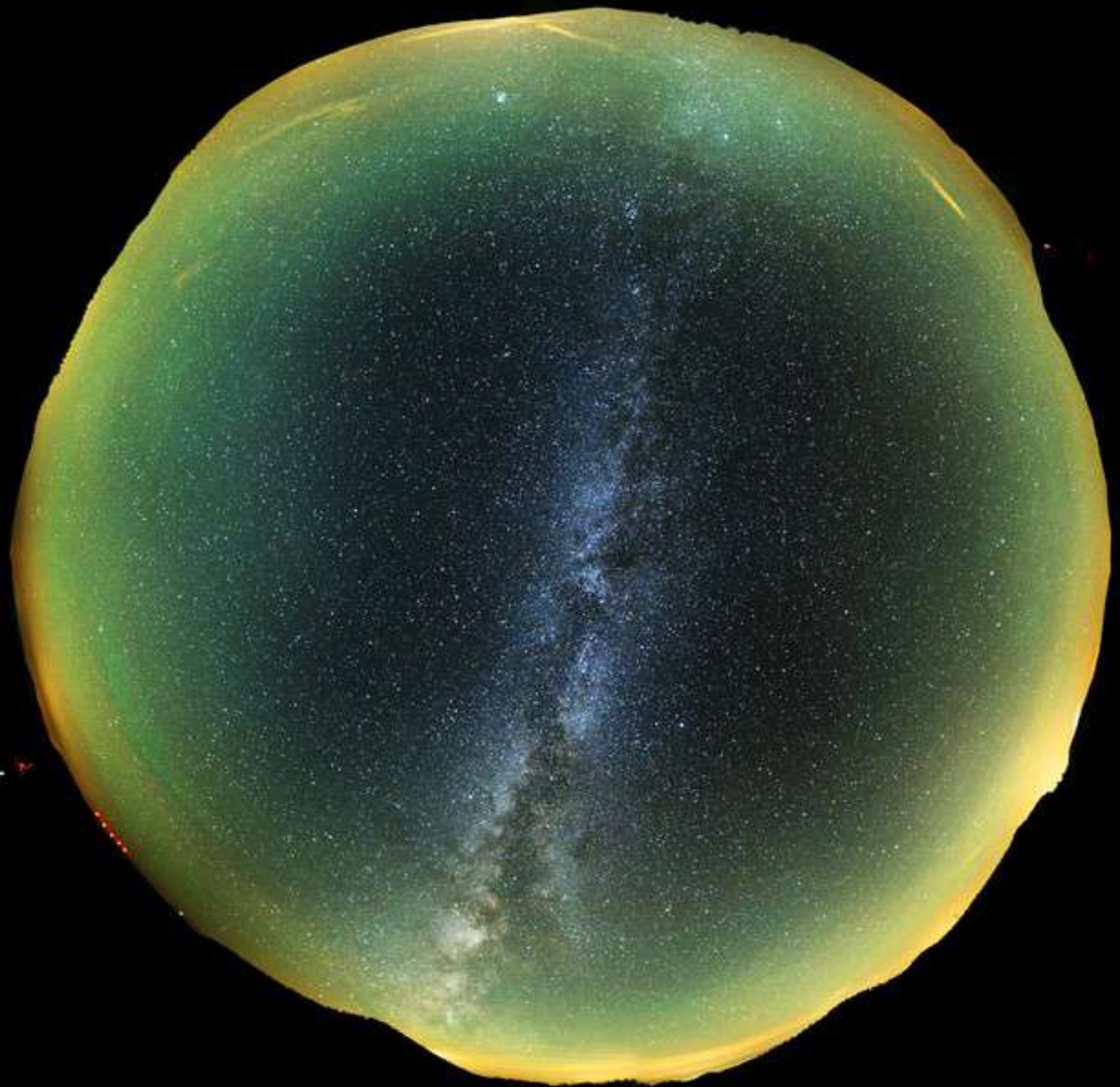


Gegenschein



Légekörfény (Pádis)



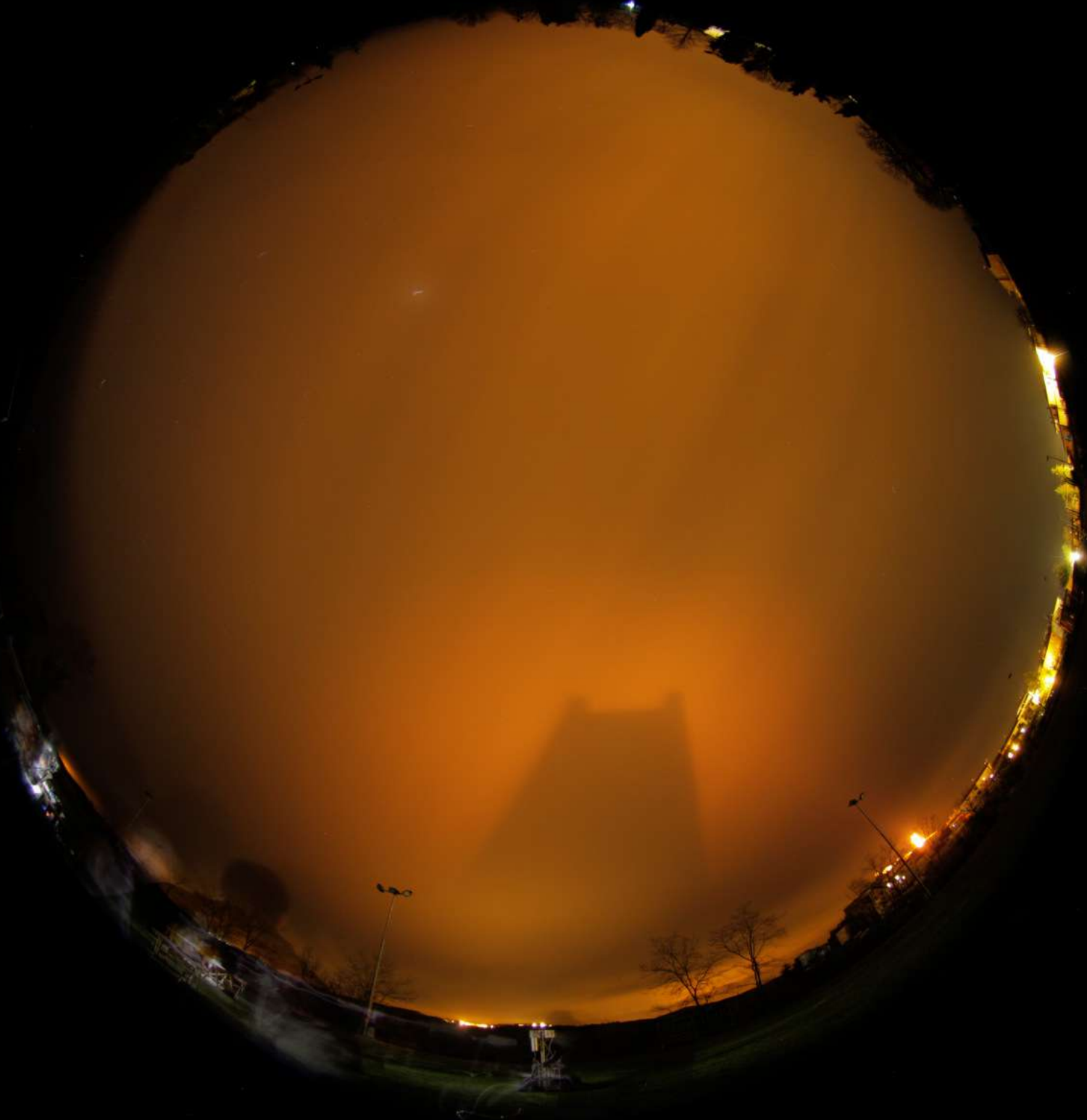


Sarkifény a Zselicben





Perseidák a 80 perc alatt – Zselic 2016









Égbolt minőség

Műholdas felvételek



Űrfotometrián alapuló fényszennyezés térképek
(Falchi et al. 2016)

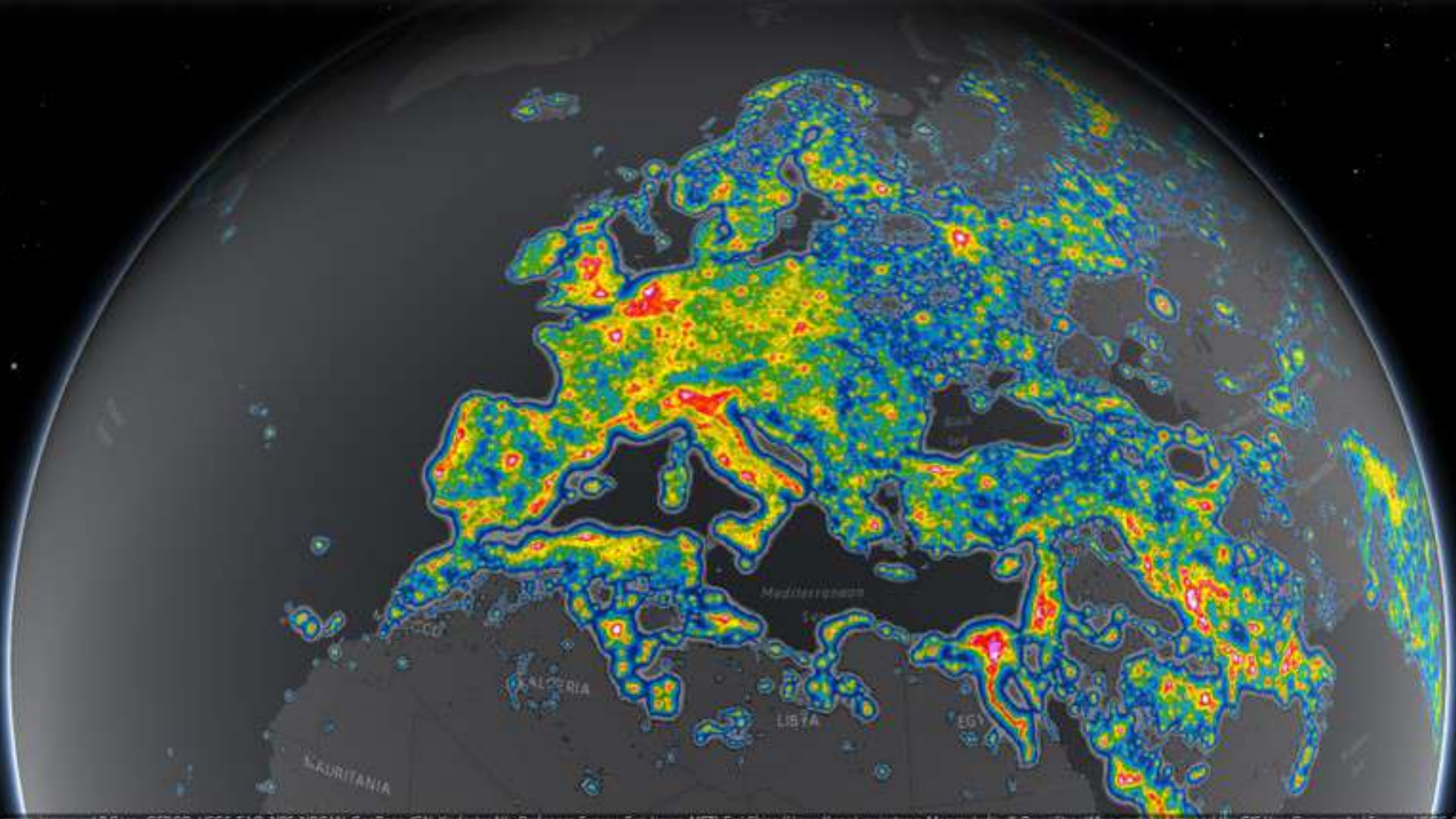
“Black marble”



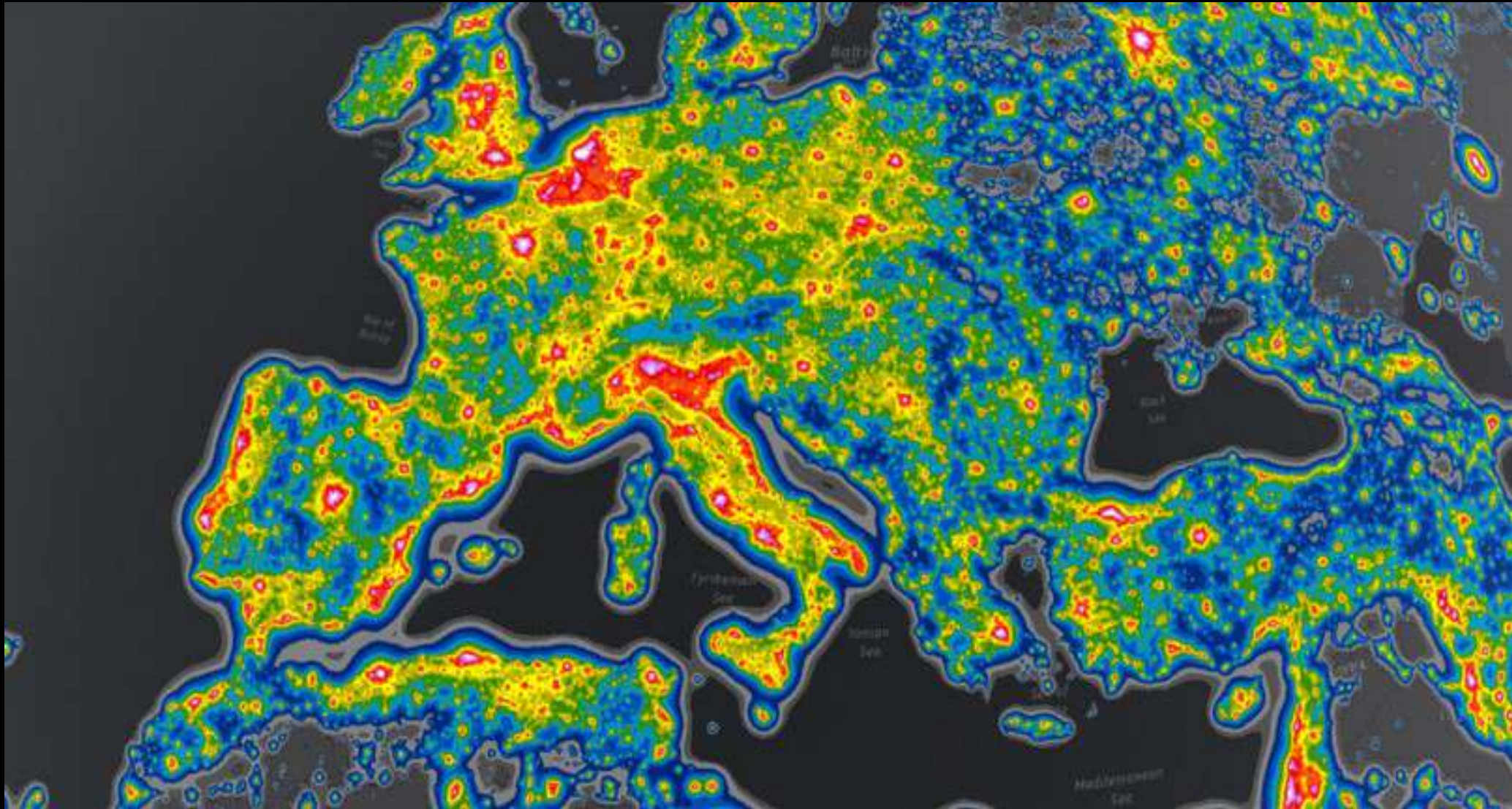
“Black marble”



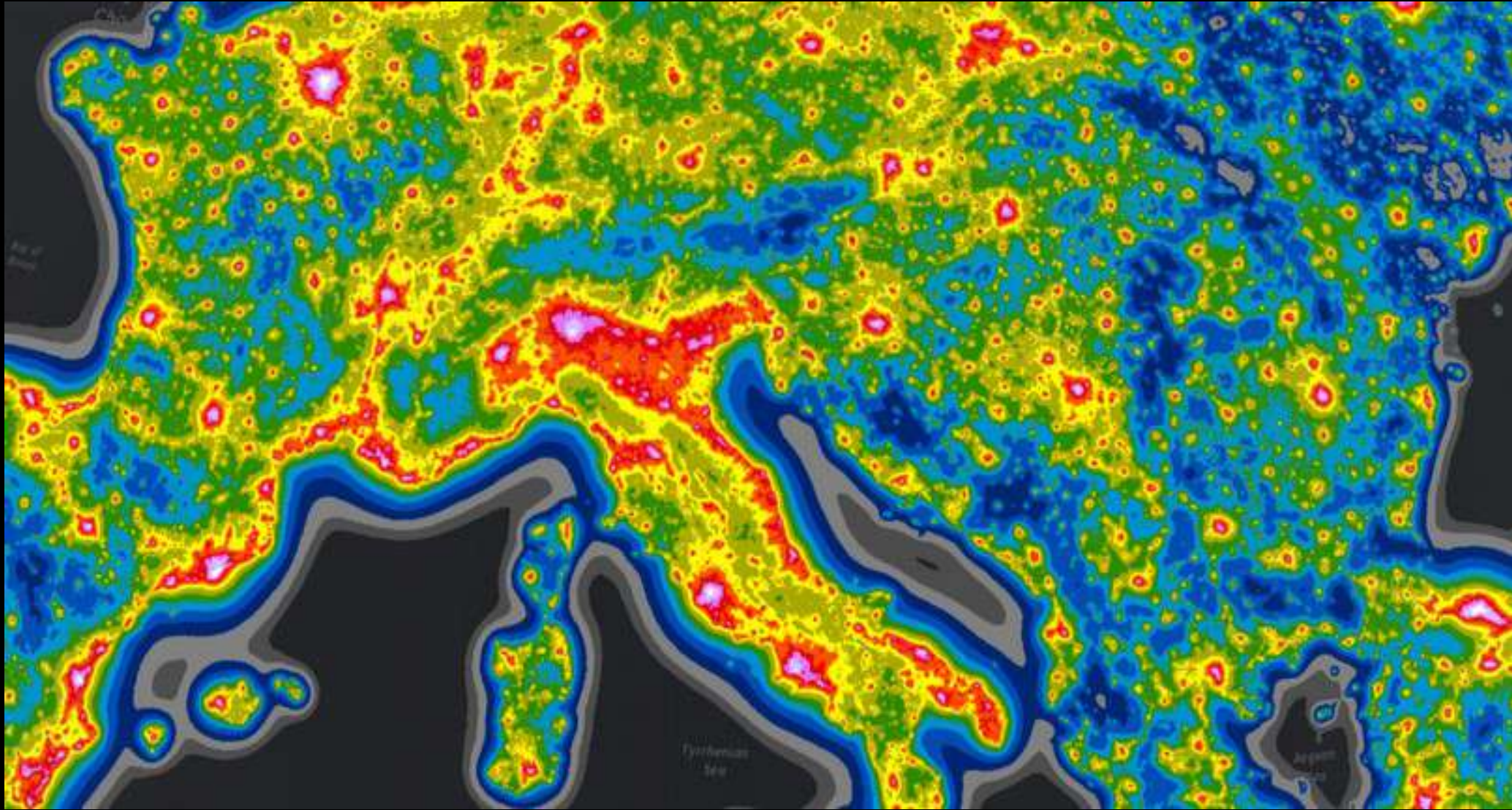
Source: Falchi et al. 2016
www.arcgis.com



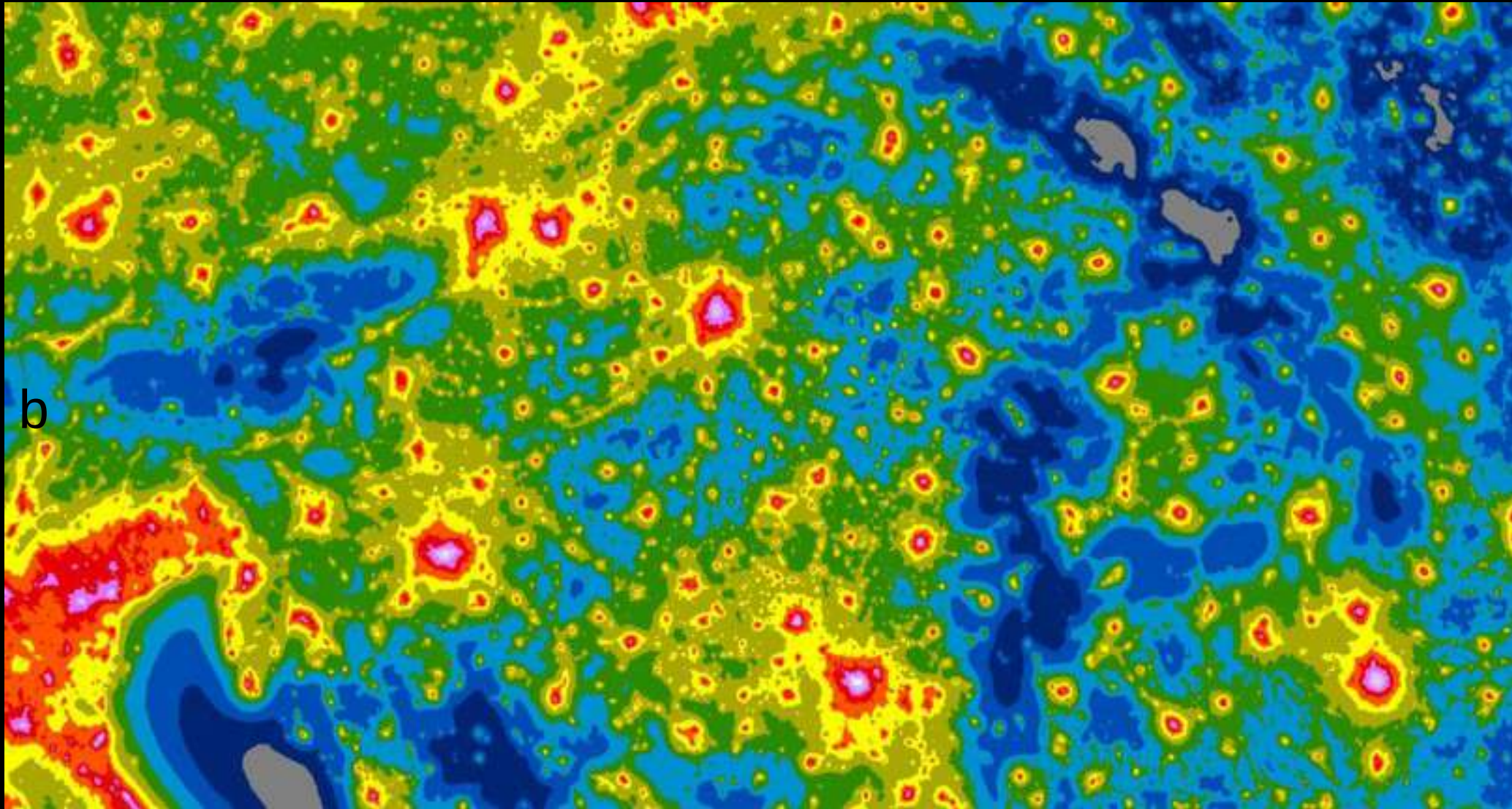
Source: Falchi et al. 2016
www.arcgis.com



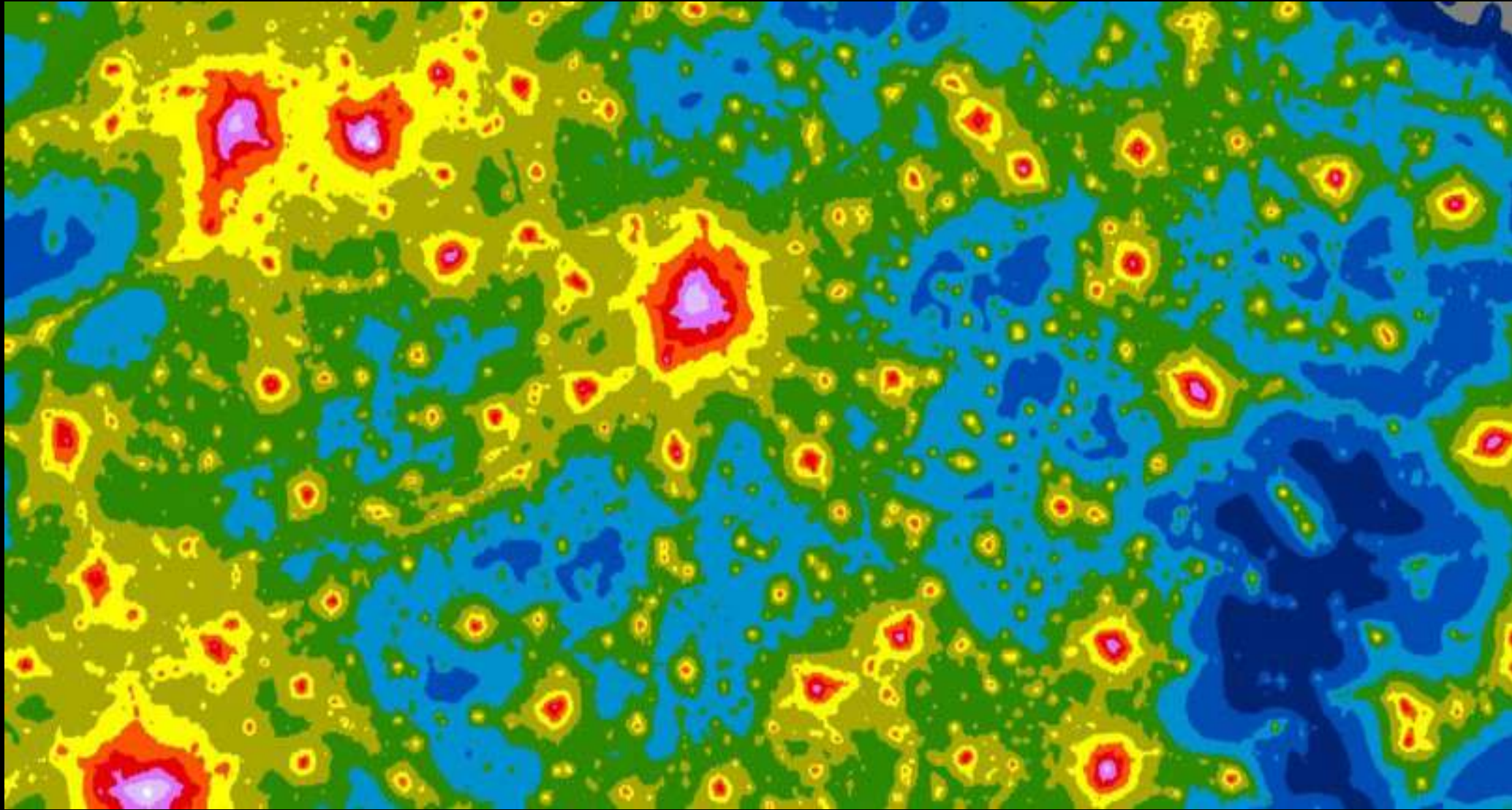
Source: Falchi et al. 2016
www.arcgis.com



Source: Falchi et al. 2016
www.arcgis.com



Source: Falchi et al. 2016
www.arcgis.com



Növekvő éjszakai fények



Mi a fényszennyezés?

Törvényi szabályozás

Az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet (OTÉK) módosítása:
211/2012. [VII. 30.] Korm. rendelet,
Magyar Közlöny 2012. 103.

Törvényi szabályozás

Fényszennyezés: olyan mesterséges zavaró fény, 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.”

Törvényi szabályozás

53. § (1) bekezdése j) pontja:

„Az építményt és részeit, az önálló rendeltetési egységet, helyiséget úgy kell megvalósítani, ehhez az építési anyagot, épületszerkezetet, beépített berendezést és vezetékhalózatot úgy kell megválasztani és beépíteni, hogy a környezet higiéniáját és a rendeltetésszerű használok egészségét ne veszélyeztesse

...

(j) fényszennyezés.”

Törvényi szabályozás

OTÉK 54. § (2) bekezdése helyébe a következő rendelkezés lép:

Az építmény megvilágítását, a köz- és díszvilágítást, a fényreklámot és a hirdetőberendezést úgy kell elhelyezni és kialakítani, hogy a fényhatás

a) az építmény és a helyiségek, valamint a környezet rendeltetésszerű és biztonságos használatát ne akadályozza,

b) a közlekedés biztonságát ne veszélyeztesse,

c) az emberi egészséget és a környezetet ne károsítsa, és

d) fényszennyezést ne okozzon.”

Gyorsabban nő mint...

- A Föld népessége
- A teljes energia fogyasztás
- CO₂ kibocsátás
- A Föld teljes gazdasági terméke



Napjaink veszélye

- Nátrium lámpa → LED
- Növekvő kék emisszió
- Olcsóbb fény → még több fény



NEWS

[Home](#)[Video](#)[World](#)[UK](#)[Business](#)[Tech](#)[Science](#)[Stories](#)[Entertainment & Arts](#)[Health](#)[World News TV](#)[More](#)[Science & Environment](#)

Light pollution: Night being lost in many countries

By Victoria Gill
Science reporter, BBC News

22 November 2017



Share



Top Stories

Thousands stranded by airport power cut

2 hours ago

Trump denies he plans to fire Mueller

6 hours ago

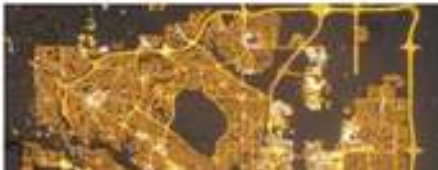
Murder team to probe billionaire deaths

6 hours ago

Features

These Energy-Saving Bulbs Are Making One Pollutant Much Worse

Though energy-efficient, bright rays from LEDs are contributing to a host of human and animal problems.





REUTERS

World

Business

Markets

Politics

TV



Search



Myanmar

Venezuela

Net Neutrality

The Trump Effect

North Korea

Moments of Innovation

Media

Energy & Environment

Cyber Risk

Investigates

More

#ENVIRONMENT NOVEMBER 22, 2017 / 9:43 PM / 25 DAYS AGO

The future looks bright: light pollution rises on a global scale

Will Dunham

3 MIN READ



WASHINGTON (Reuters) - The world is getting brighter, but scientists say that may not be a good thing.

SPONSORED





Növekvőben bolygónk fényszennyezettsége

2017. 11. 24. 14:14 MTI [Környezetvédelem](#) [Közélet](#) [Mozaik](#)



A Föld éjszakai mesterséges megvilágítású felszínének fényessége és kiterjedése évente 2 százalékkal növekedett 2012 és 2016 között – állapították meg kutatók műholdas adatok alapján.

A Christopher Kyba, a potsdami Német Geotudományos Kutatóközpont munkatársa vezette nemzetközi kutatócsoport a Science Advances című tudományos lapban mutatta be eredményeit.

A műholdas felvételek alátámasztották azt a félelmet, hogy a Föld egyre világosabbá válik. Évente

LEGFRISSEBB

09:20 | PÉNZÜGY

Erősödött a BUX

09:16 | GAZDASÁG

Magyarország elindult a digitális átalakulás útján

09:07 | KERESKEDELEM

Tovább nőtt a hazai boltok forgalma

08:45 | TŐZSDE

Pozitív korrekció kezdődött a budapesti tőzsdén

08:38 | PÉNZÜGYI HÍREK



Minden, ami VIDEÓ:
Sztárok, gasztro, sport,
érdekességek itthonról és a



AKTUÁLIS

SZTÁRVILÁG

A TOJÁS A CSODA!

SPORT

BLIKK TV

KARÁCSONY

BLIKK RÚZS

GEO

EROTIKA

GALÉRIA

-0.9 °C

Legfrissebb! | Blikk-esték | Le a náthával! | Foodyny | PotyaUtas | Autó | 18+ | Recepttár | TV-MŰSOR | Időjárás | Horoszkóp

Hétfő

GEO - Egyre világosabb éjjelenként a Föld – de ennek ne örüljünk

Egyre világosabb éjjelenként a Föld – de ennek ne örüljünk

2017. nov. 28. 16:41

CSAPOSLAJOS

FEJLŐDŐ ORSZÁGOK

LED-FÉNYEK

FÉNYSZENNYEZETTSÉG

TERMÉKAJÁNLÓ



Ámulatba ejt: íme a titokzatos magyar csoda tó, milliók keresik fel évente, elmondjuk miért (x)



A nagyi legfinomabb receptjei, a legújabb karácsonyi praktikák egy helyen. Adventi naptárunk minden nap új meglepetést hoz neked



Mi történhetett? Döbbenetesen olcsón kaphatunk szállást az ország egyik leggyönyörűbb helyén (x)

ENVIRONMENTAL SCIENCES

Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent

Christopher C. M. Kyba,^{1,2*} Theres Kuester,¹ Alejandro Sánchez de Miguel,^{3,4†} Kimberly Baugh,⁵ Andreas Jechow,^{1,2} Franz Hölker,² Jonathan Bennie,⁶ Christopher D. Elvidge,⁷ Kevin J. Gaston,⁸ Luis Guanter¹

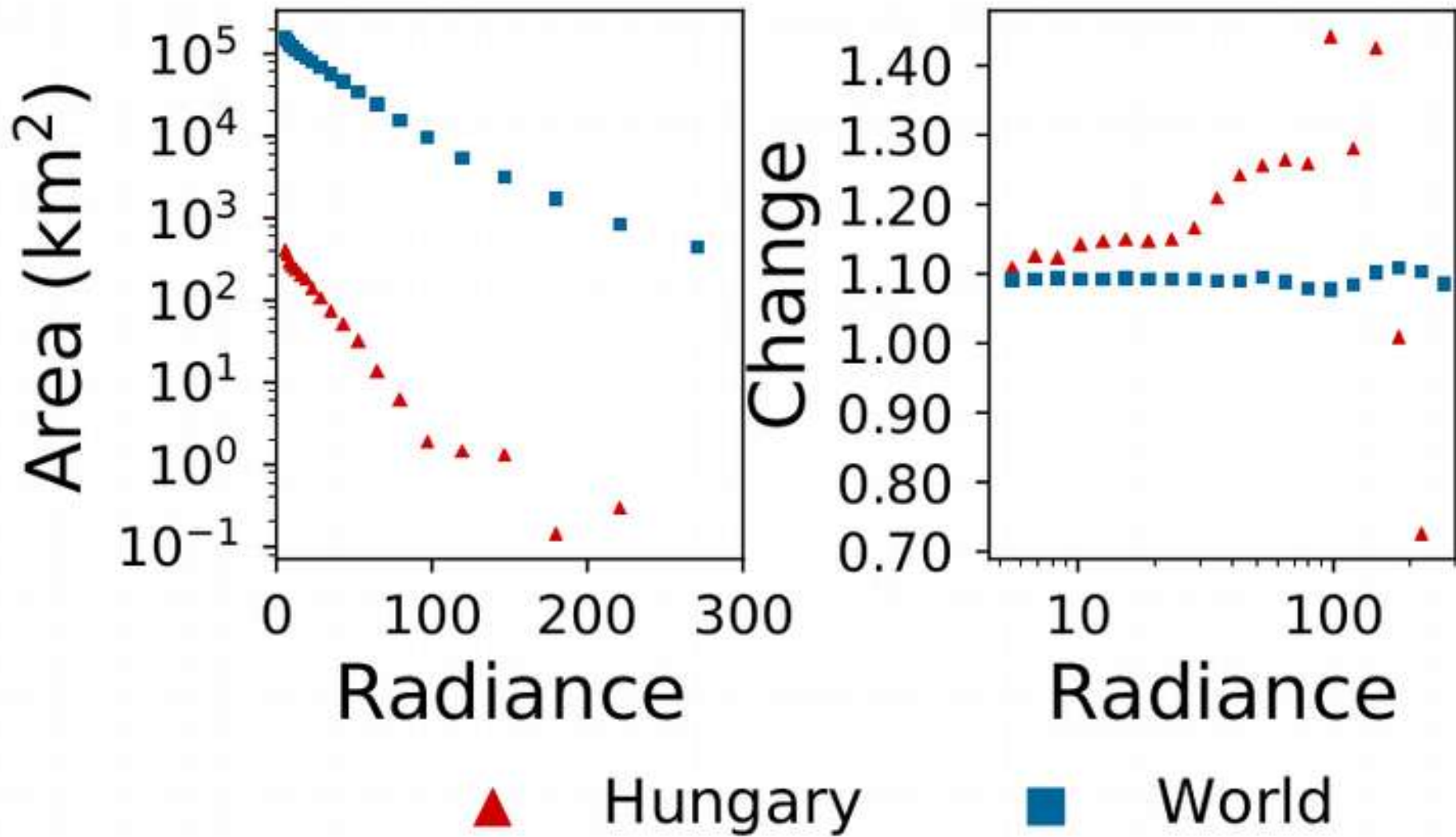
A central aim of the “lighting revolution” (the transition to solid-state lighting technology) is decreased energy consumption. This could be undermined by a rebound effect of increased use in response to lowered cost of light. We use the first-ever calibrated satellite radiometer designed for night lights to show that from 2012 to 2016, Earth’s artificially lit outdoor area grew by 2.2% per year, with a total radiance growth of 1.8% per year. Continuously lit areas brightened at a rate of 2.2% per year. Large differences in national growth rates were observed, with lighting remaining stable or decreasing in only a few countries. These data are not consistent with global scale energy reductions but rather indicate increased light pollution, with corresponding negative consequences for flora, fauna, and human well-being.

INTRODUCTION

Continued improvement in the luminous efficacy of light sources and increases in gross domestic product (GDP) have resulted in tremendous growth in artificial light use over several centuries (*1*). Historically, lighting

has made global observations of night lights until recently. The well-known older images of Earth at night (*13*) were based on an uncalibrated sensor from a defense satellite [Defense Meteorological Satellite Program (DMSP)], which had frequent and unrecorded changes in sen-

Copyright © 2017
The Authors, some
rights reserved;
exclusive licensee
American Association
for the Advancement
of Science. No claim to
original U.S. Government
Works. Distributed
under a Creative
Commons Attribution
NonCommercial
License 4.0 (CC BY-NC).



2012-2016 változás (terület: 2014)

Biológiai órák

A természetes fény változása szinkronizálja

- Éves – havi és napi ciklusok
- Évmilliók alatt alakult ki – Az élőlények nem tudnak rövid időskálán (10-100 év) alkalmazkodni
- Daganatos betegségek növekvő kockázata (pl. a melatonin hormon termelésének elnyomása – a bioritmus fő szabályozója)

Miért baj a fényszennyezés?

Energiapazarlás

Miért baj a fényszennyezés?

Ökológiai hatások

Éjszakai fények és a rovarok



A photograph of a forest path. The path is narrow and appears to be made of dirt or small stones, winding through a dense forest. The trees are tall and thin, with green foliage. The ground is covered with green plants and fallen leaves. Yellow caution tape is strung across the path in several places, indicating a restricted area. The lighting is somewhat dim, suggesting a shaded forest environment.

Szentjánosbogarak a Zselicben





En memoria de
Luís da Costa
sz: Metzler Johanna
megh életnek 75 évvel
4 boka annyi a szobák
felgyűltén azaz 1911!

Luís da Costa
sz: Metzler Johanna
megh életnek 75 évvel
4 boka annyi a szobák
felgyűltén azaz 1911!

Luís da Costa
sz: Metzler Johanna
megh életnek 75 évvel
4 boka annyi a szobák
felgyűltén azaz 1911!

Tölgyfaszender



http://www.mischertraxler.com/projects_limited_moths.html



Madarak

- Költési időszak
 - Költőhely választás
 - Bioritmus
 - Táplálkozás
- Vonulási időszak
 - „Csapdába ejtő” fény
 - „Kényszerleszállás”
 - Ütközések kivilágított épületekkel



Zavaró fény és madarak



Denevérek – fotó: Dr. Boldogh Sándor



Teknőcök



Fajok kihalásához vezethet a felesleges fény

Halászat az Adrián...







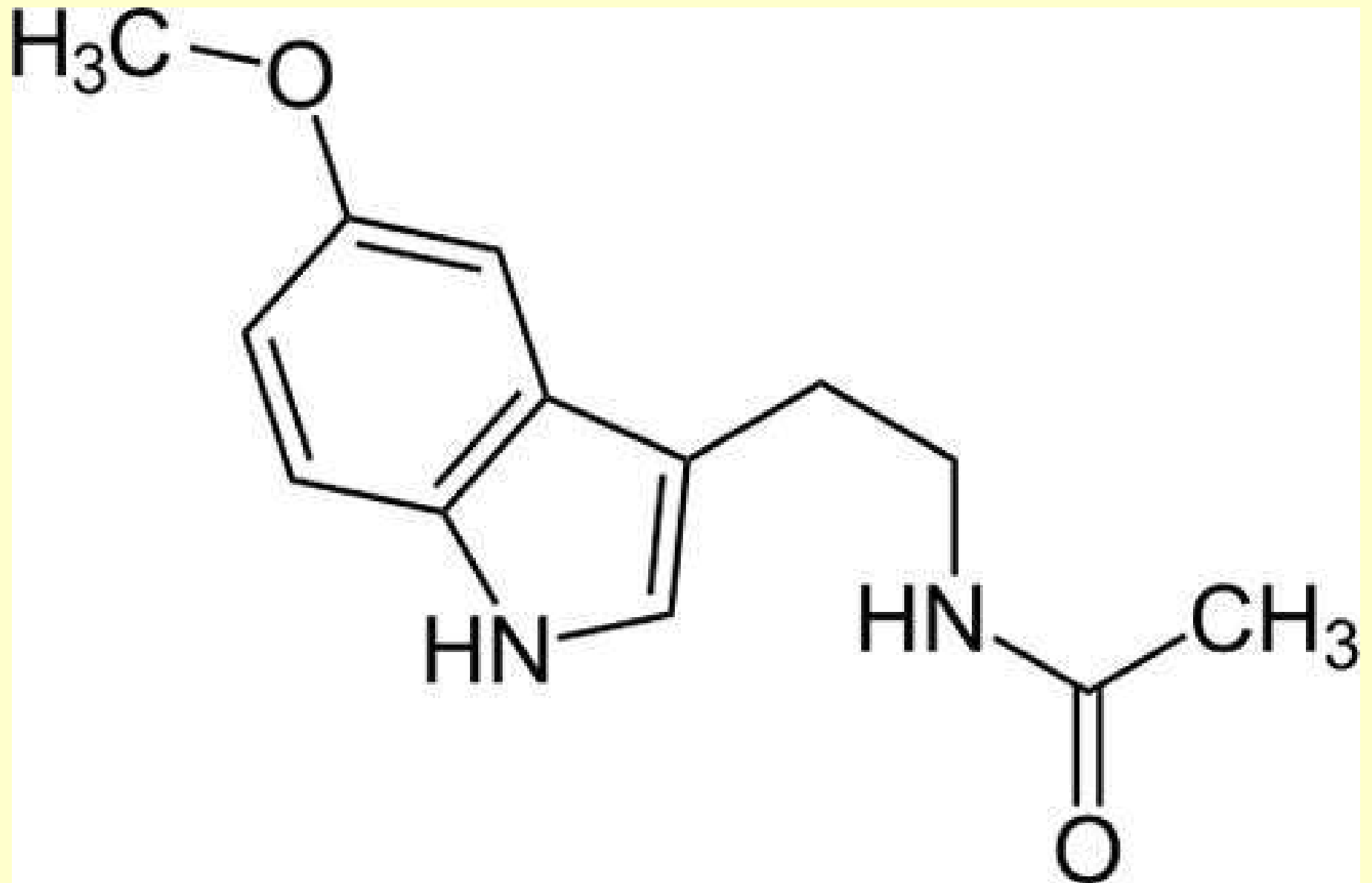
Miért baj a fényszennyezés?

**Fényszennyezés
és egészség**

Alvás, cirkadián ritmus



Melatonin



Melatonin

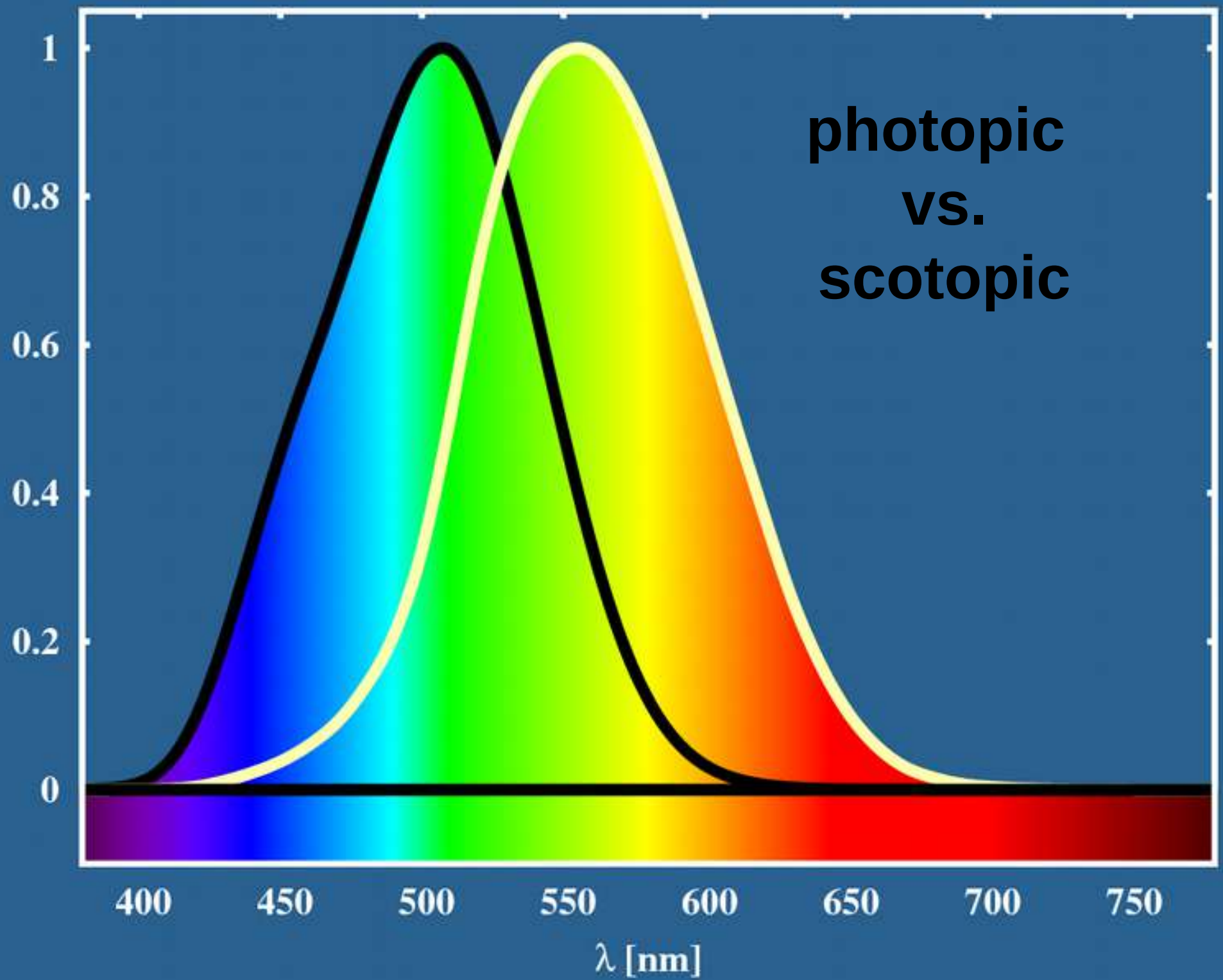
Képződés, anyagcsere:

- A tobozmirigy fő hormonja
- Normál cirkadián ritmus fenntartója
- Éjszaka képződik, sötétben, alvástól függetlenül
- Fény expozíciójára szintézise lecsökken
- Fényérzékeny retinális ganglionsejtek (RGC)
- Korral csökken a kiválasztás
- Fél életideje 30–60 perc
- 70%: → 6-szulfatoxi-melatonin; vizelettel ürül

Melatonin

Hatások:

- Alvást elősegítő és szedatív; T↓, p↓
- Immunmoduláció; – Antiproliferatív (sejtszaporodást gátló)
- Csökkenti a vér LDL- és összkoleszterin-szintjét
- Gyökfogó; aktiválja még: szuperoxid-dizmutáz, glutation-peroxidáz, kataláz
- Hormonális hatások
LH (luteinizáló hormon), kortizol,
PRL (prolaktin), inzulin;
PG (prostaglandin)

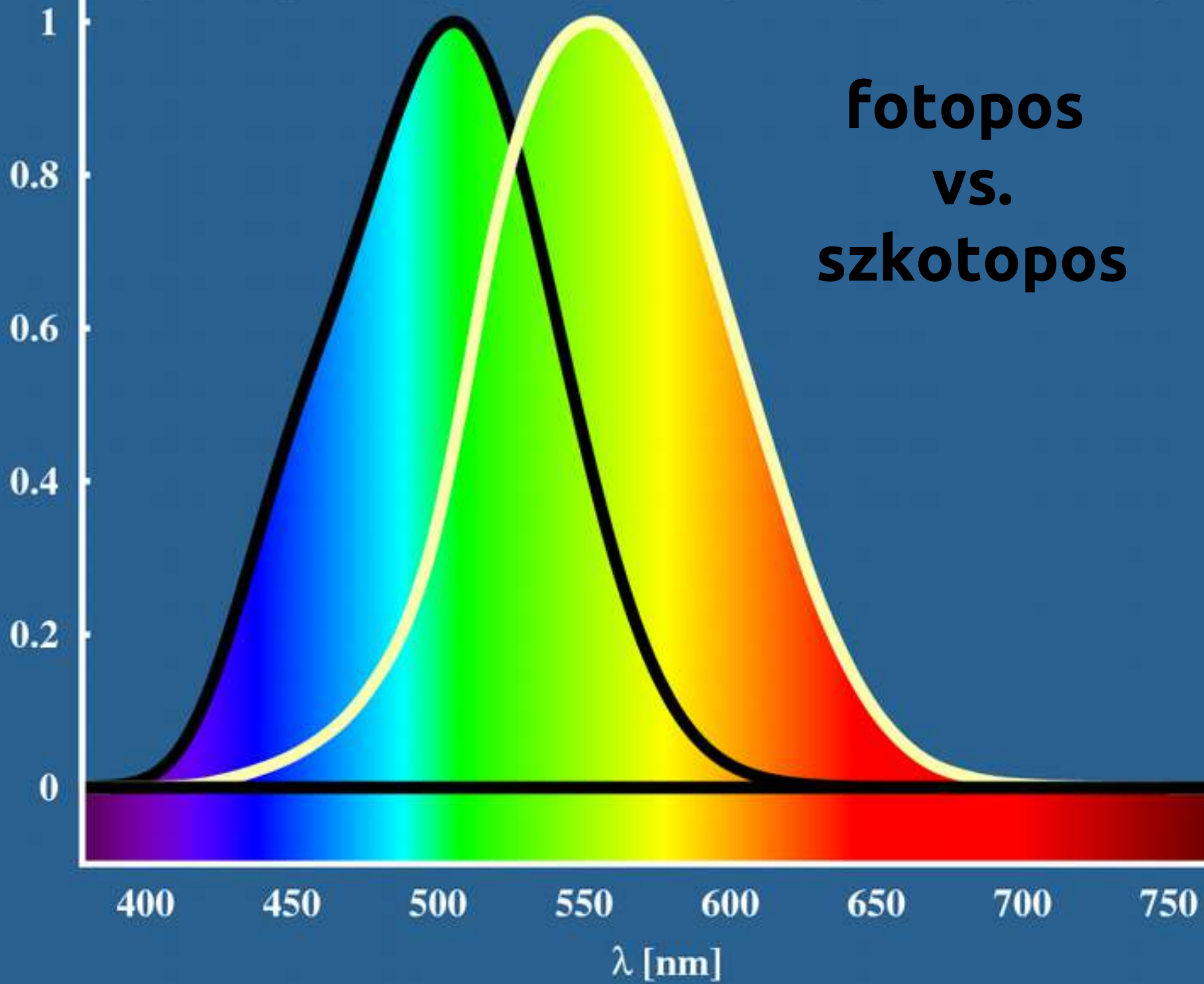


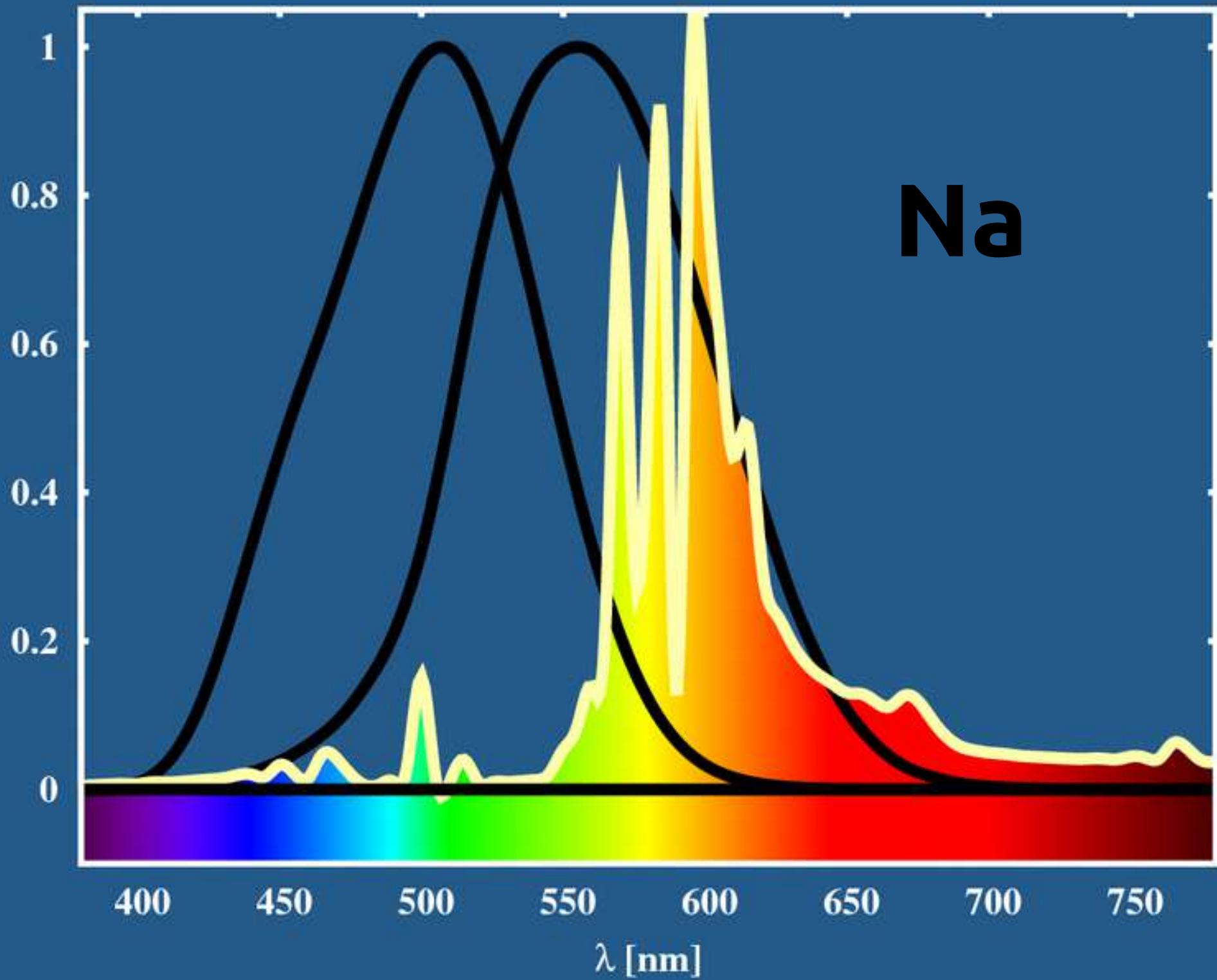
**photopic
vs.
scotopic**

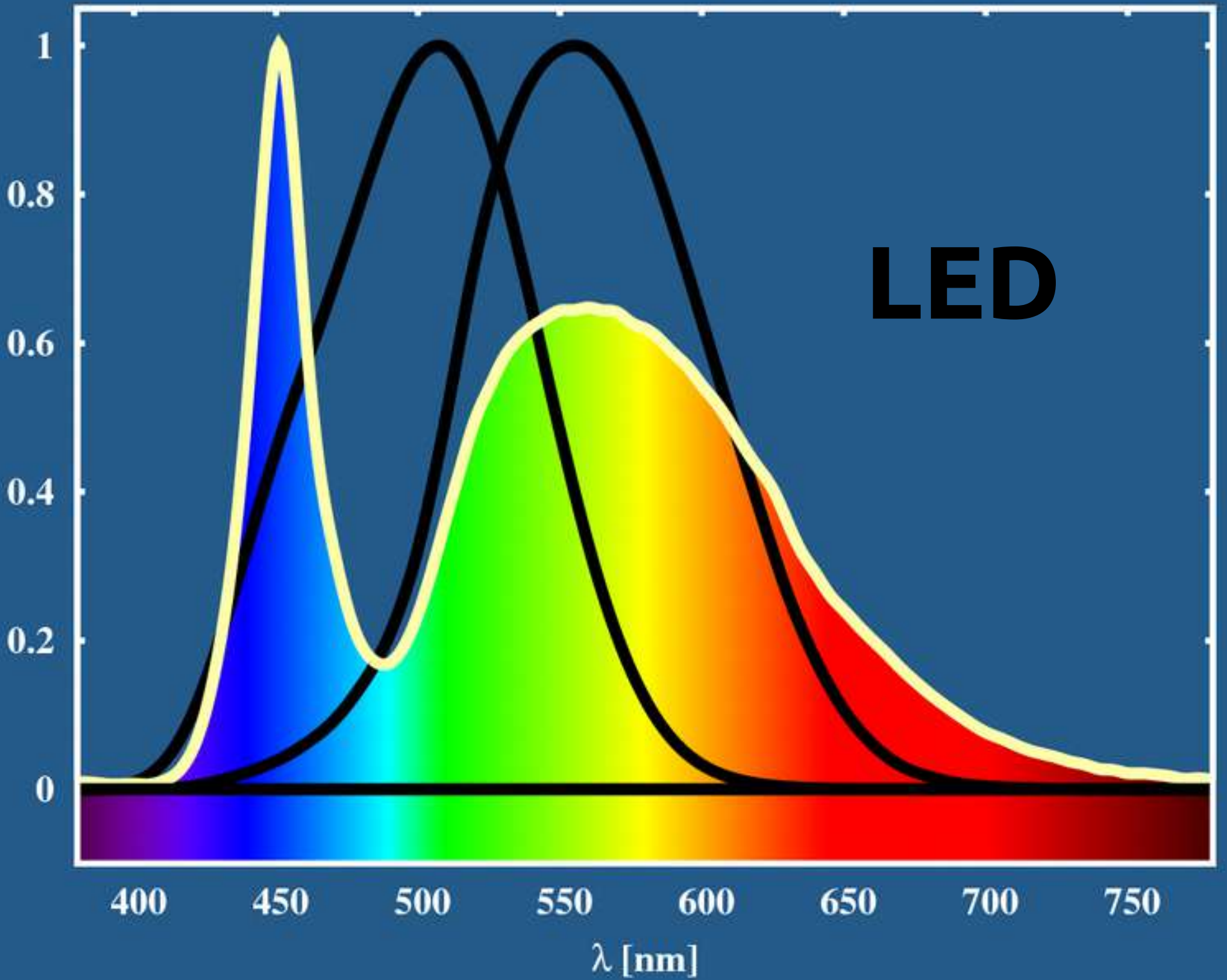




**fotopos
vs.
szkotoptos**







Háborítatlan égbolt



Na lámpa okozta égboltfénylés



LED okozta égboltfénylés



CCT 4500 K – tipikusan használatban

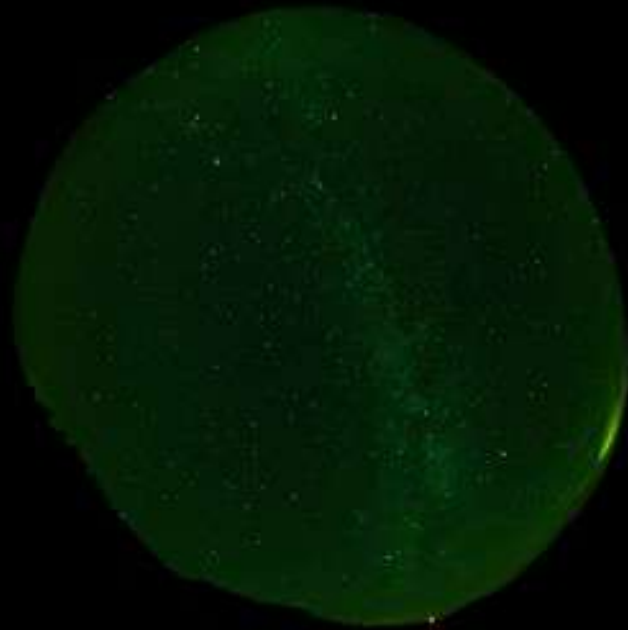
A fény mérése



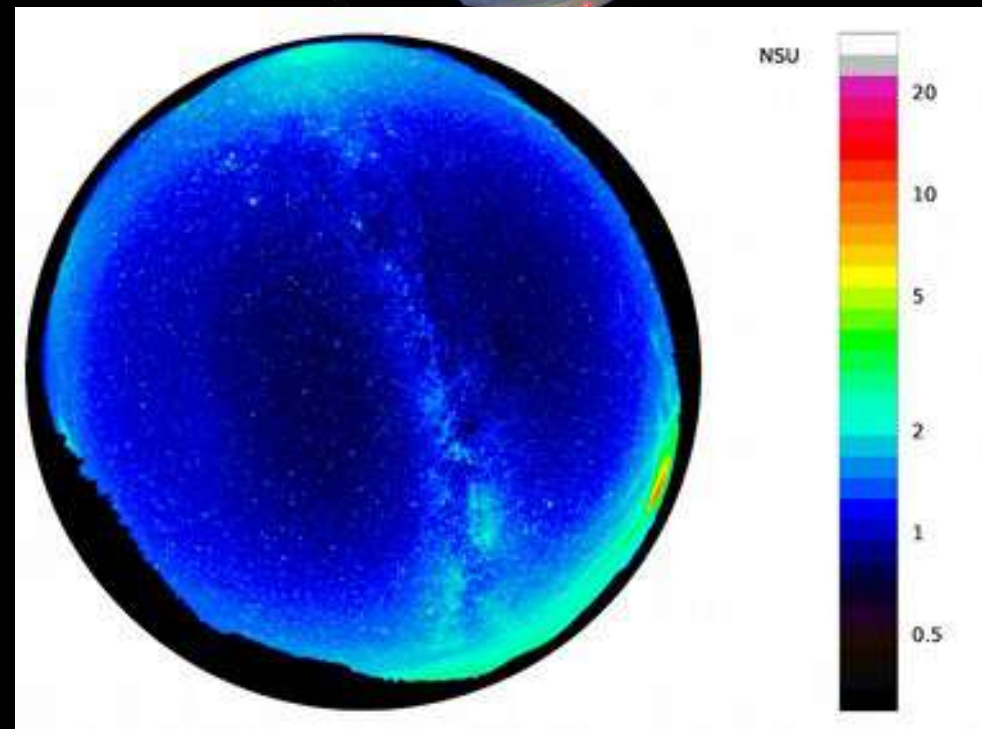
Digitális kamera mint mérőműszer

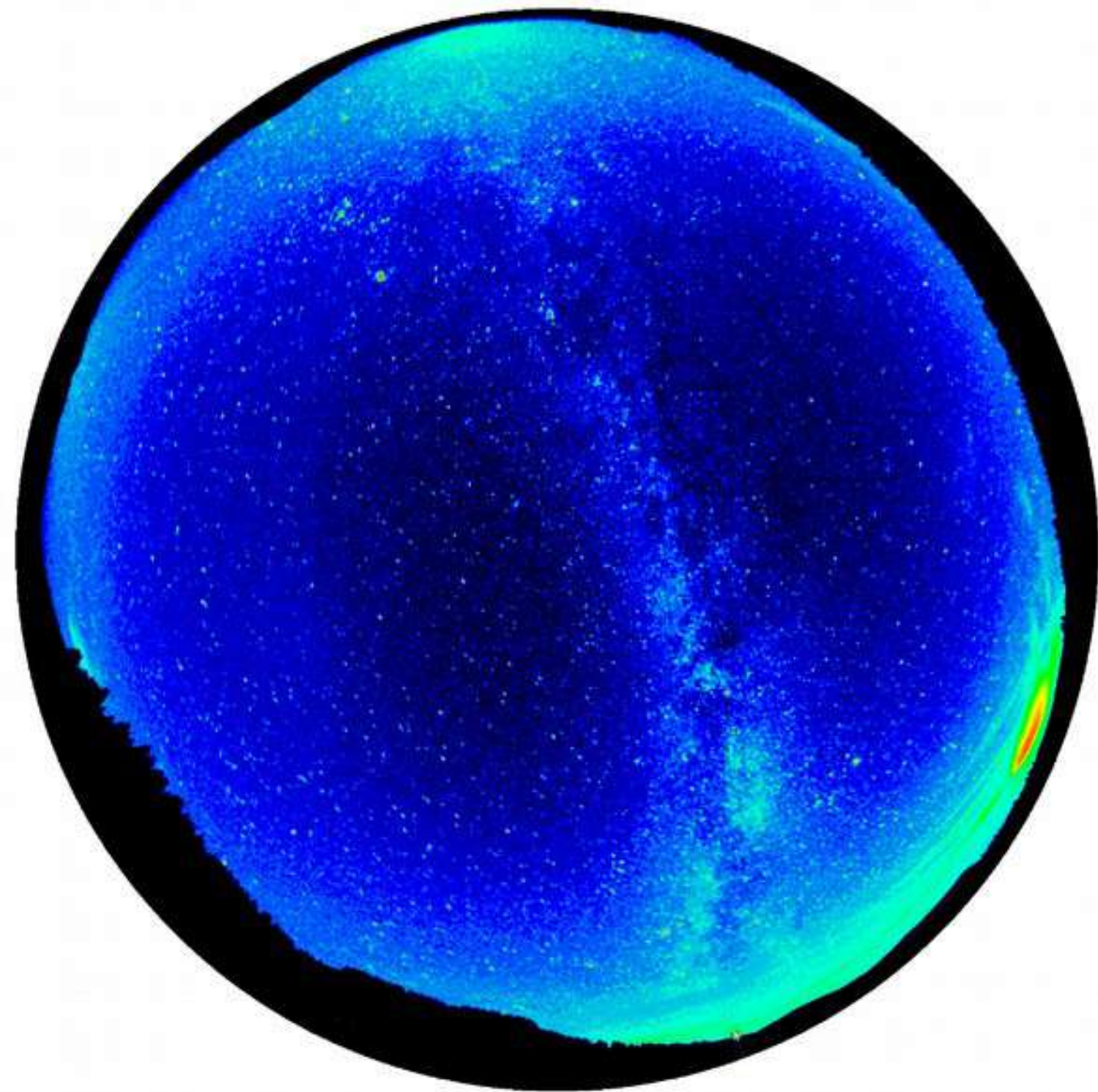
„Kidolgozott” fotó

Raw (lineáris) kép

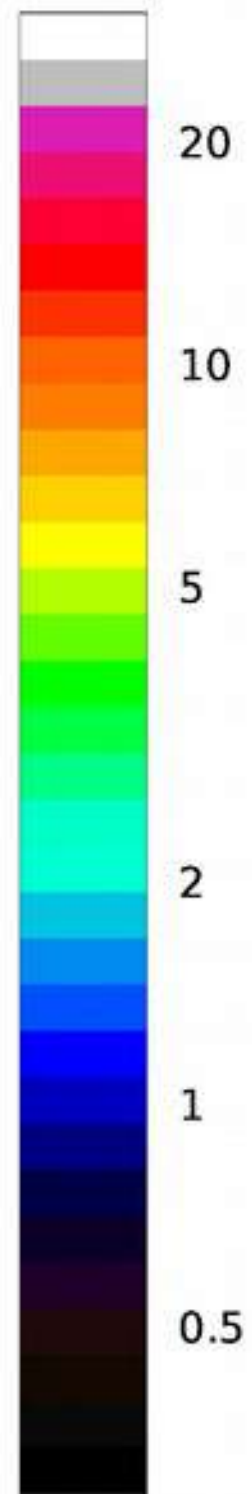


Kalibrált
radiancia térkép





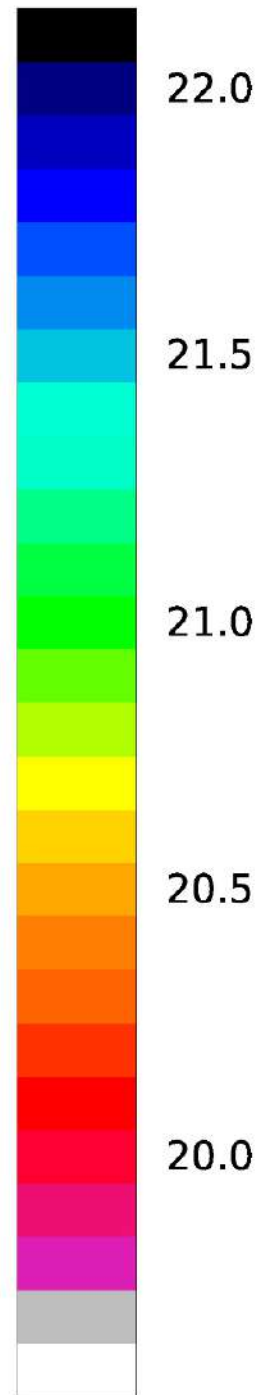
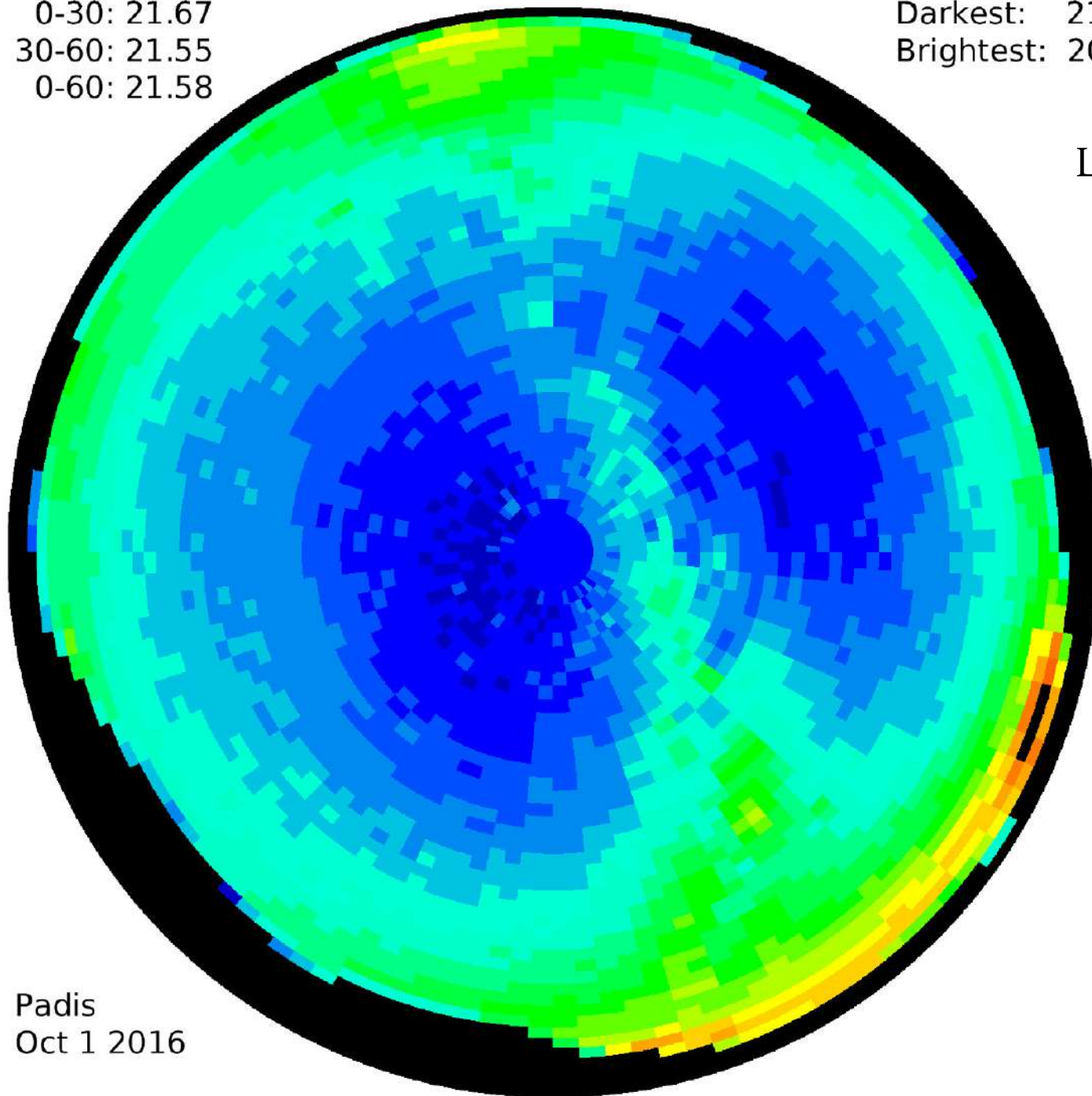
NSU



0-30: 21.67
30-60: 21.55
0-60: 21.58


Darkest: 21.92
Brightest: 20.26

L [mag/as²]



Padis
Oct 1 2016






Fényforrás: Szombathely
távolság: 17-18km



Szent-Vid Kápolna

Árnyék a falon

A városból eredő megvilágítás
40%-a a vasútállomásról
származik...



Fényforrás: Szombathely
távolság: 17-18km



Szent-Vid Kápolna

Árnyék a falon

A városból eredő megvilágítás
40%-a a vasútállomásról
származik...



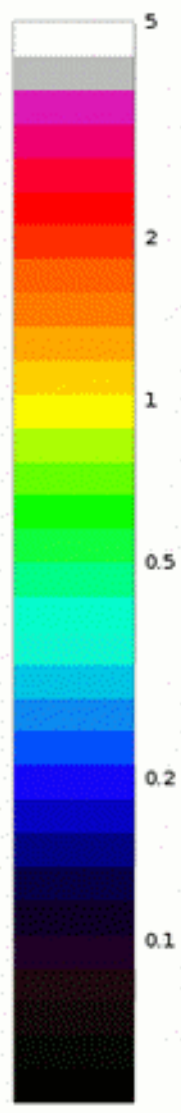
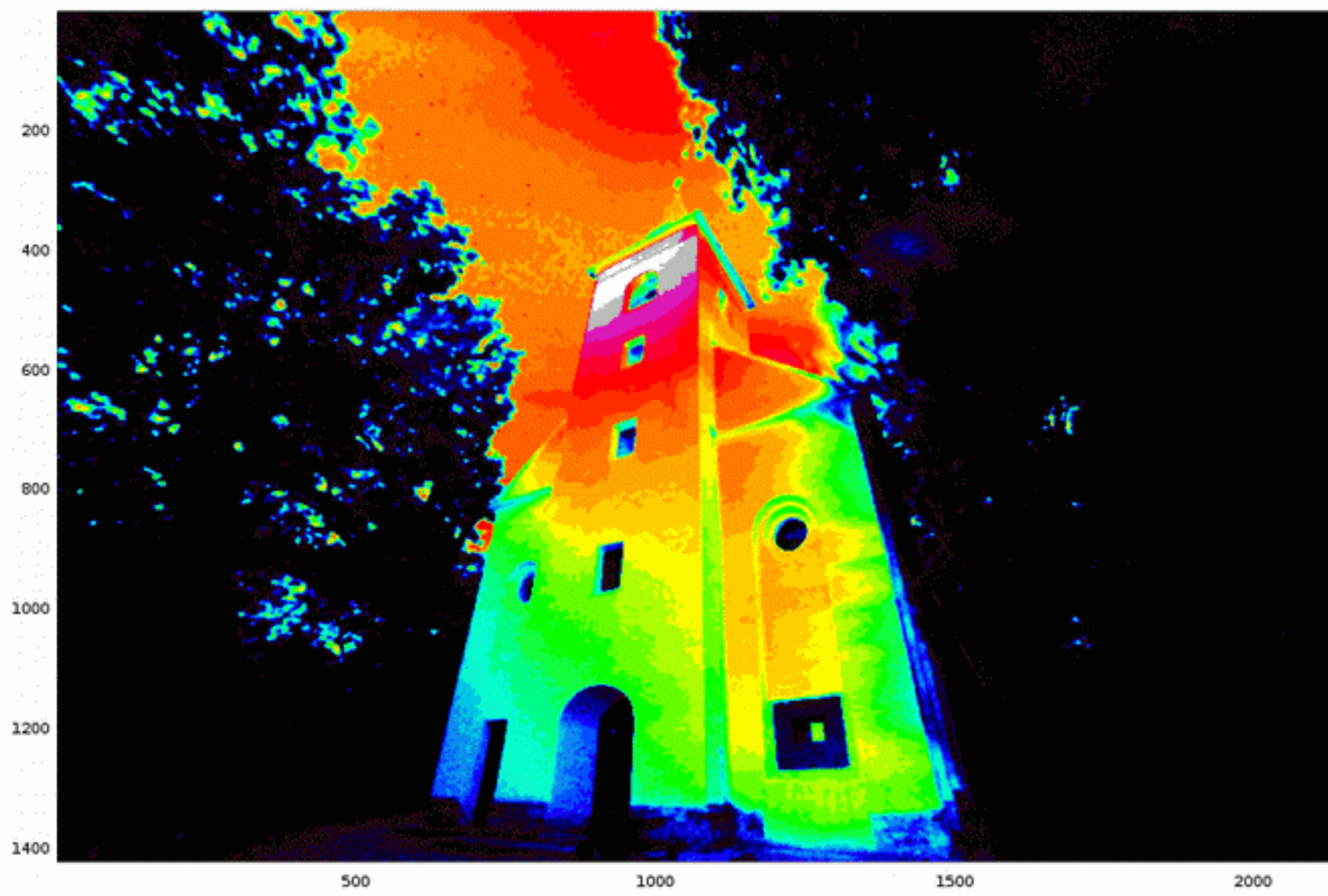


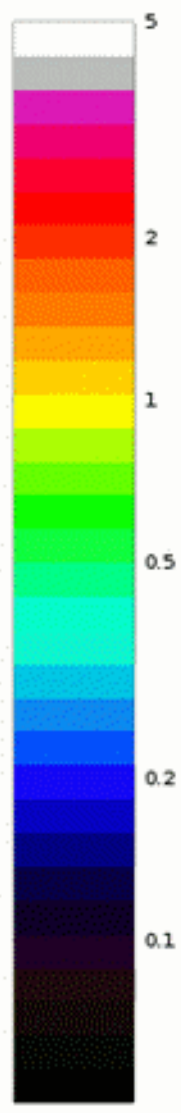
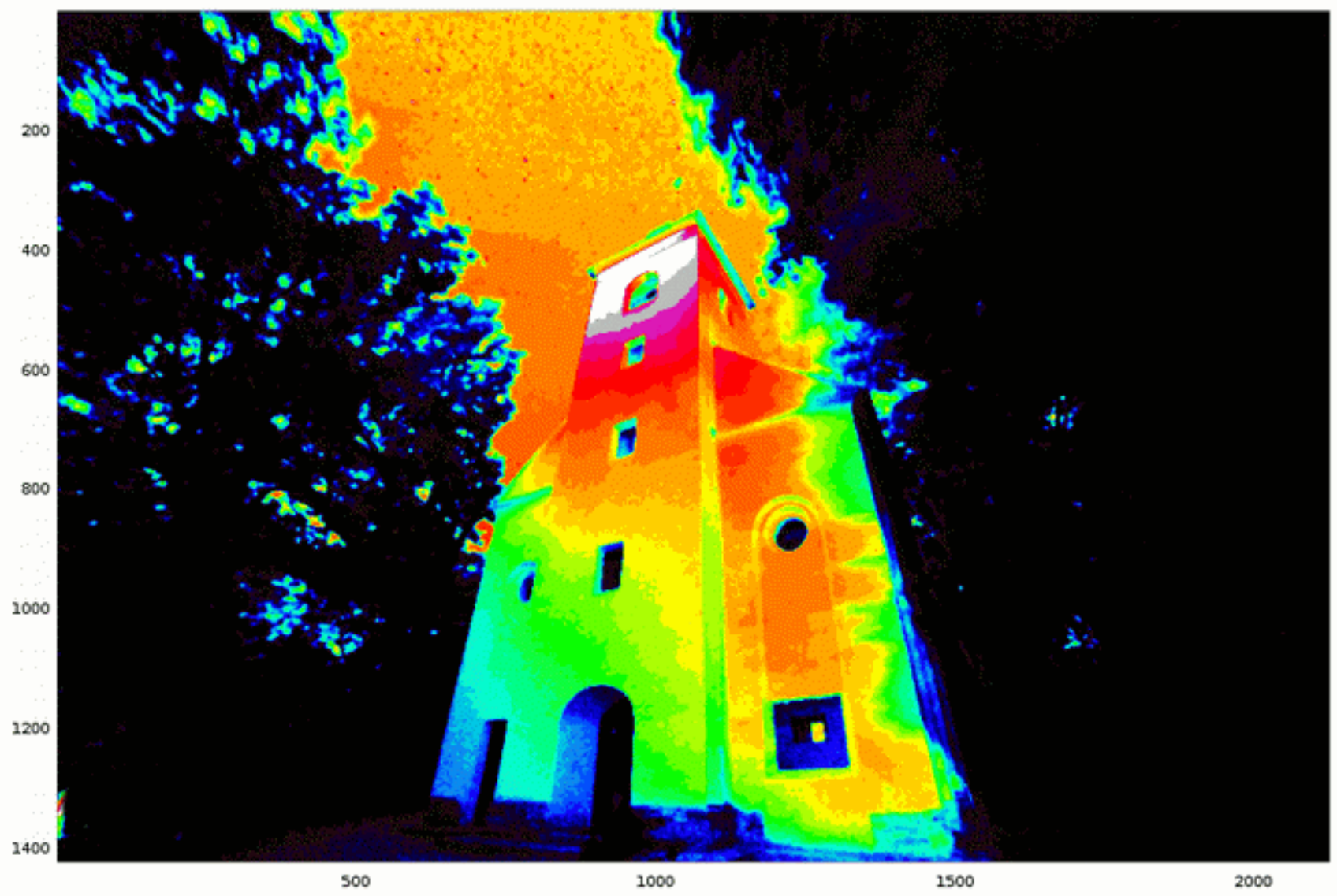


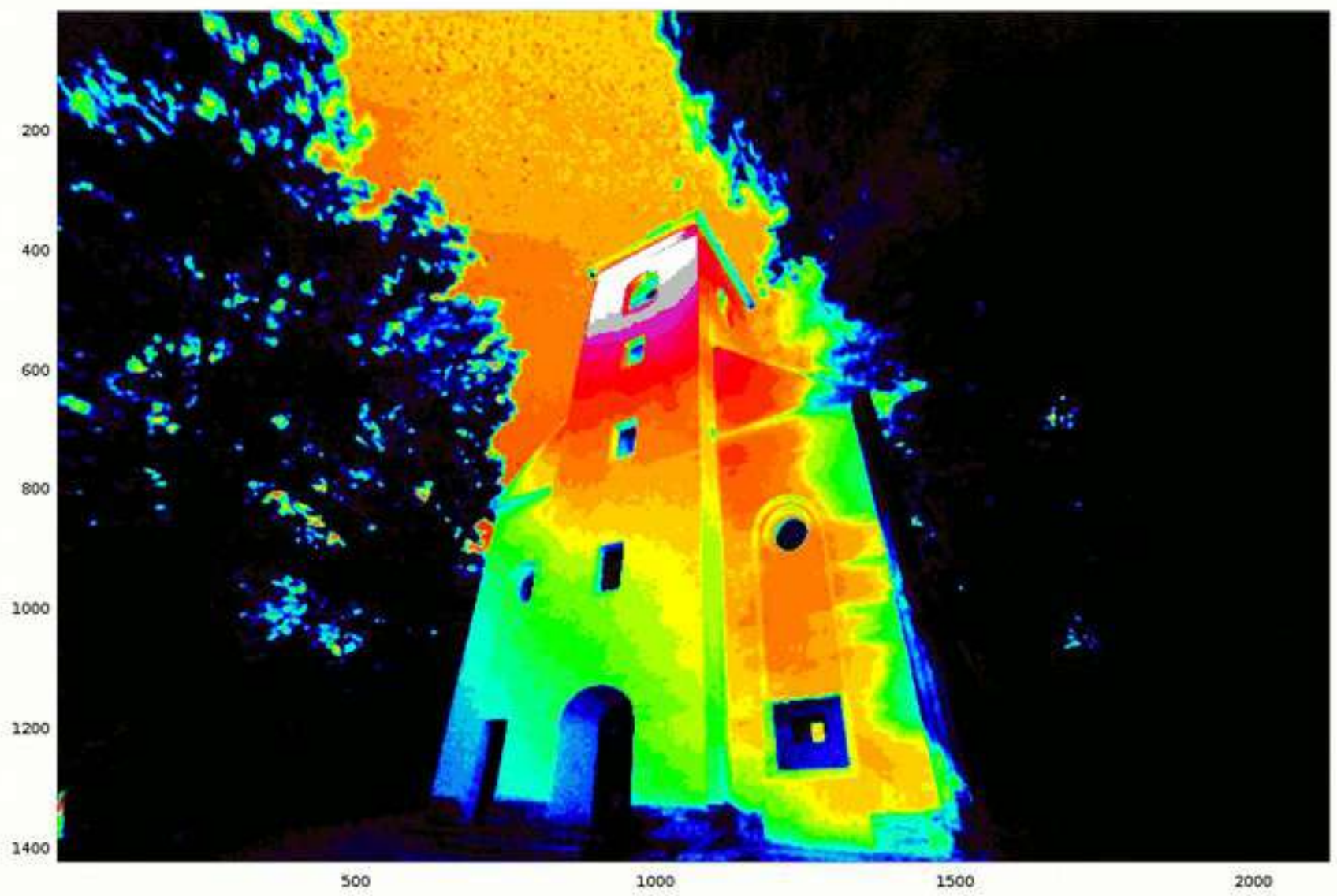




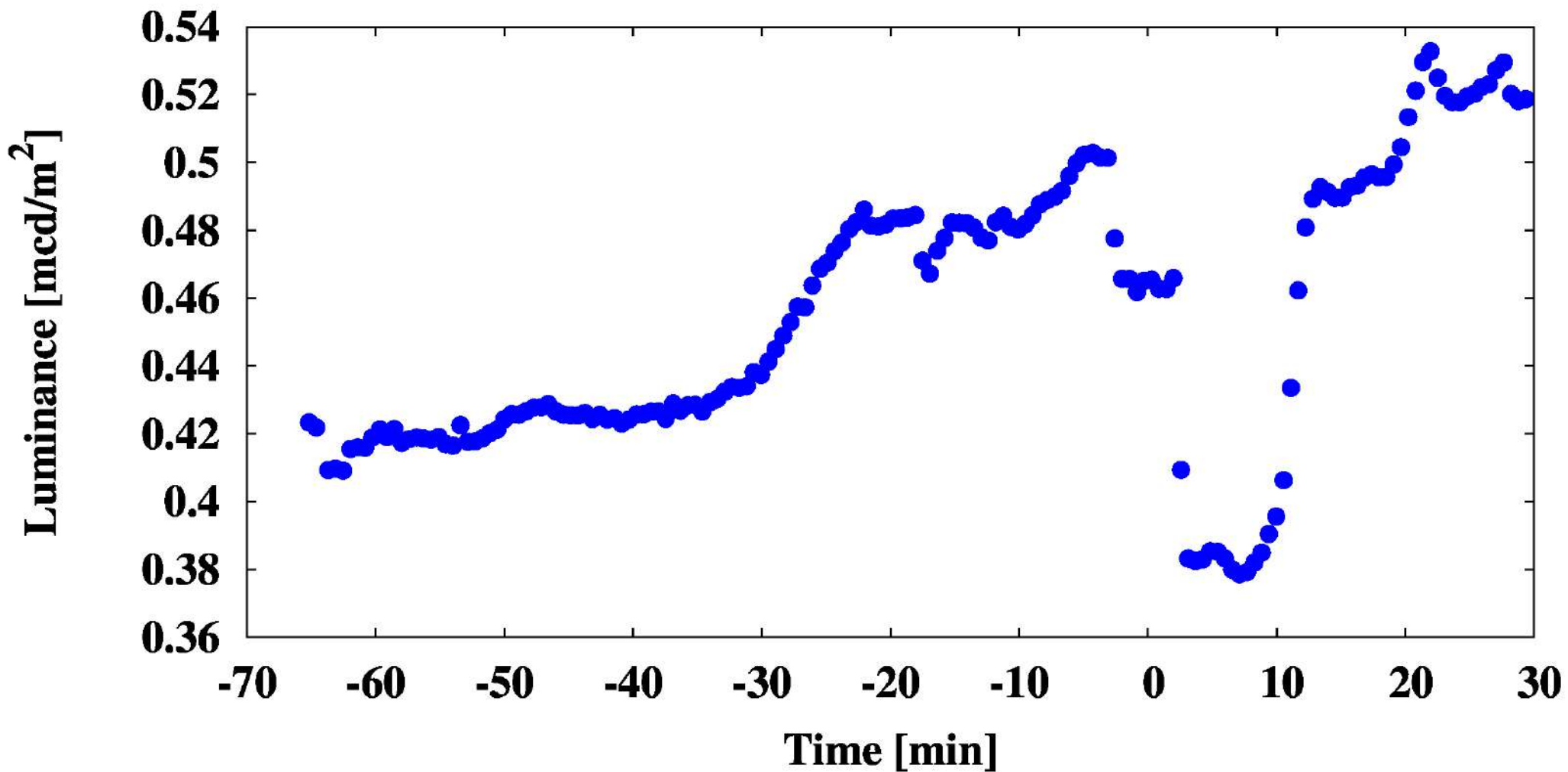




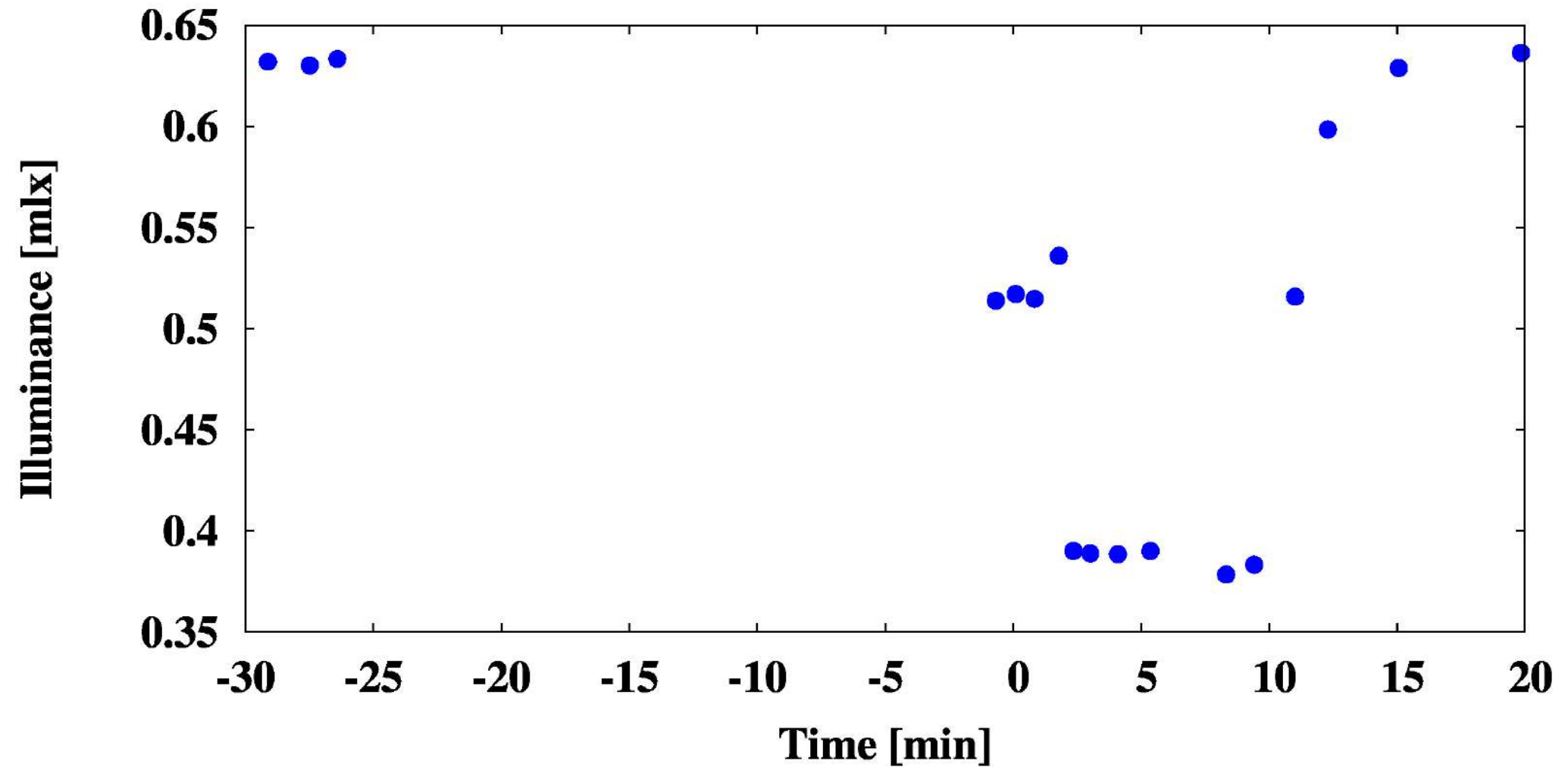




Vasúti pályaudvar hatása



Vasúti pályaudvar hatása



Olcsó fényszennyezni...

A vasútállomástól származó megvilágítás:

$$E=0.26 \text{ mlux}$$

$$R=17\text{km}, \Delta h=350\text{m}$$

Fényáram az R sugarú és $h=500\text{m}$ magas
hengeren:

$$\Phi = 2R\pi hE = 14000 \text{ lumen}$$

80 lm/W fényhasznosítással

$$P = 175 \text{ W}$$



Taurus mozdony: $P = 6400 \text{ kW}$











KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE