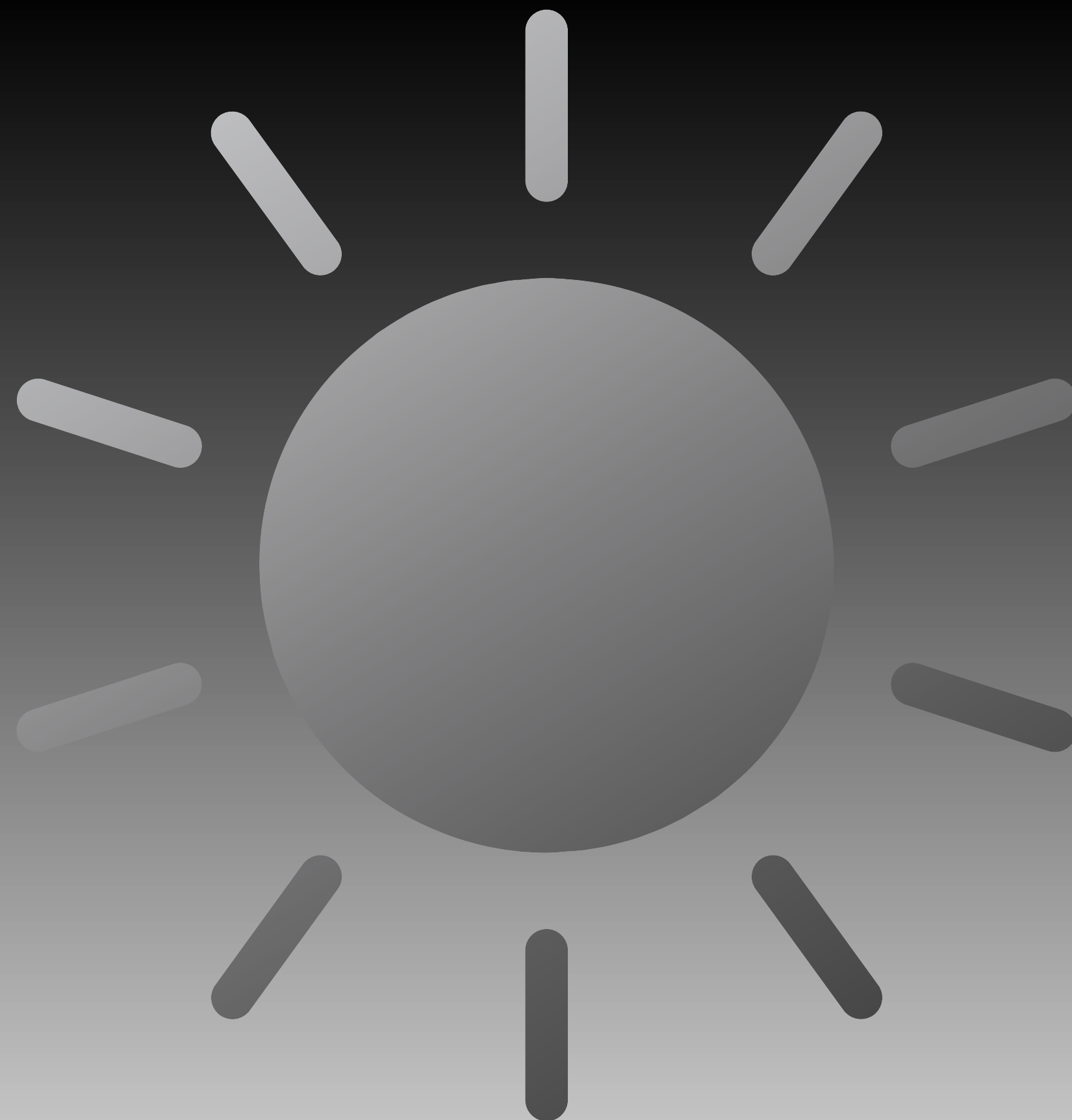


Světlo a Zdraví

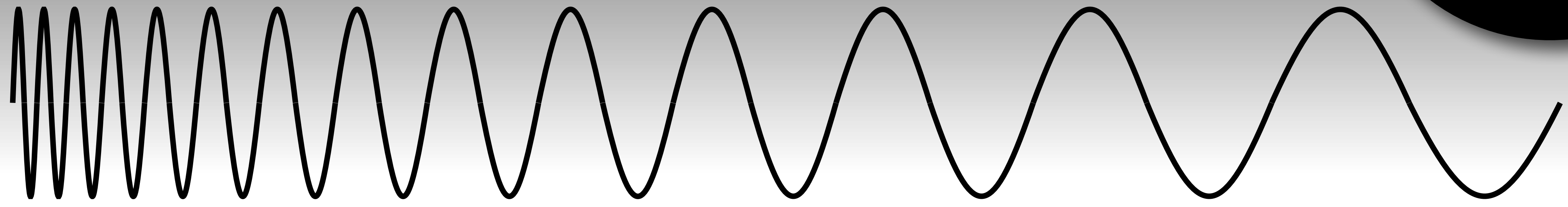
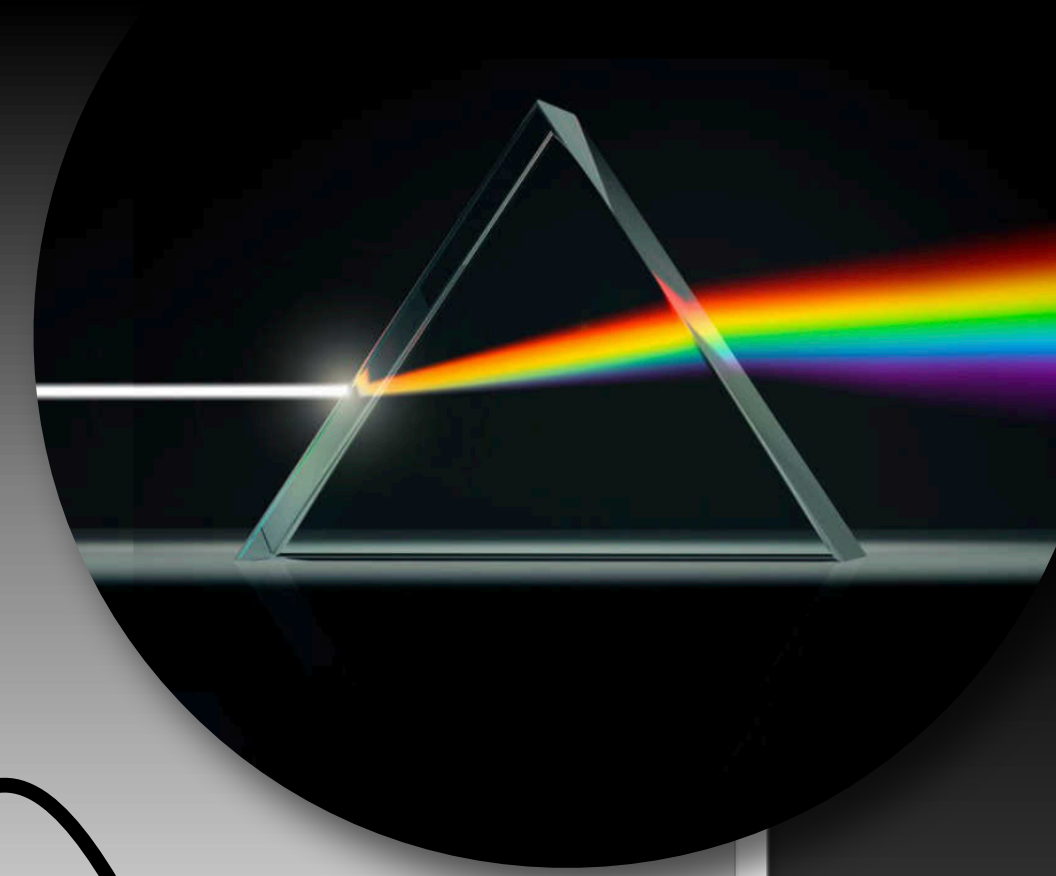
31. říjen 2024

Hynek Medřický

Světlo



Světlo



10^{-13} 10^{-12} 10^{-11} 10^{-10} 1nm 10^{-8} 10^{-7} $1\mu\text{m}$ 10^{-5} 10^{-4} 1mm 10^{-2} 10^{-1} 1m

Gamma

X-rays

Ultraviolet



Infrared

Microwaves

Radio

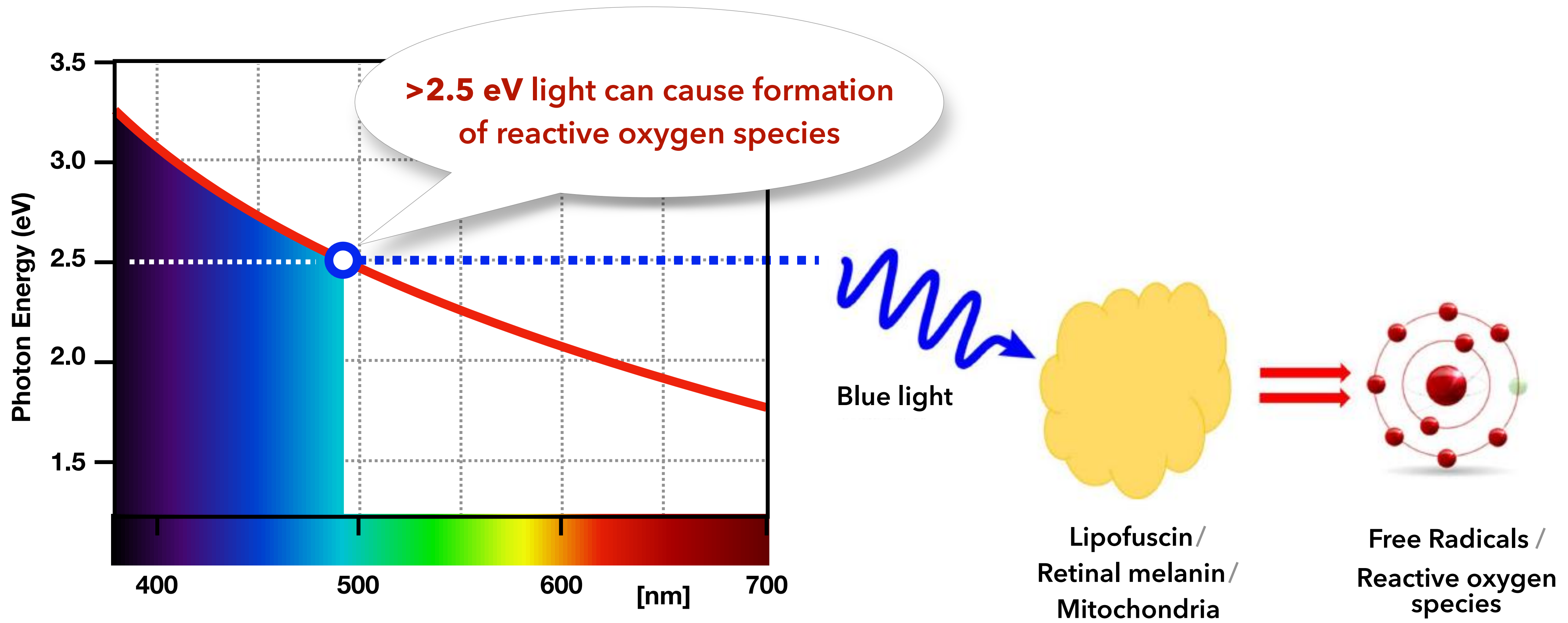
Visible light

380 nm



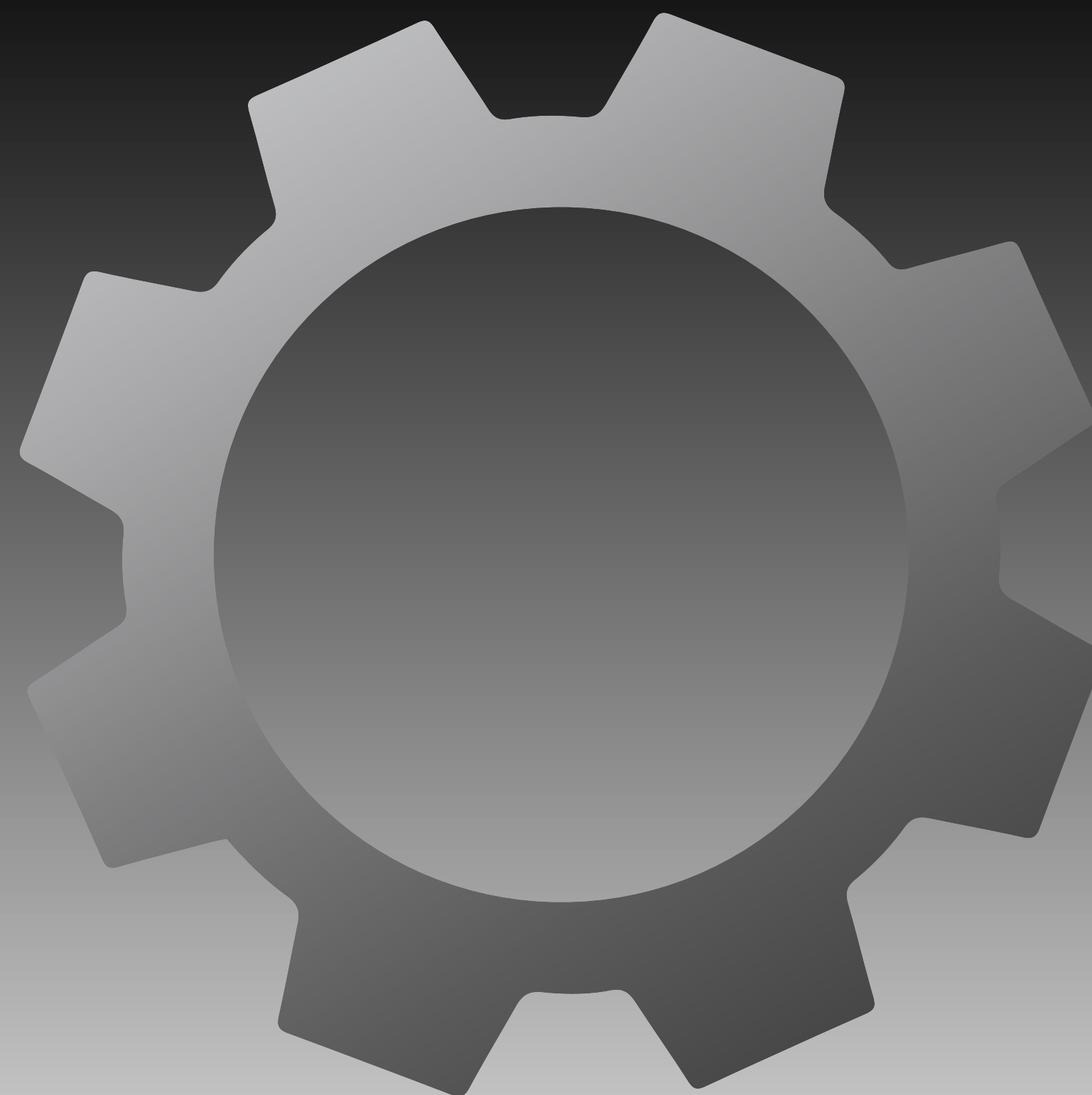
780 nm

Modré světlo : Vysoký energetický potenciál : Krátkovlnné záření může působit změny struktur organismu!



source: Health consideration of Artificial lighting, S. Temple, 2024

Cirkadiánní cyklus



Ochrana Tmy nebo Světla?

: Regenerace a příprava na aktivitu má přirozenou přednost!

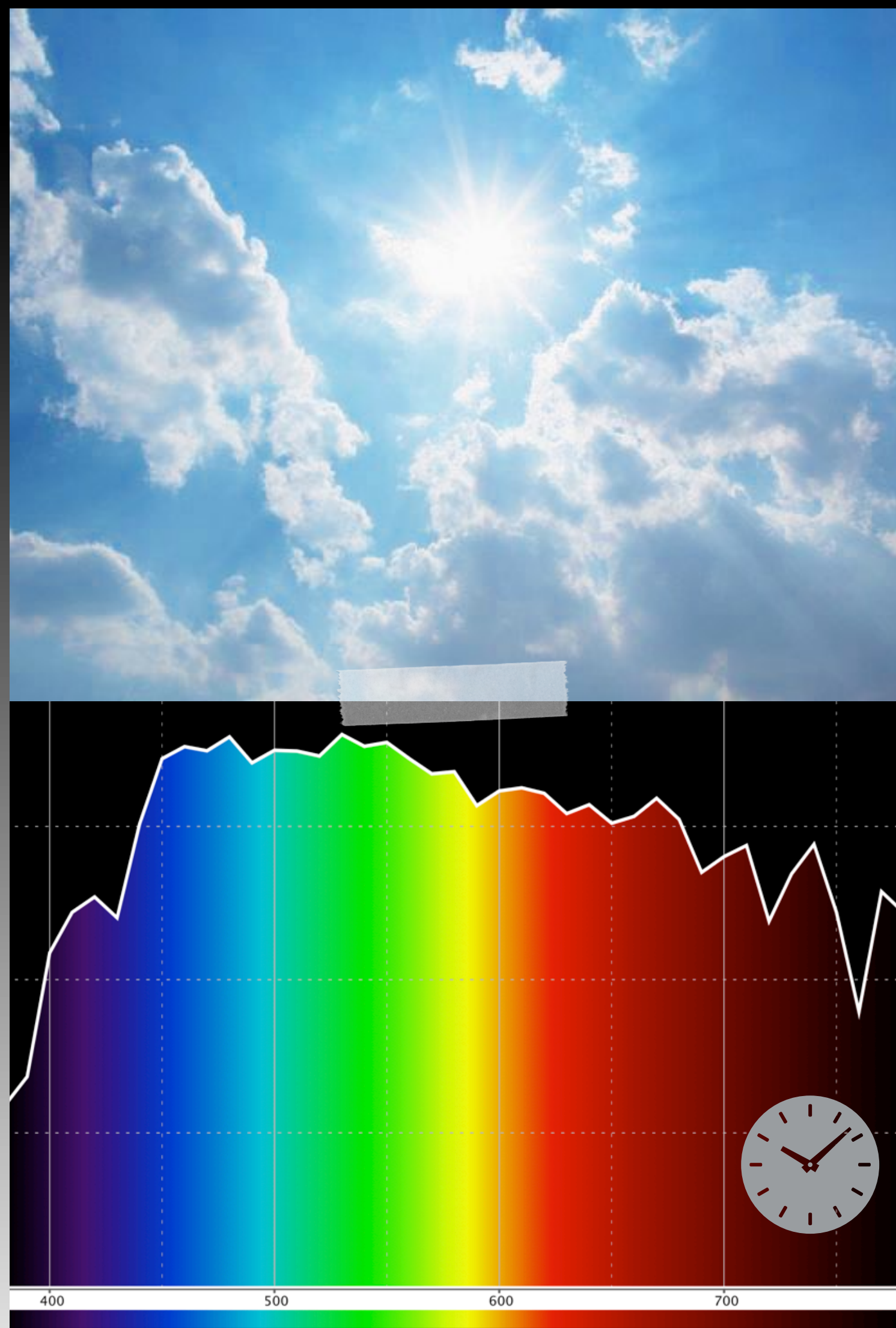


REGENERACE

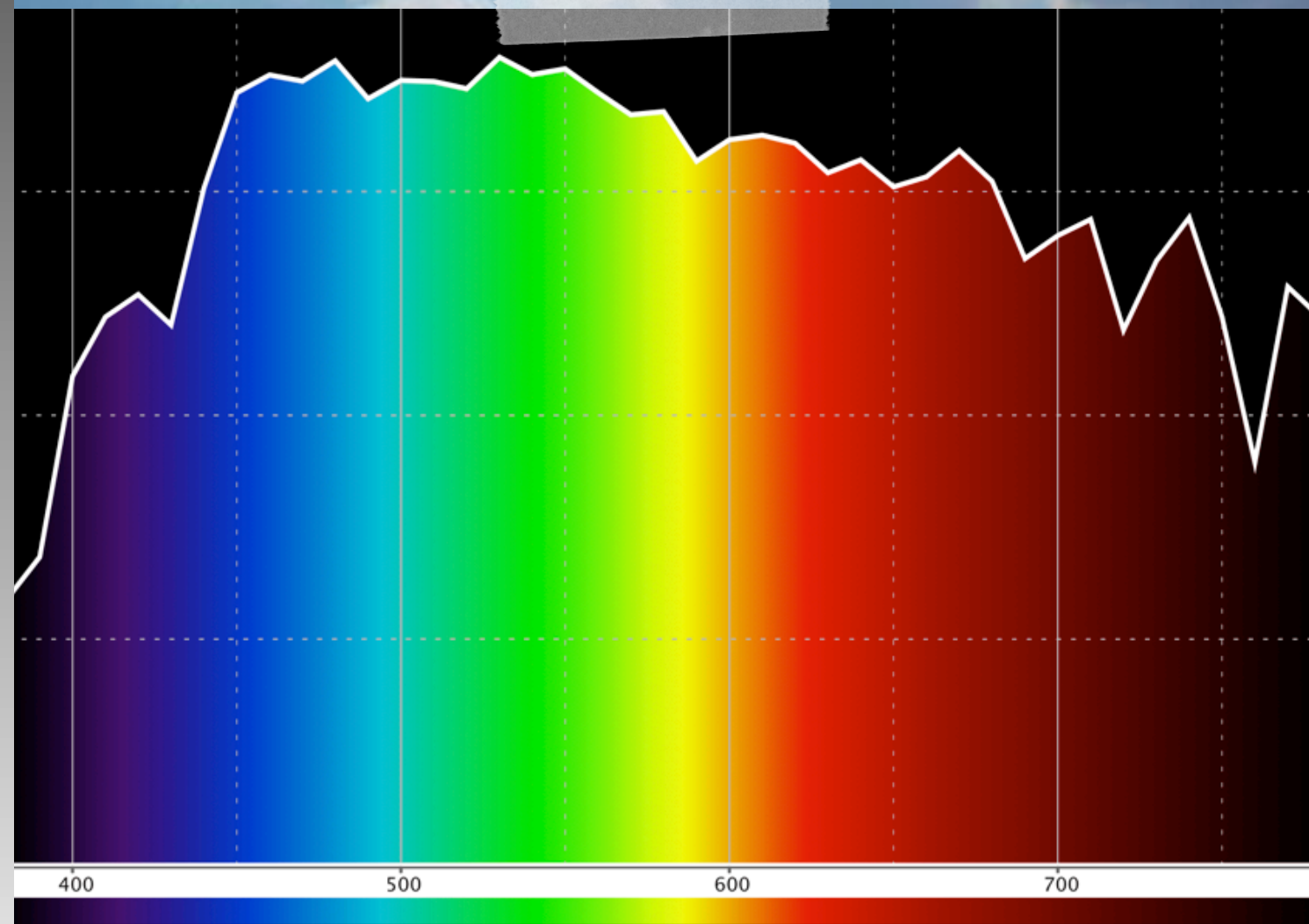
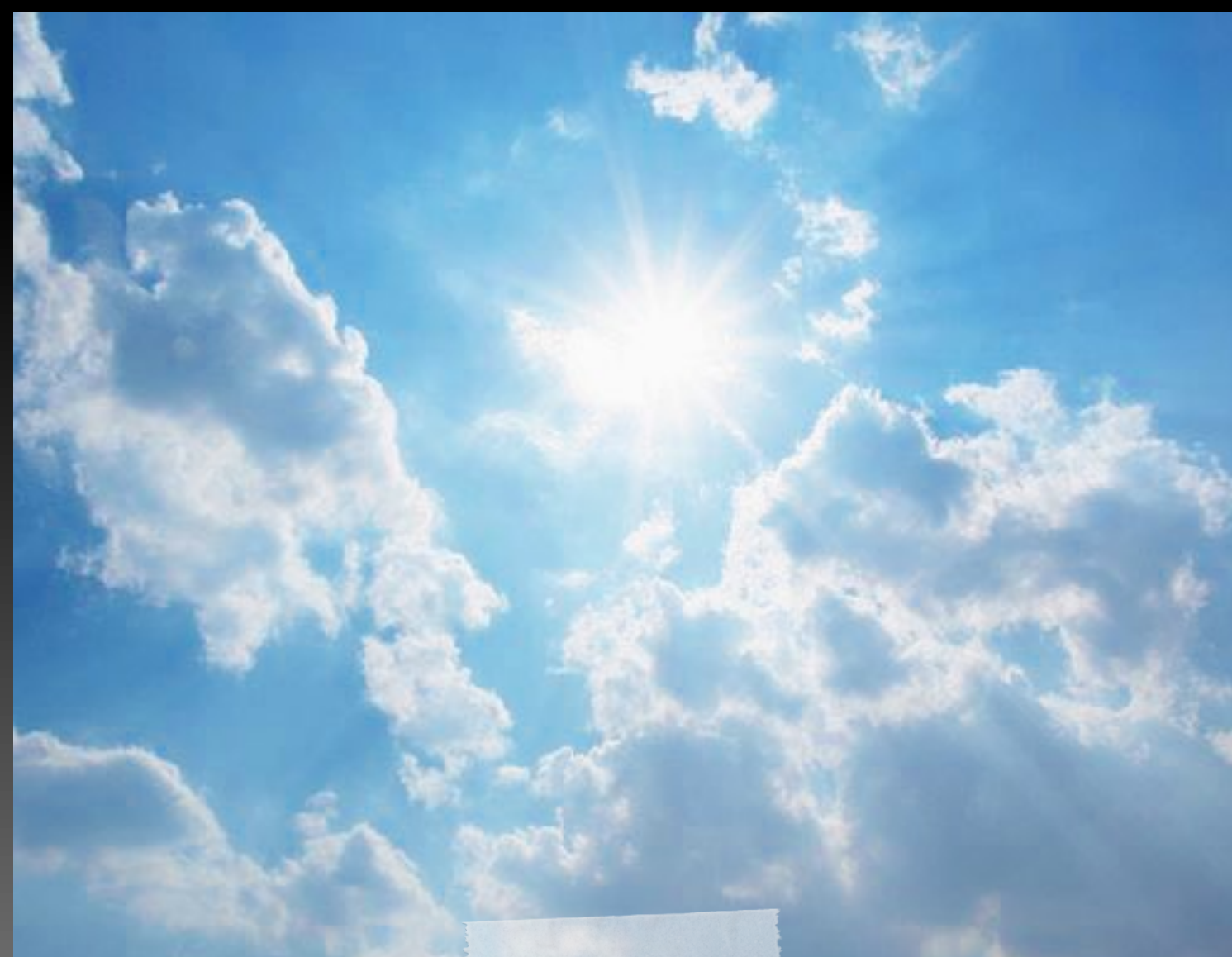
AKTIVITA

1 : 10 000 000

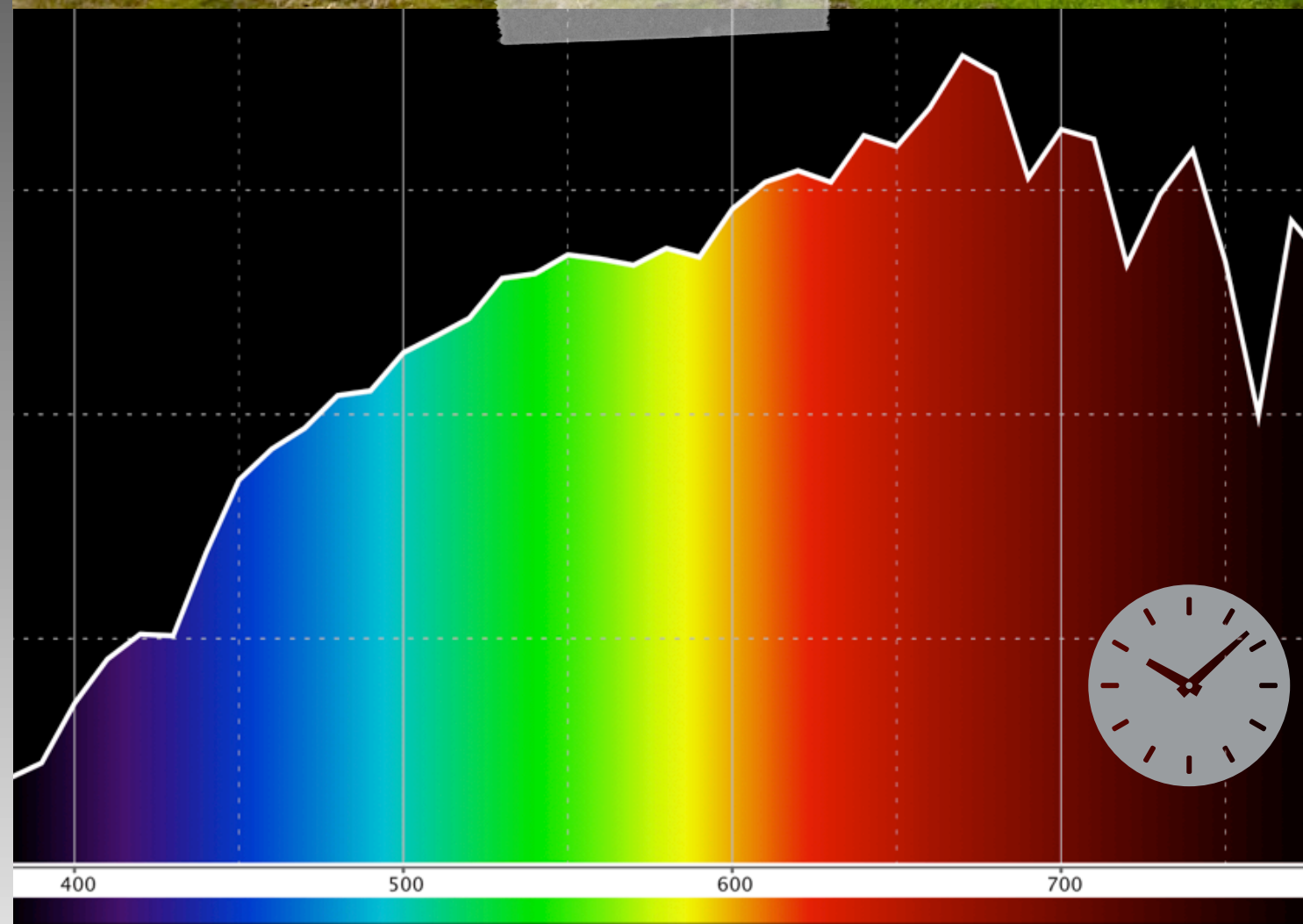
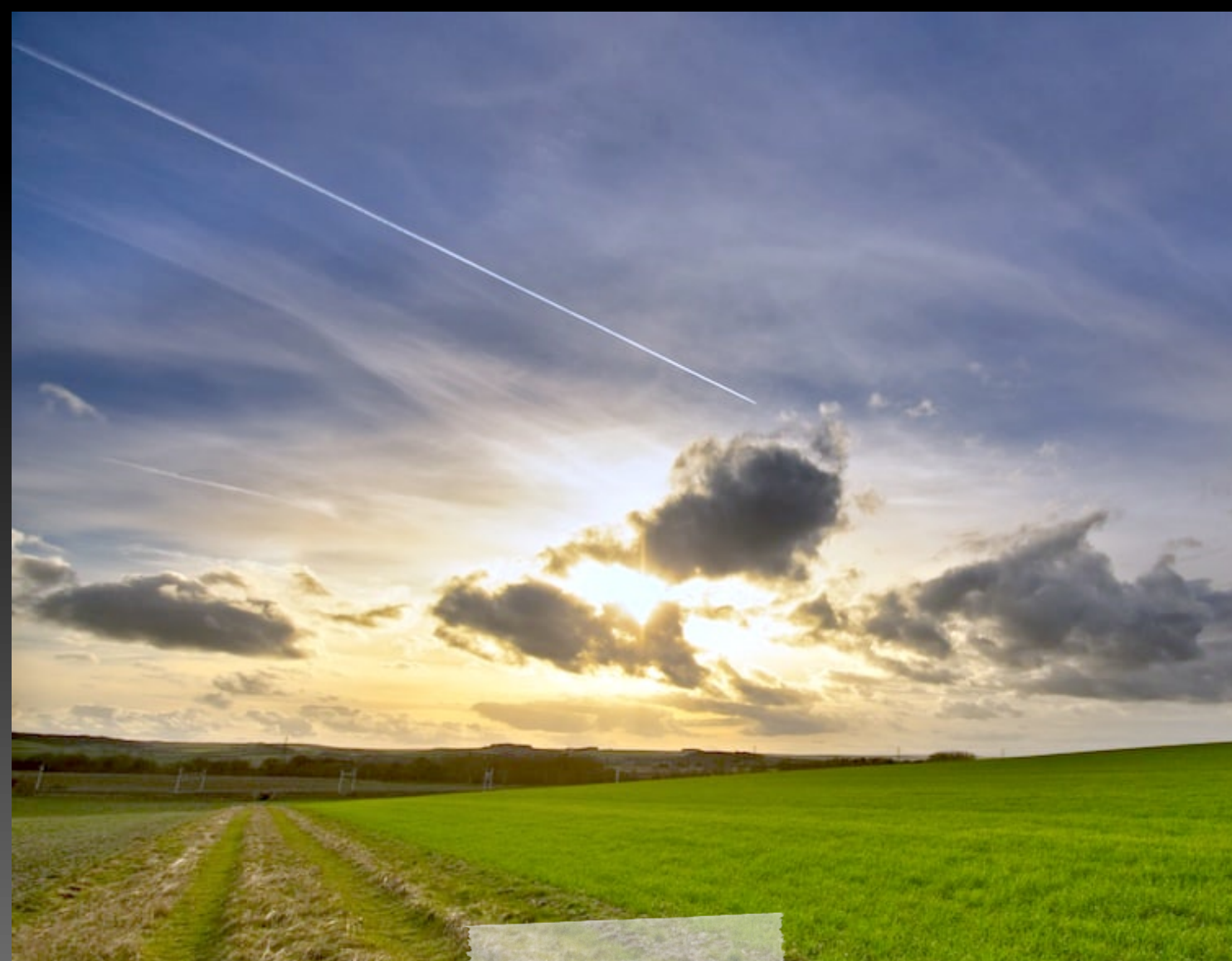
Do / Odpoledne



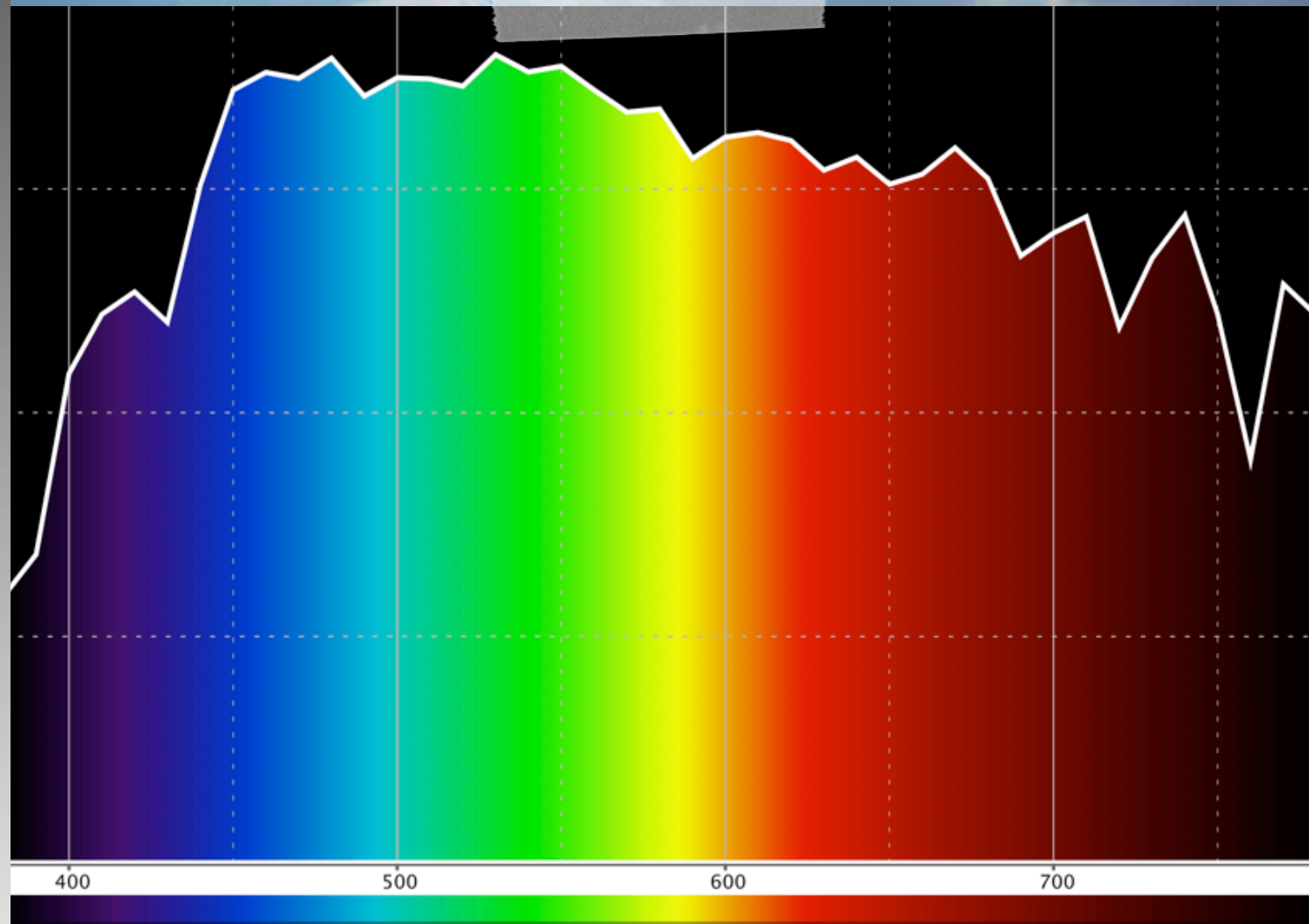
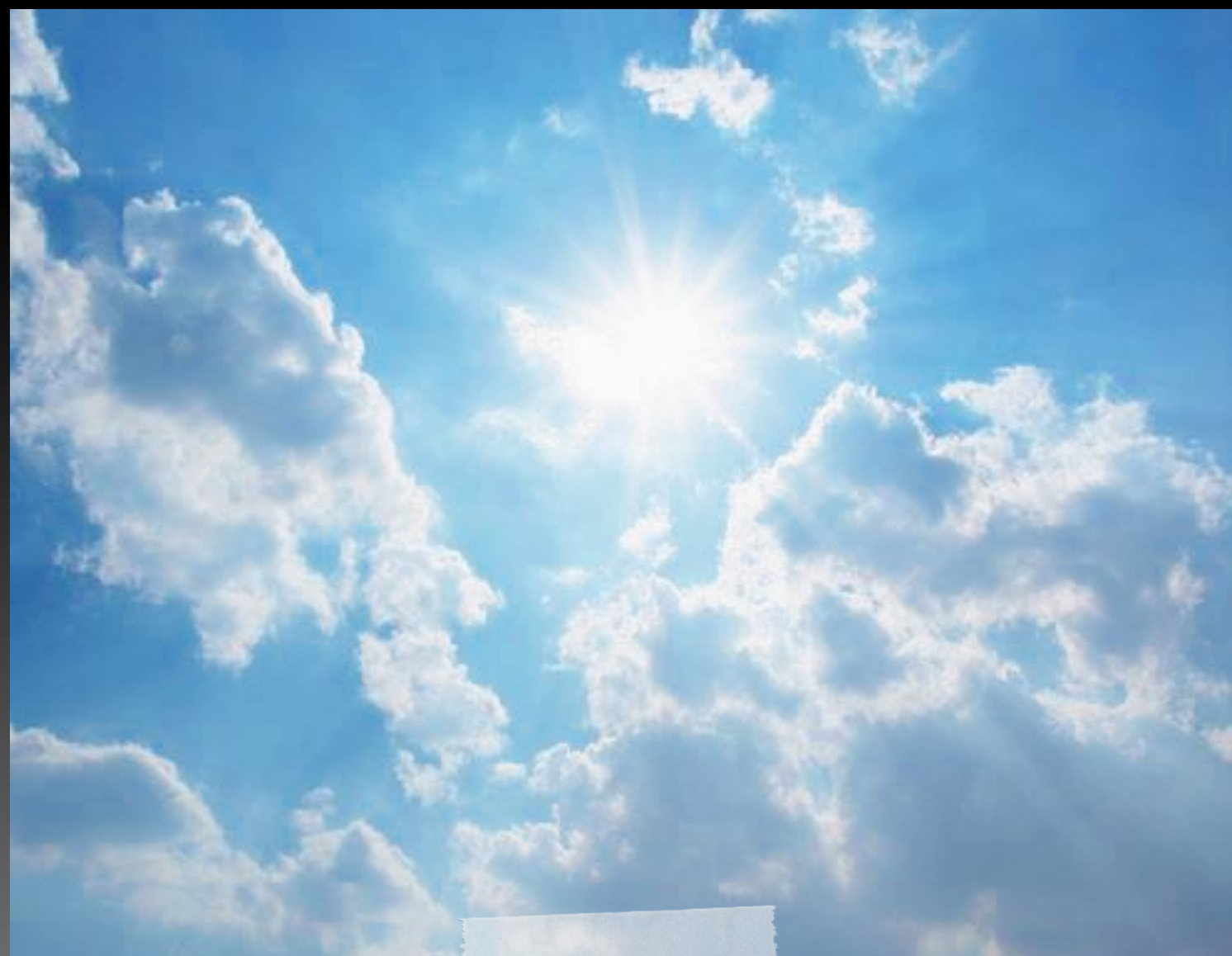
Do / Odpoledne



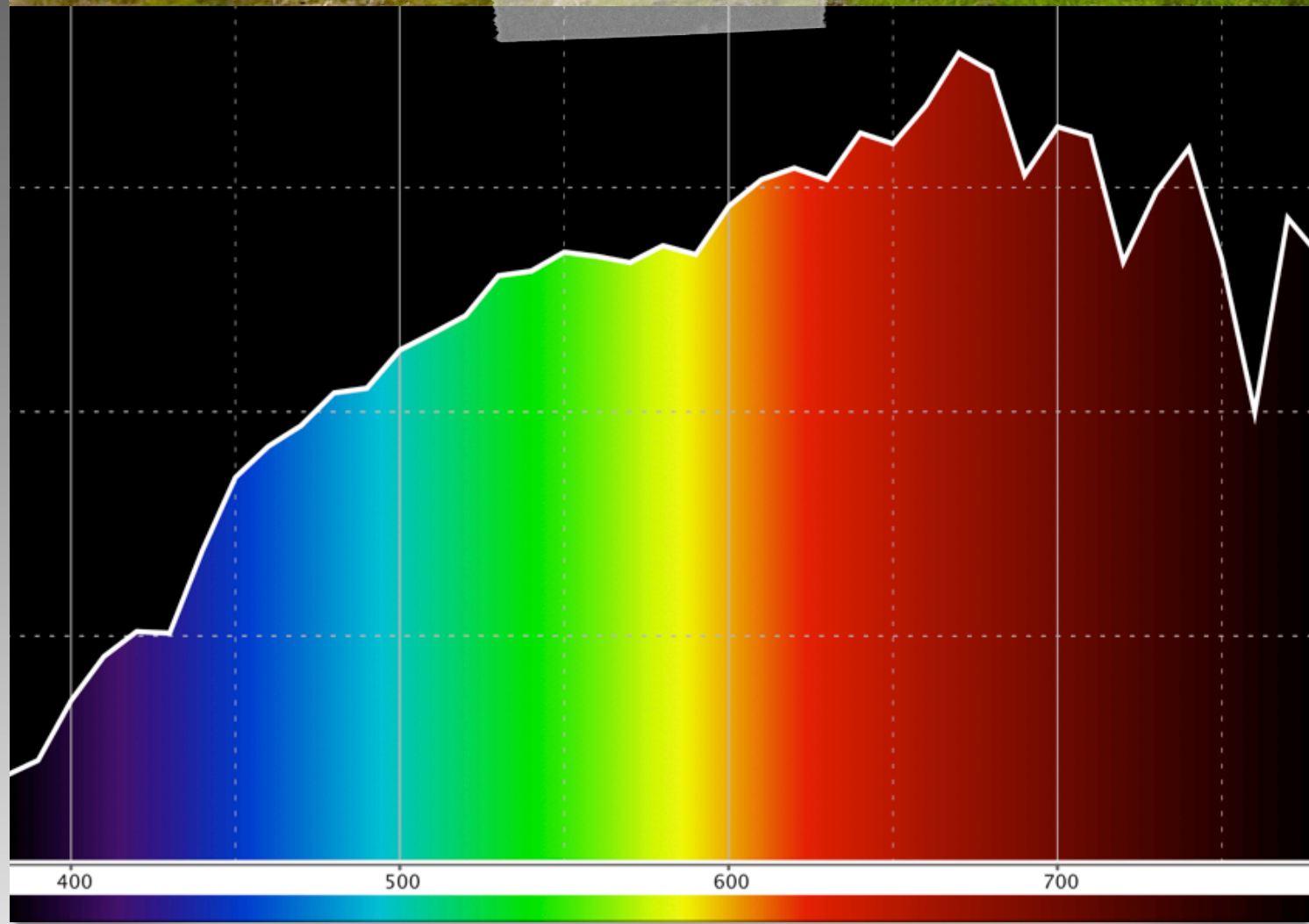
1 hodina do Západu



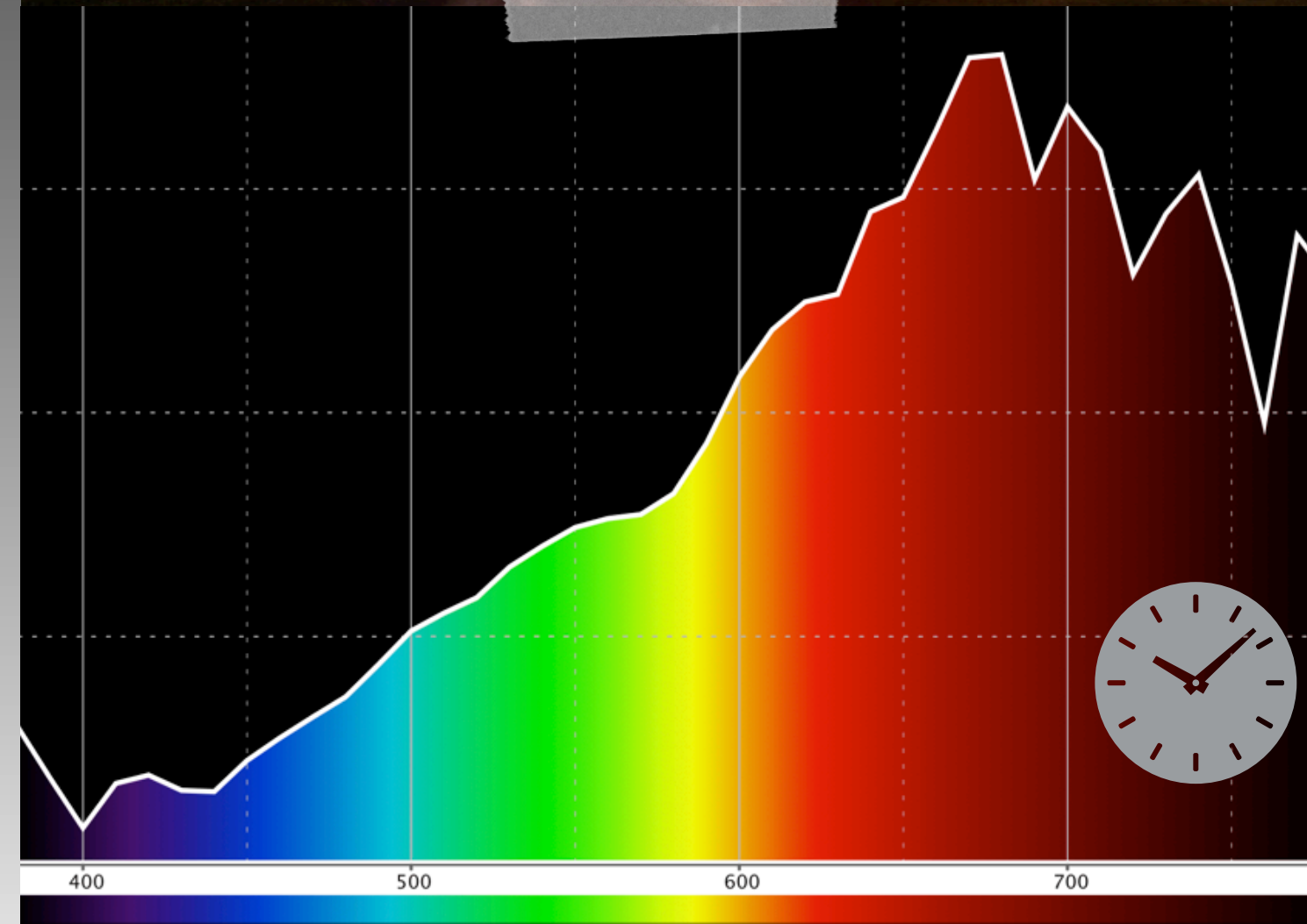
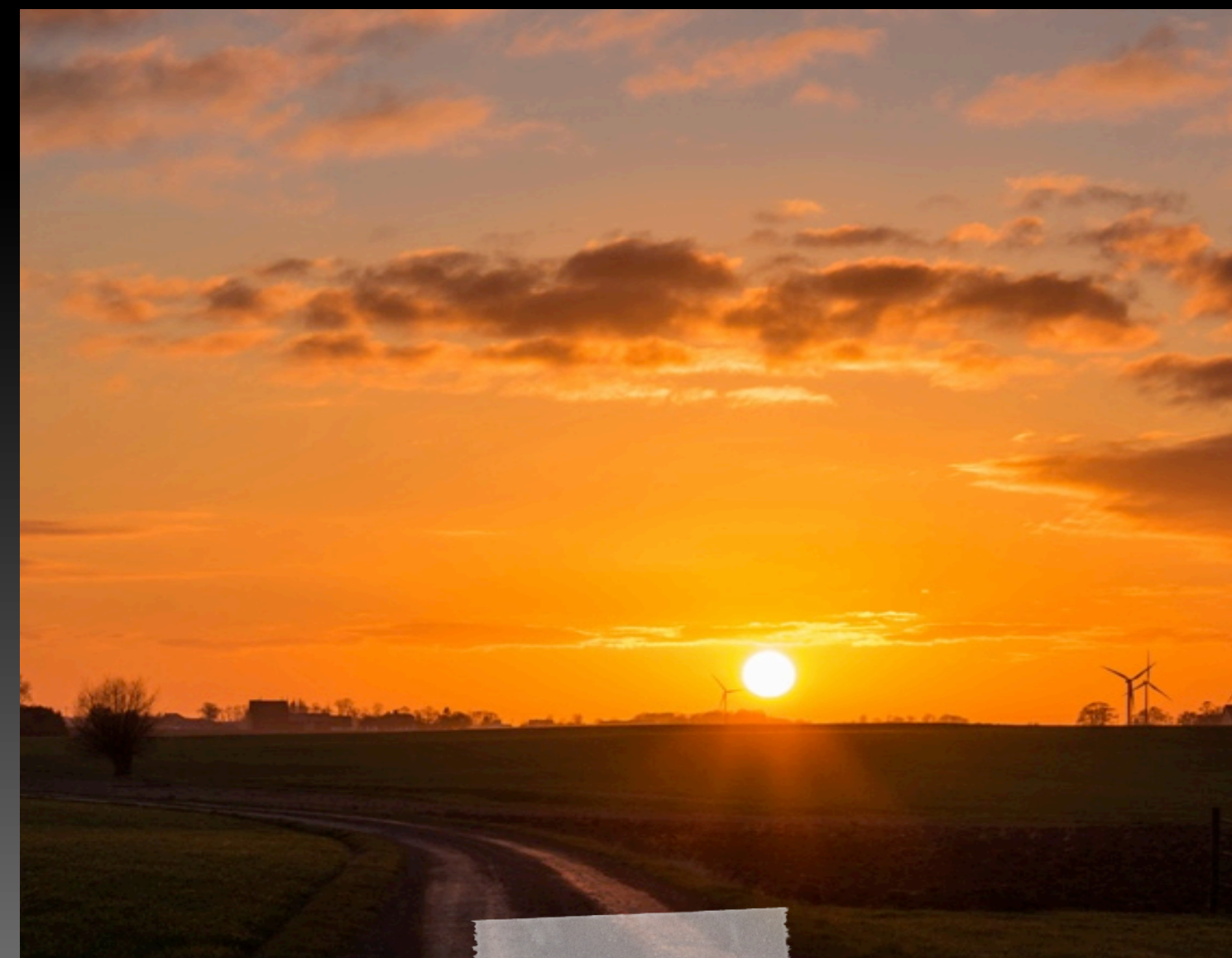
Do / Odpoledne



1 hodina do Západu




Západ




Cirkadiánní cyklus : Buněčná úroveň

"For the greatest benefit to mankind"
Alfred Nobel



The Nobel Assembly at Karolinska Institutet has today decided to award the

2017 NOBEL PRIZE IN PHYSIOLOGY OR MEDICINE



Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash and Michael W. Young

**"for their discoveries
of molecular mechanisms
controlling the circadian rhythm"**



Umělé světlo



Cirkadiánní cyklus : Regenerace vs. Aktivita

: ztráta evolučního Kontrastu

1 - 5 lx



>10 000 lx



ALAN : Změna Regenerace + Aktivita



21.10. 1879

Cirkadiánní cyklus : Regenerace vs. Aktivita

: ztráta evolučního Kontrastu

1 - 5 lx



300 lx



>10 000 lx



300 lx

Světelné znečištění + Rušivé světlo : Změna Spektra

: Obvyklý důsledek LED-zdrojů umělého světla v nočním prostředí

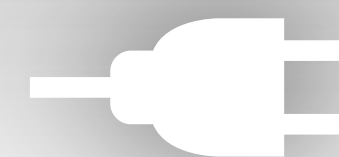
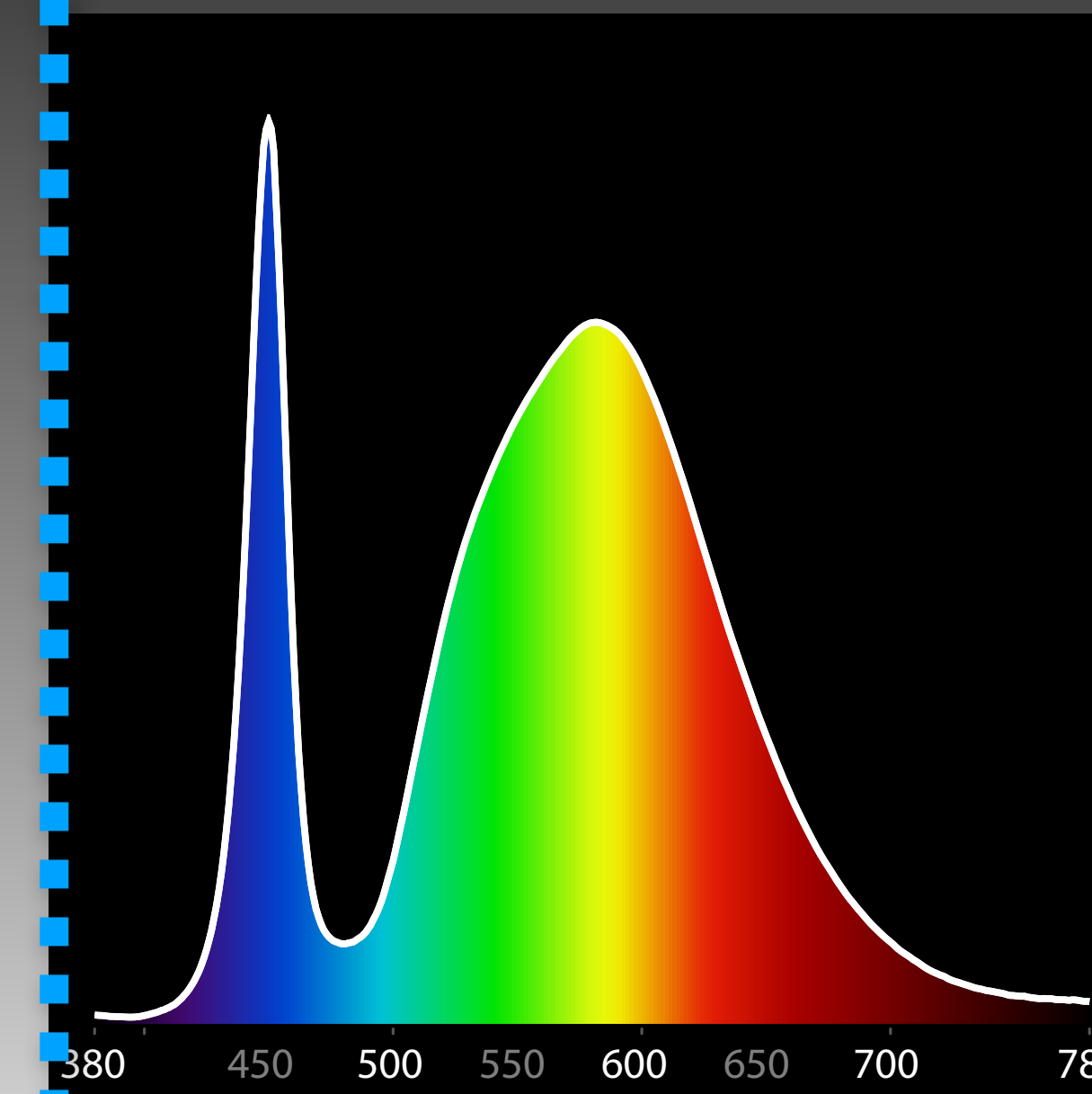
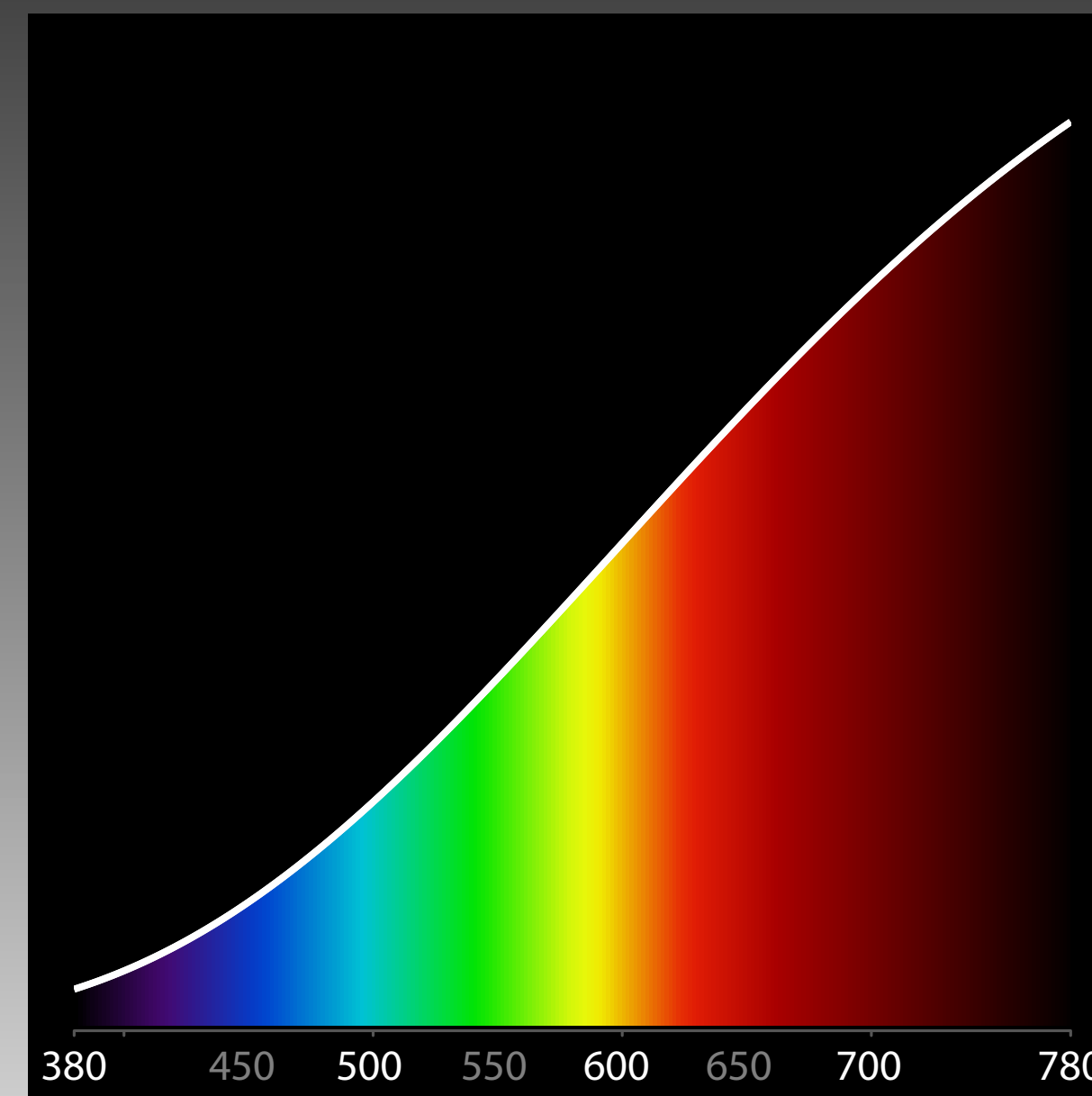
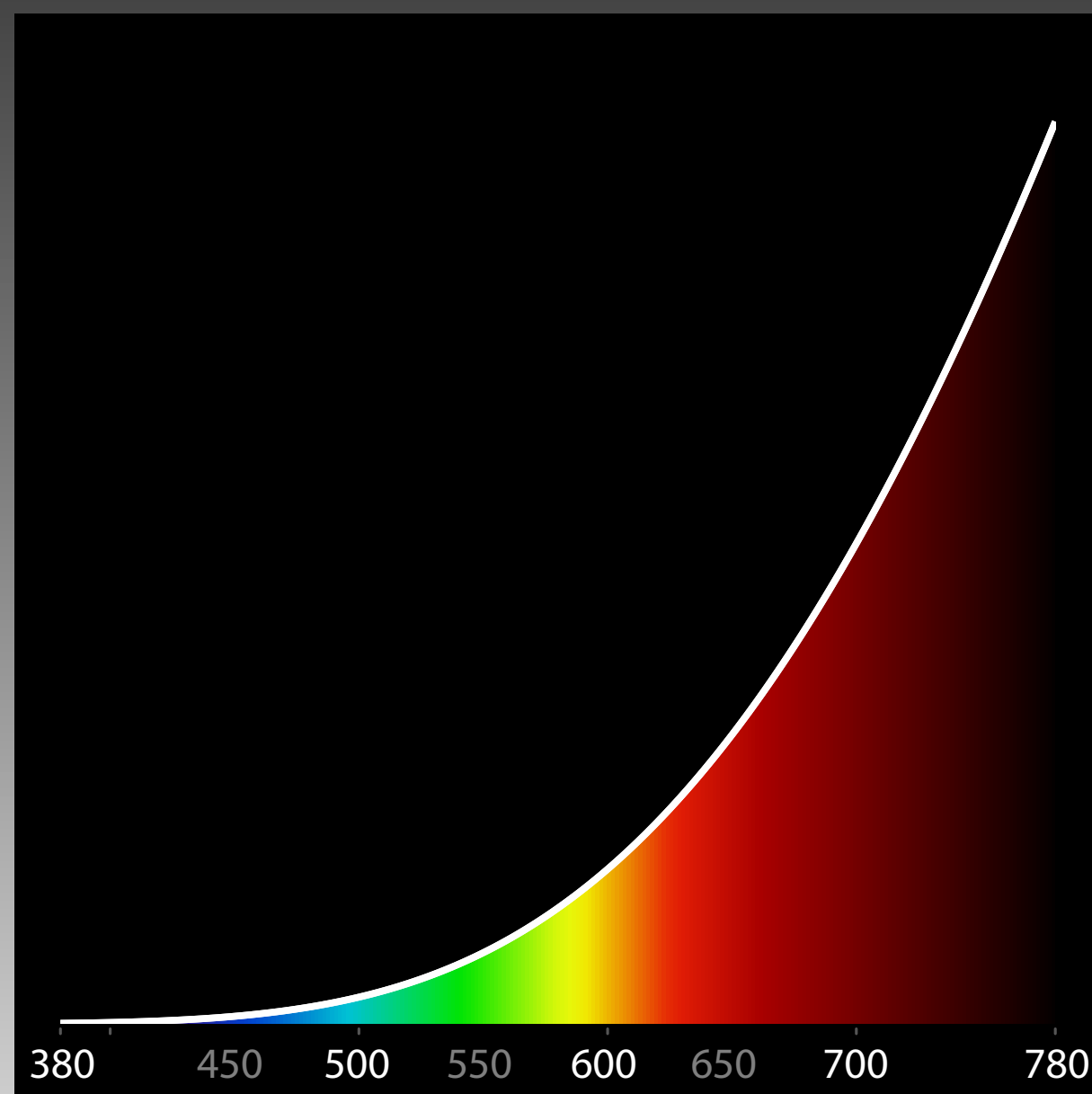
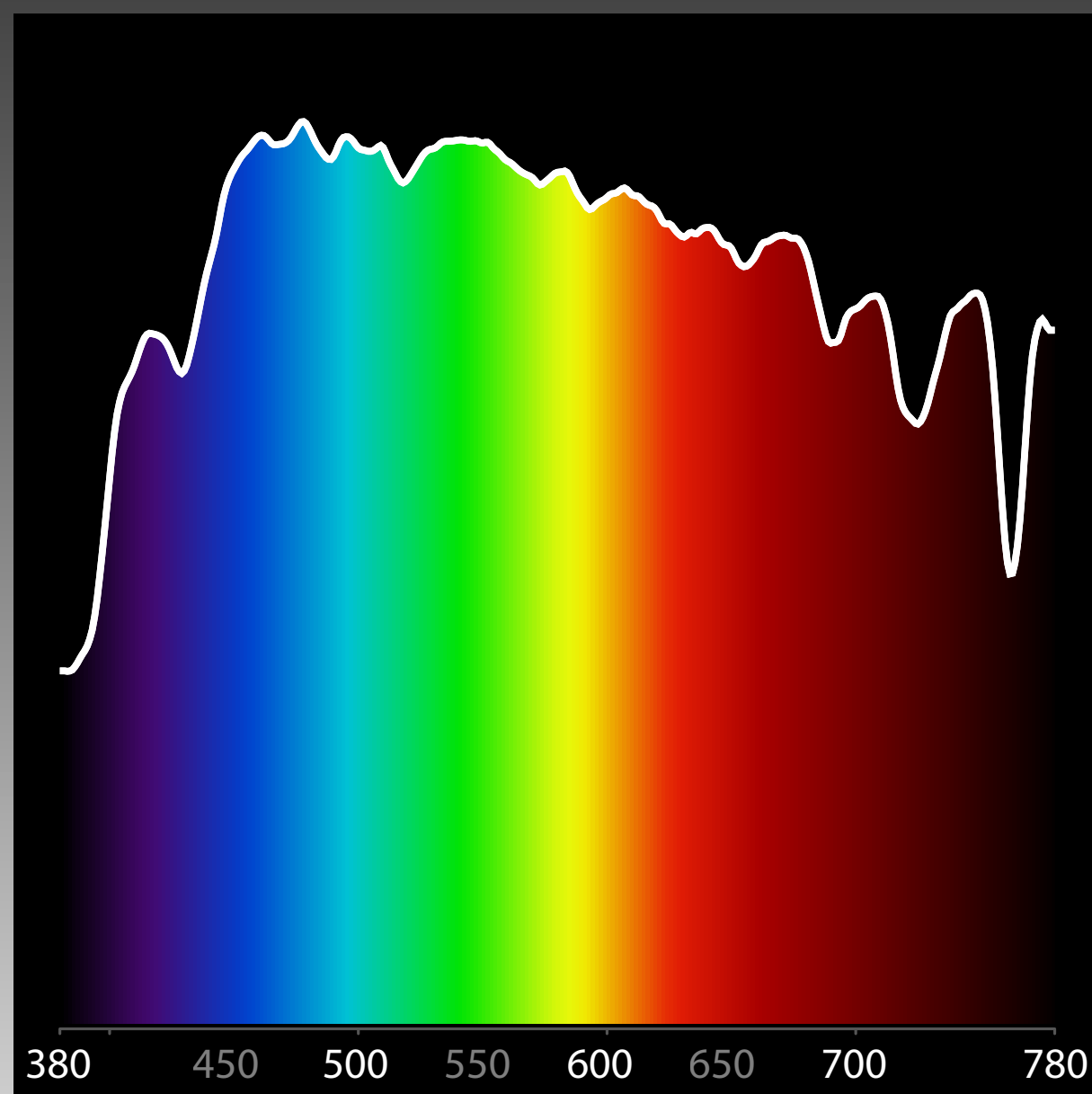
Slunce



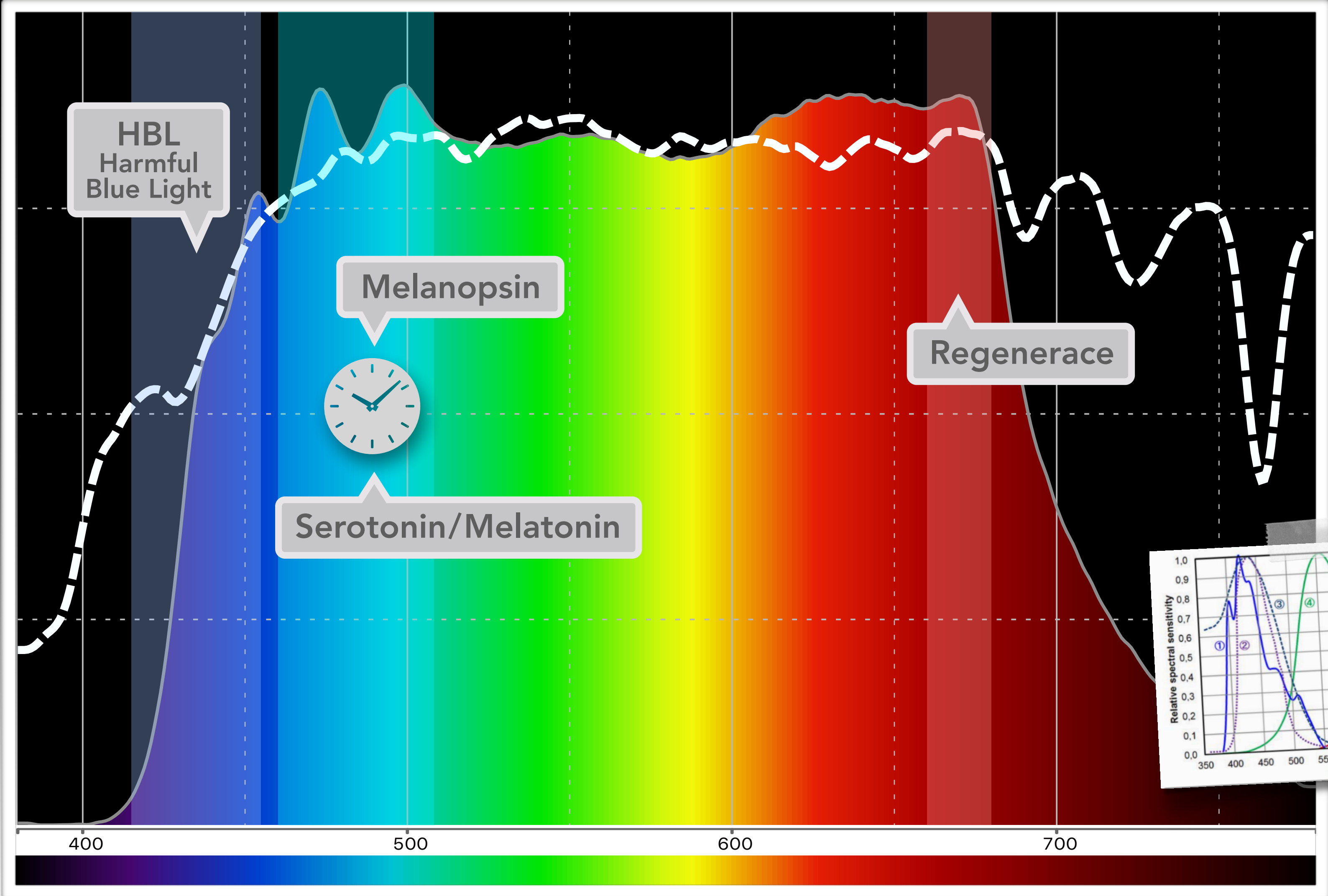
Oheň

Žárovka

Bílá LED



LED-Daylight : Spektrální pásma



Near Infrared (NIR): Neprozkoumaný potenciál

Působení světla a záření v různých "červených" pásmech vybízí k dalšímu výzkumu.



Fig. 3:

The light transmission of a human hand illuminated by an 850 nm LED source.

Note the appearance of the veins near the upper surface of the hand and the transparency of the bones.

Image source:

Bob Fosbury, Glen Jeffery

850 nm

300

400

500

600

700

800



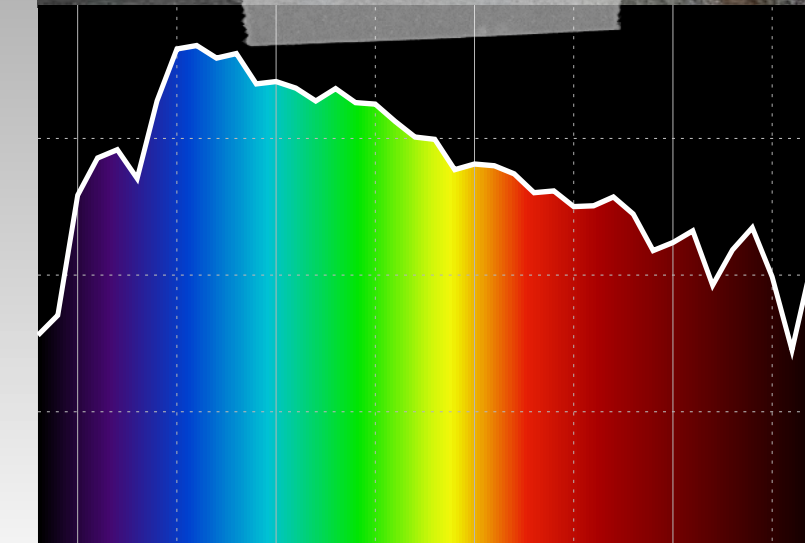
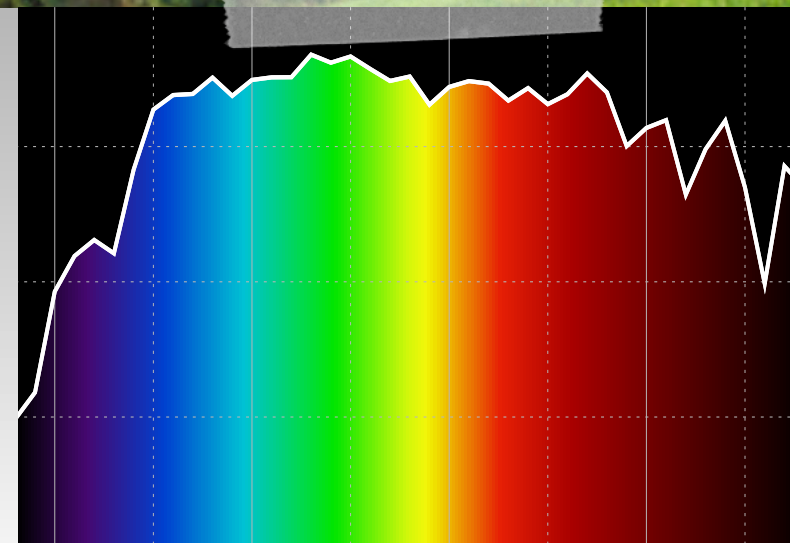
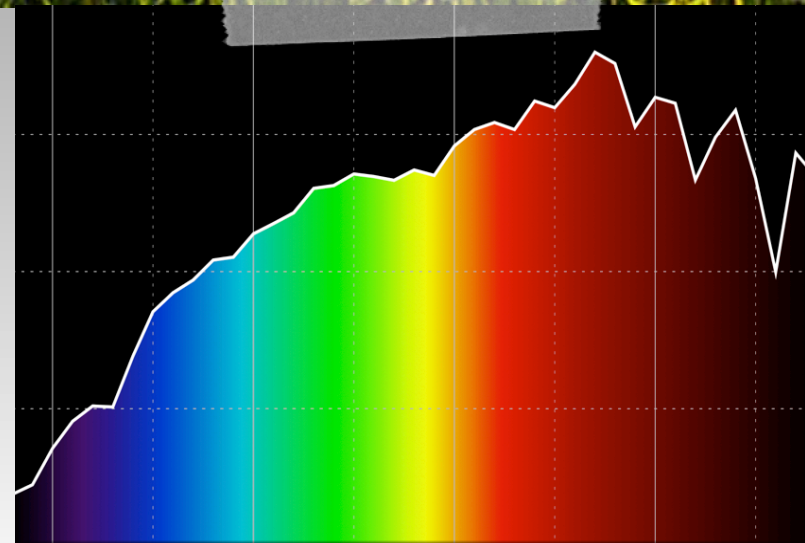
CCT : Hodnoty v reálném prostředí

4 000 K

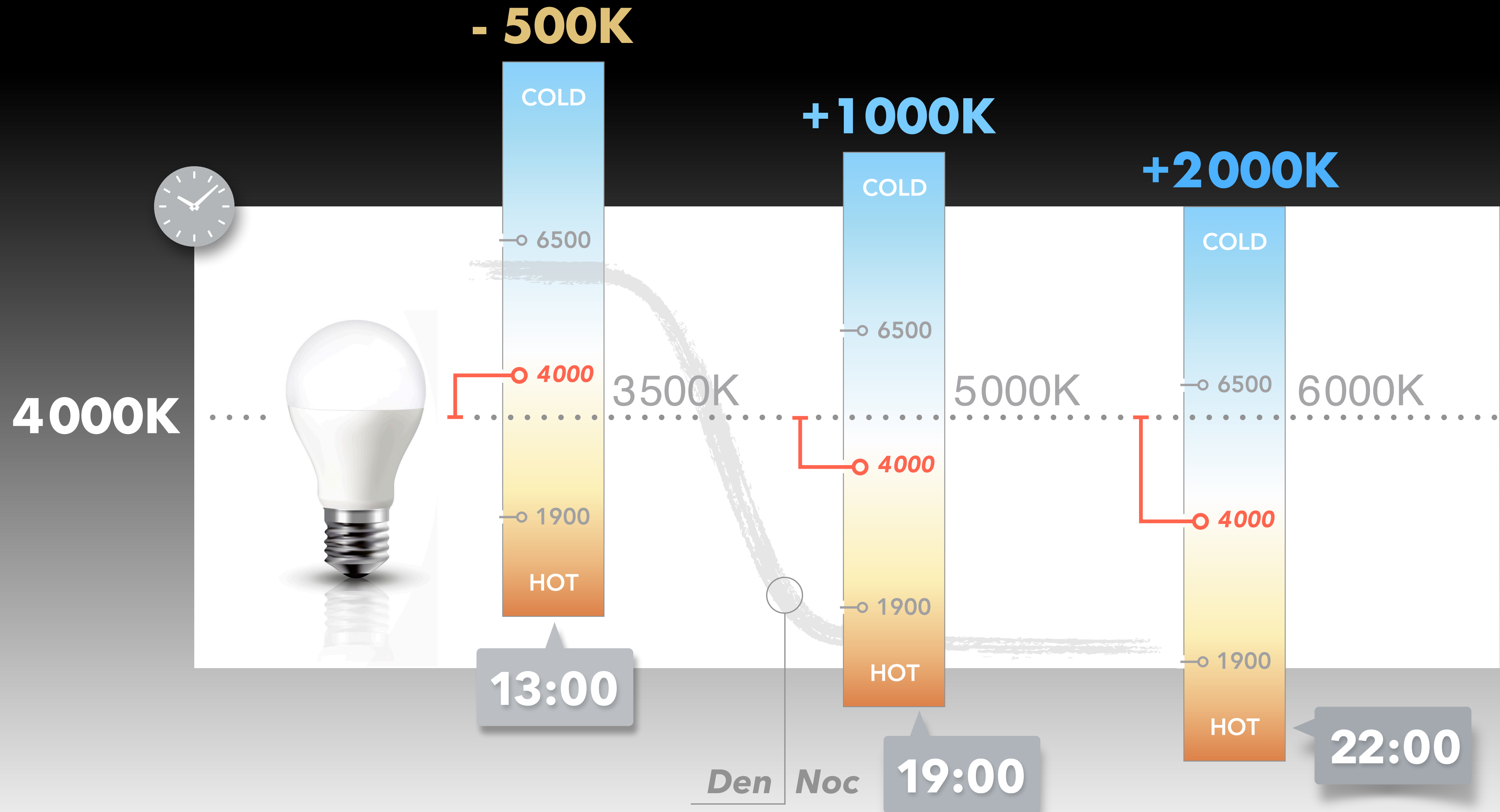


5 200 K

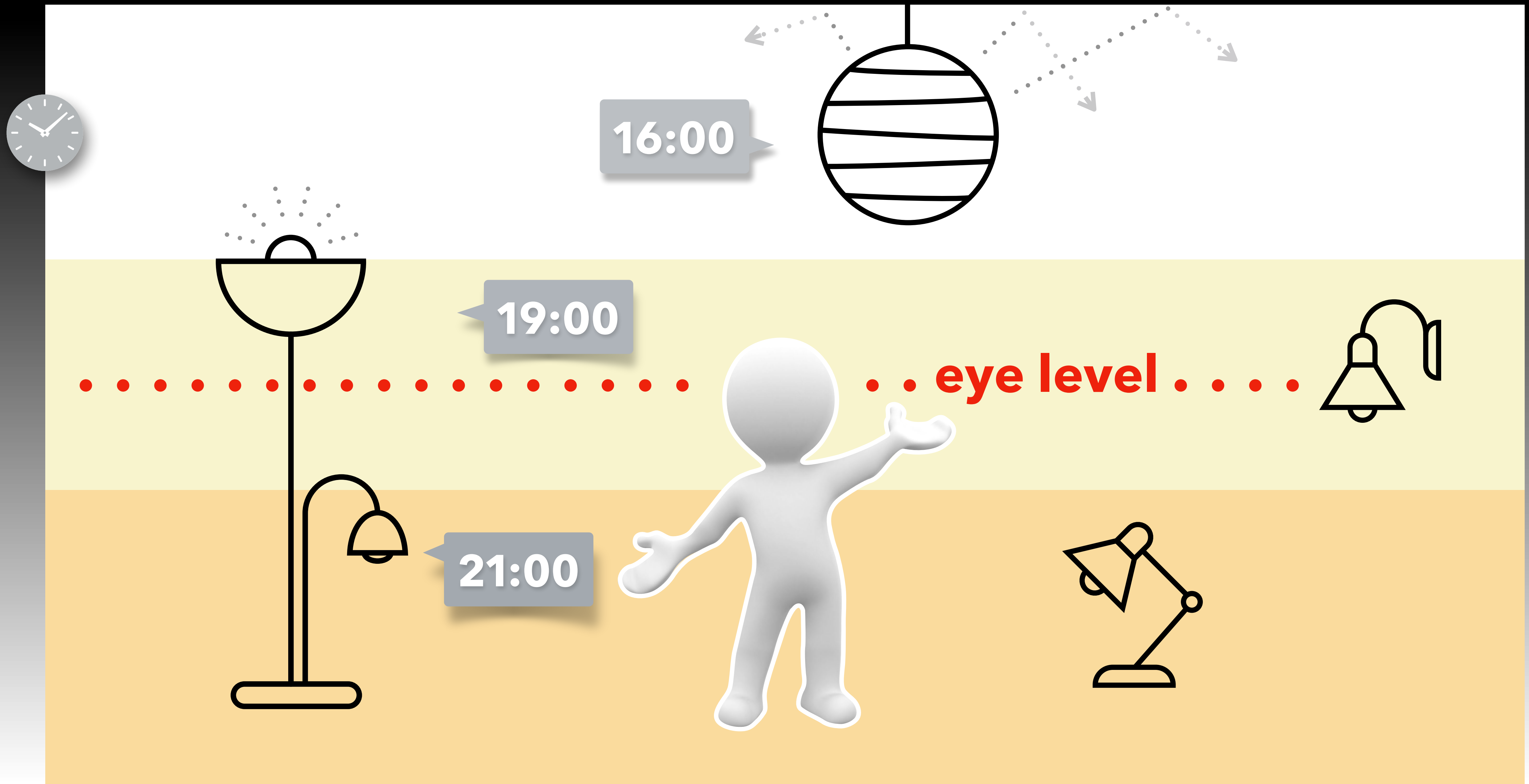
6 500 K



CCT : Závislost vjemu na kontextu - "Pocitová teplota"



Interiér : Dynamika světelné hygieny



Noční světlo

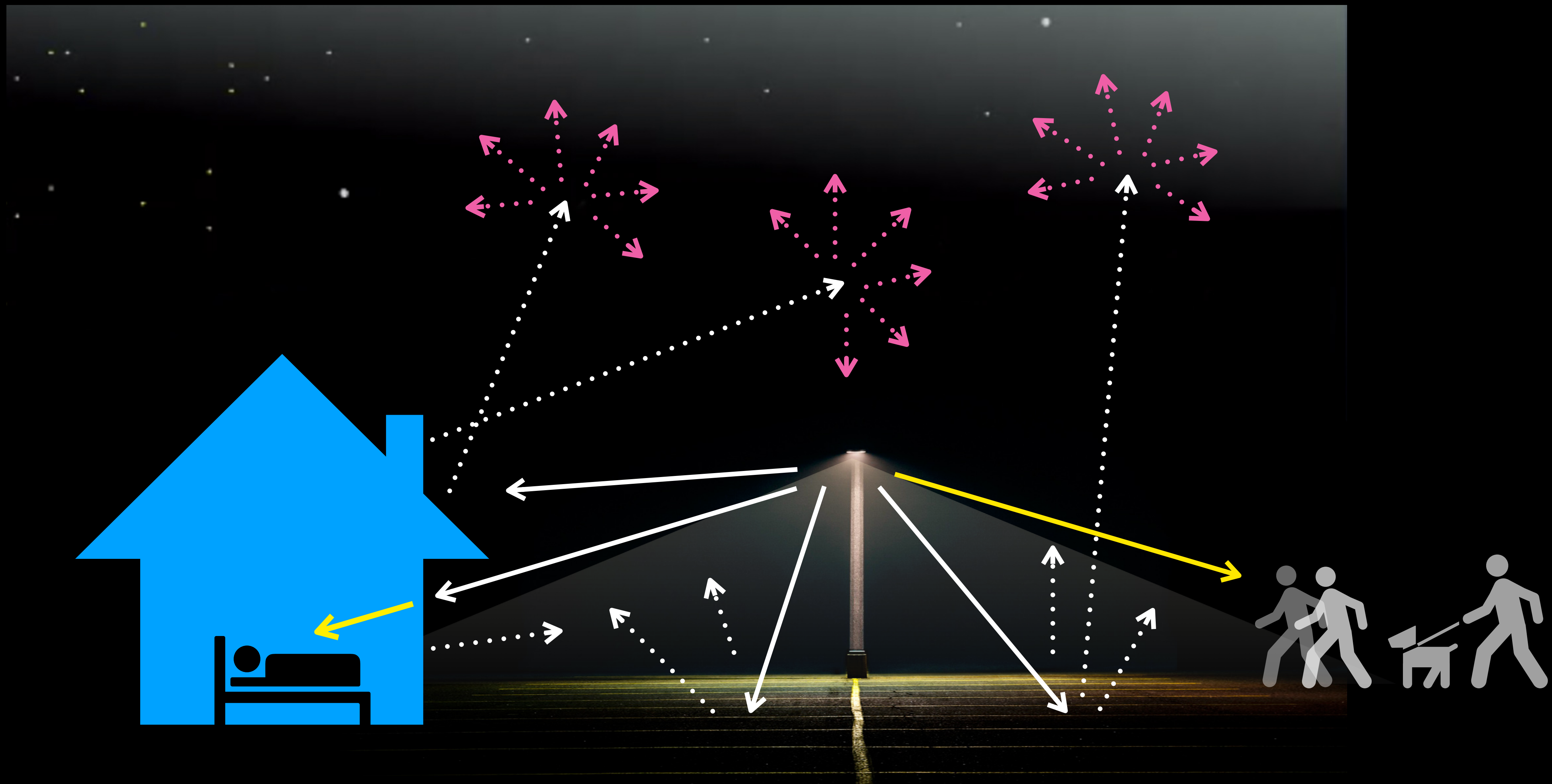


Světelné znečištění : měníme Noc na den



Světelné znečištění + Rušivé světlo

: Nevyhnutelný důsledek zdrojů umělého světla v nočním prostředí



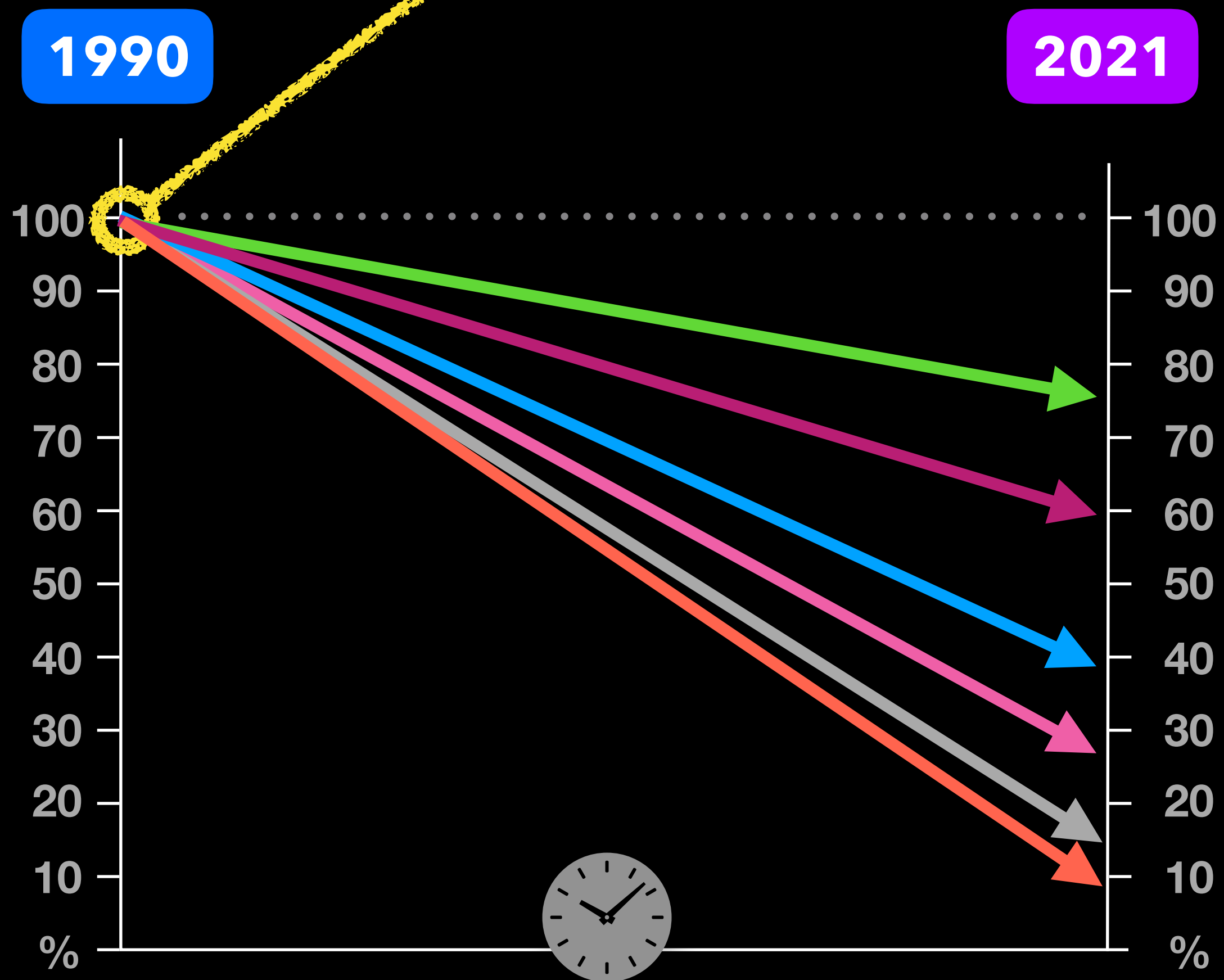
Vývoj : Znečištění životního prostředí

: výrazné omezování "hmotných" pollutantů v posledních 30 letech

+ 100 %

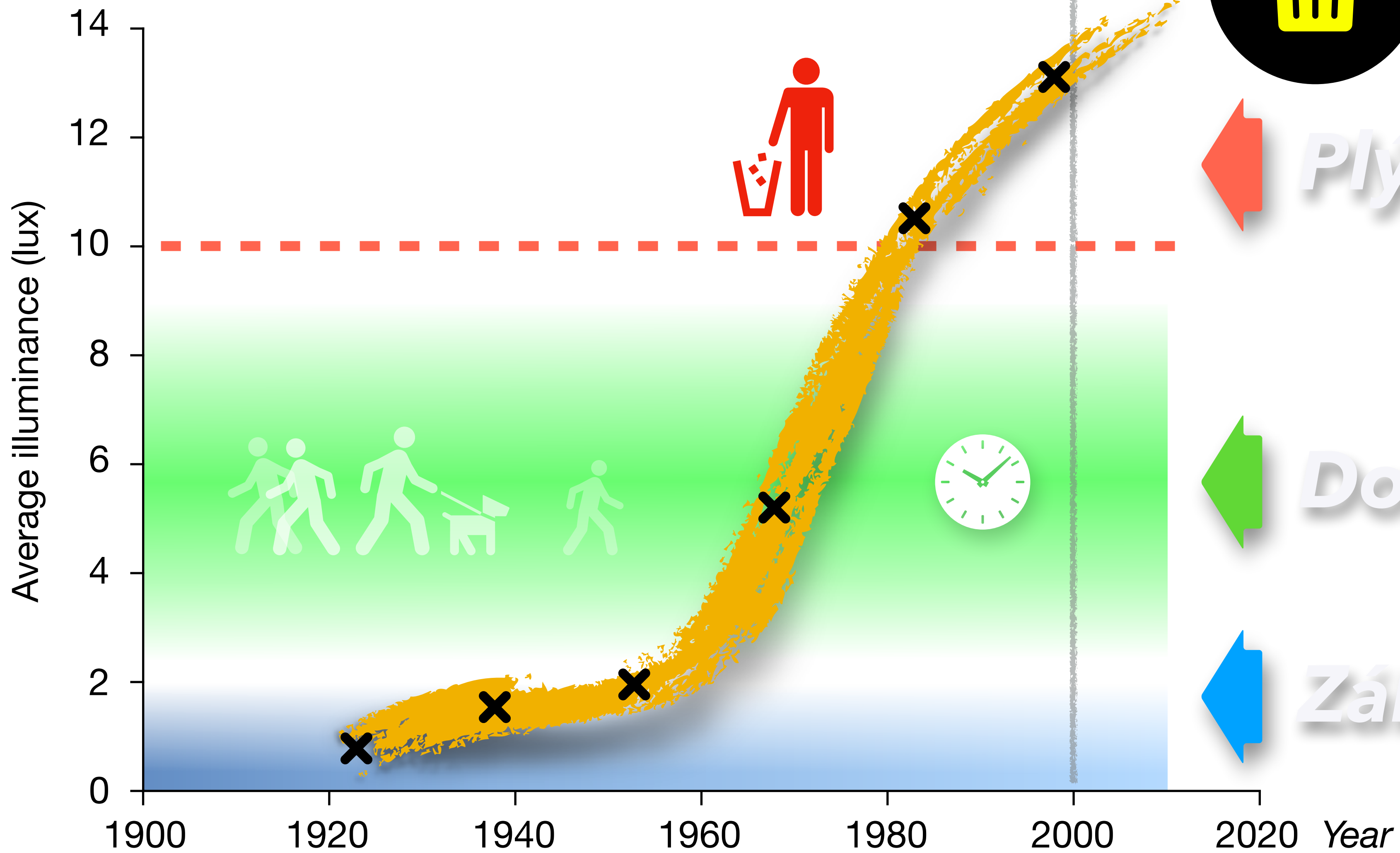


- O₃ - Ozon
- PM_{2.5} - prach
- NO₂
- CO
- Pb
- SO₂



zdroj: EPA US. Environmental Protection Agency,
<https://gispub.epa.gov/air/trendsreport/2021/#introduction>

Město : Bezpečná úroveň osvětlení



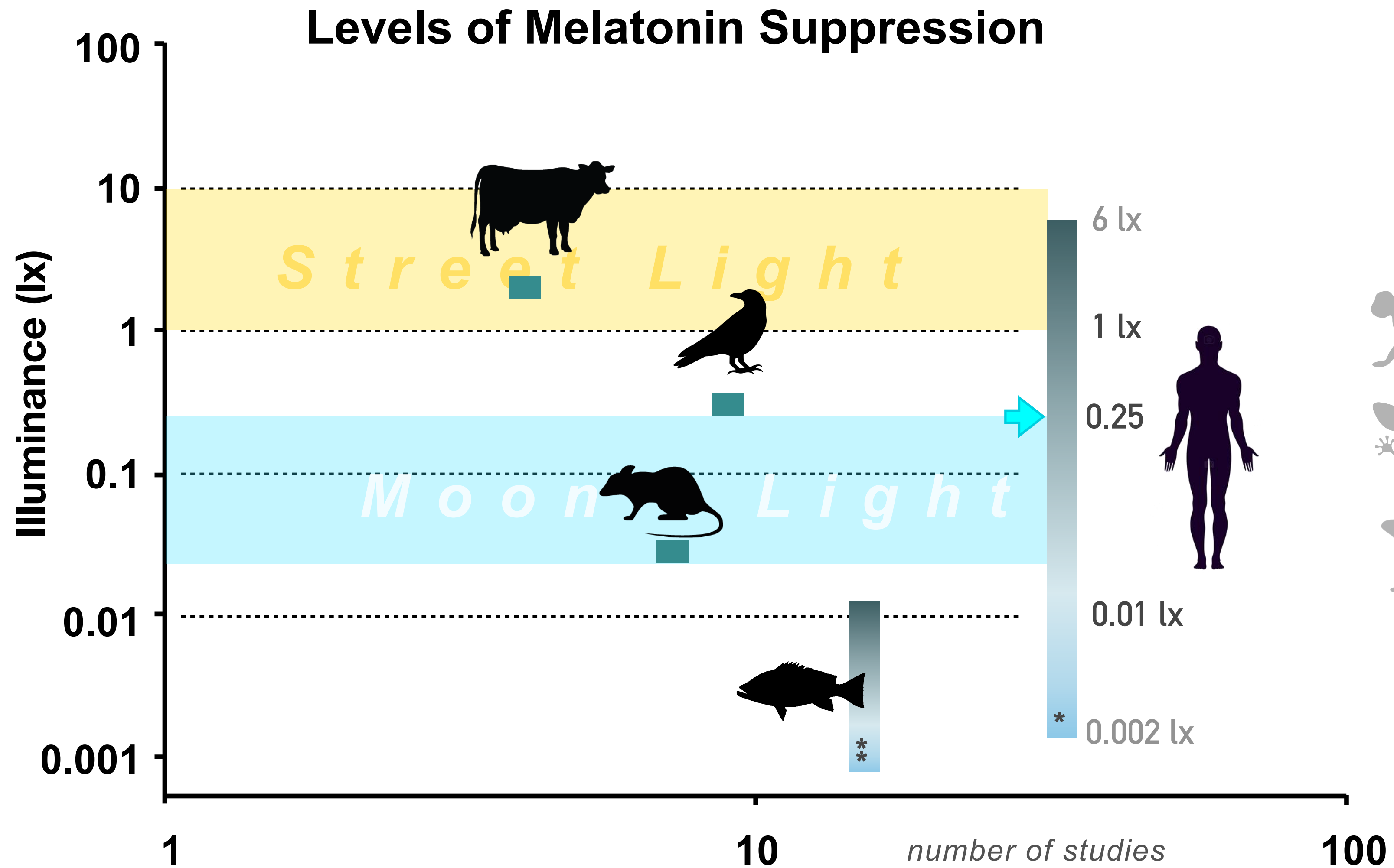
Plytvání

Doporučeno

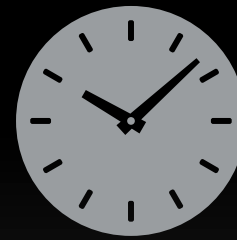
Základ

zdroj: S. Fotios, R. Gibbons, 2018
/Road lighting, United Kingdom/

Rušení NIF : Narušení hormonální rovnováhy

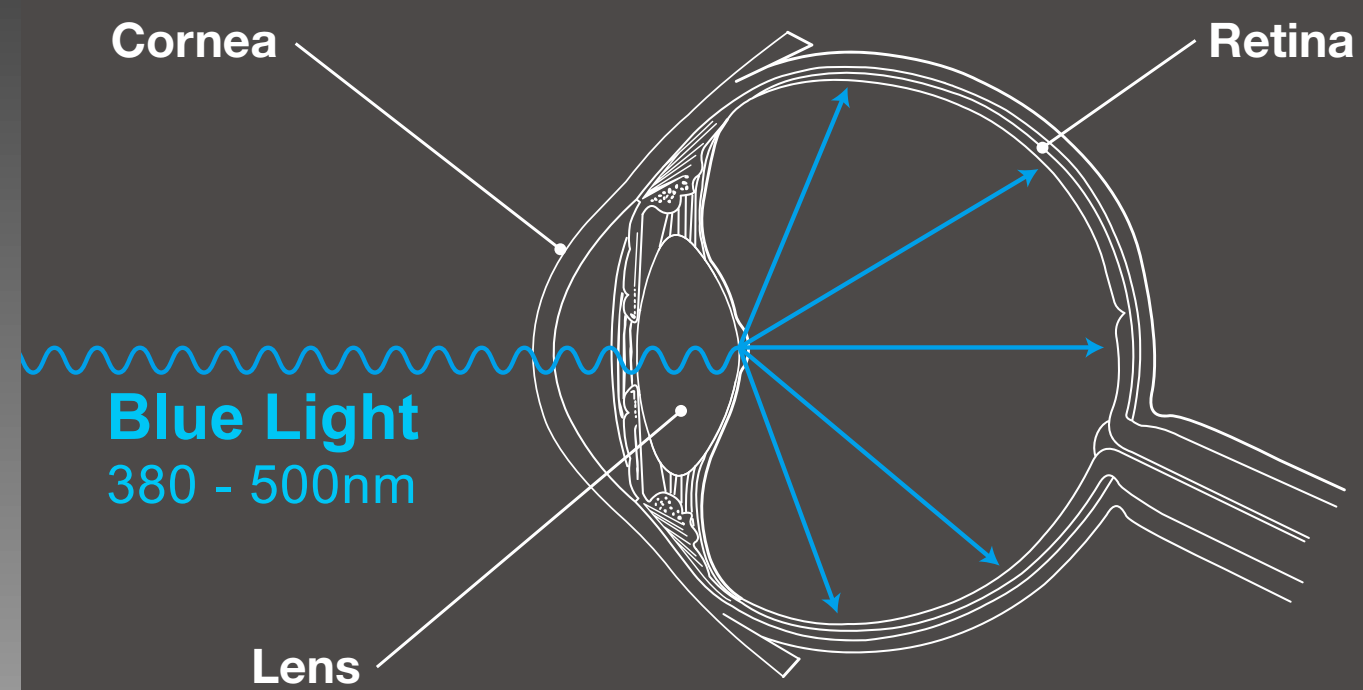


Display-Elektronika : Omezení rušivého vlivu

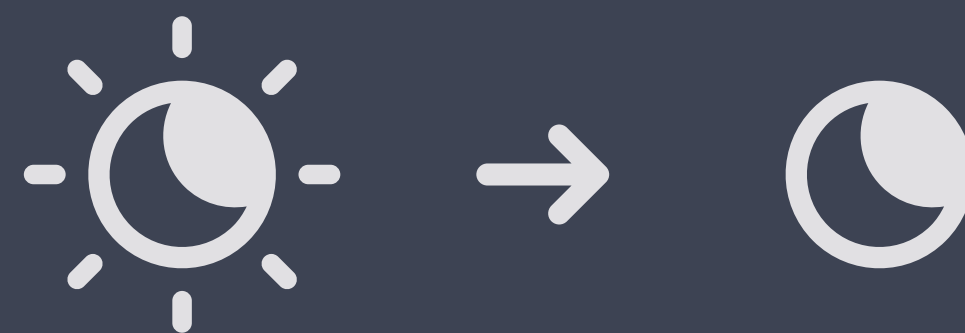
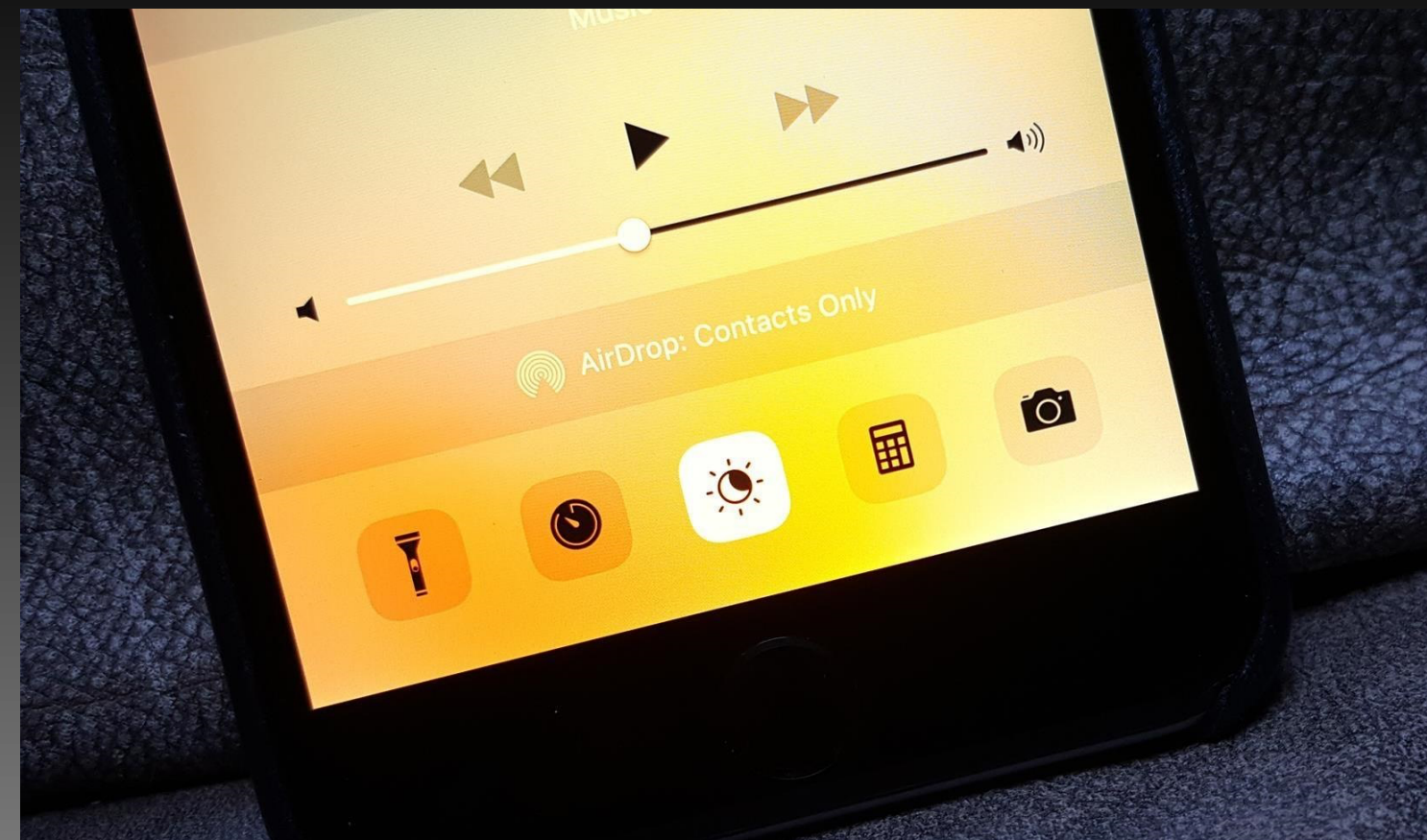


Scattering

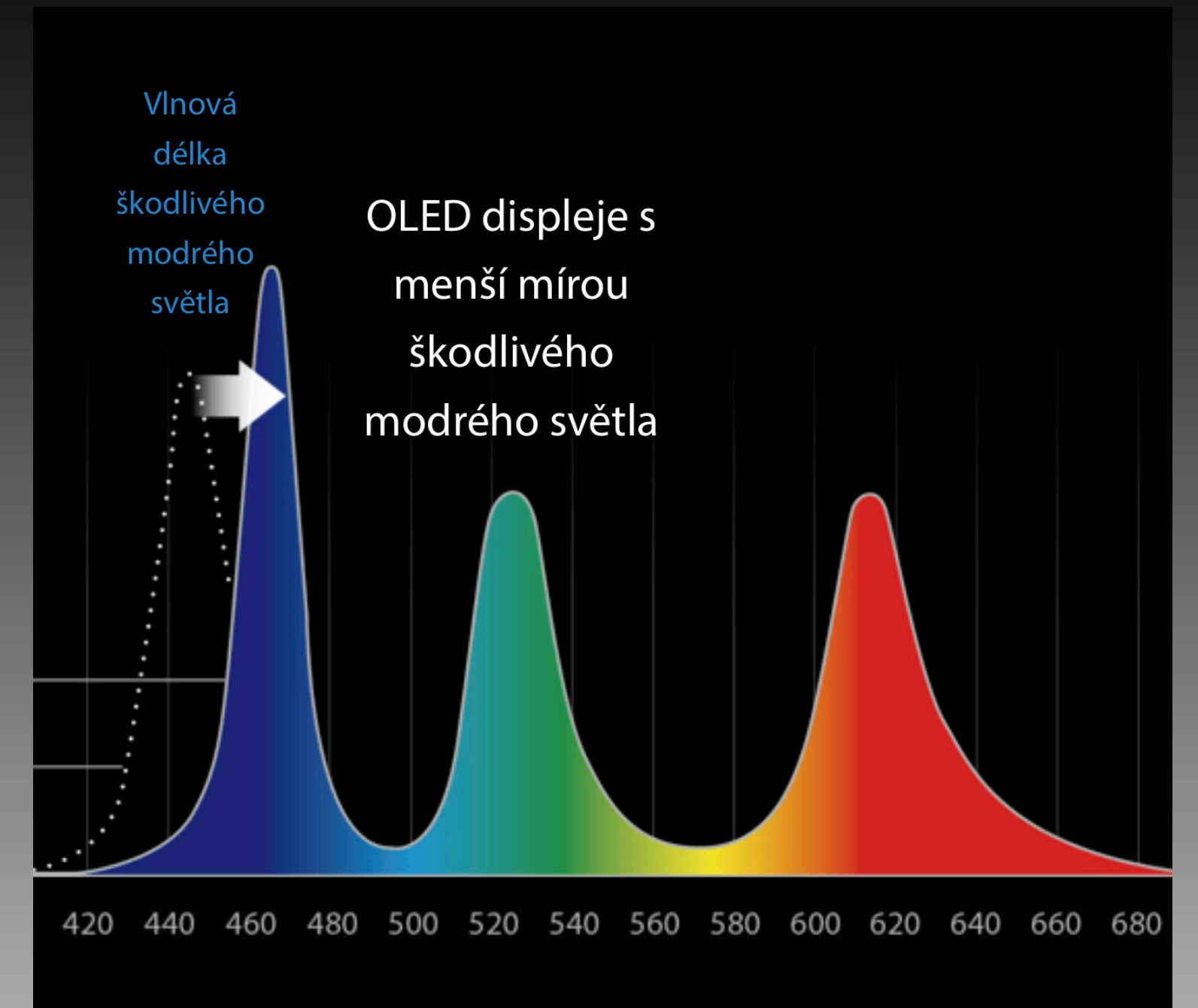
The spectrum within visible rays exhibits greater scattering the shorter they are, with scattering also occurring within the eyeball. When the light from a light source with strong blue light is scattered within the eyeball, it is perceived as glare and dazzle.



TOSHIBA /2011

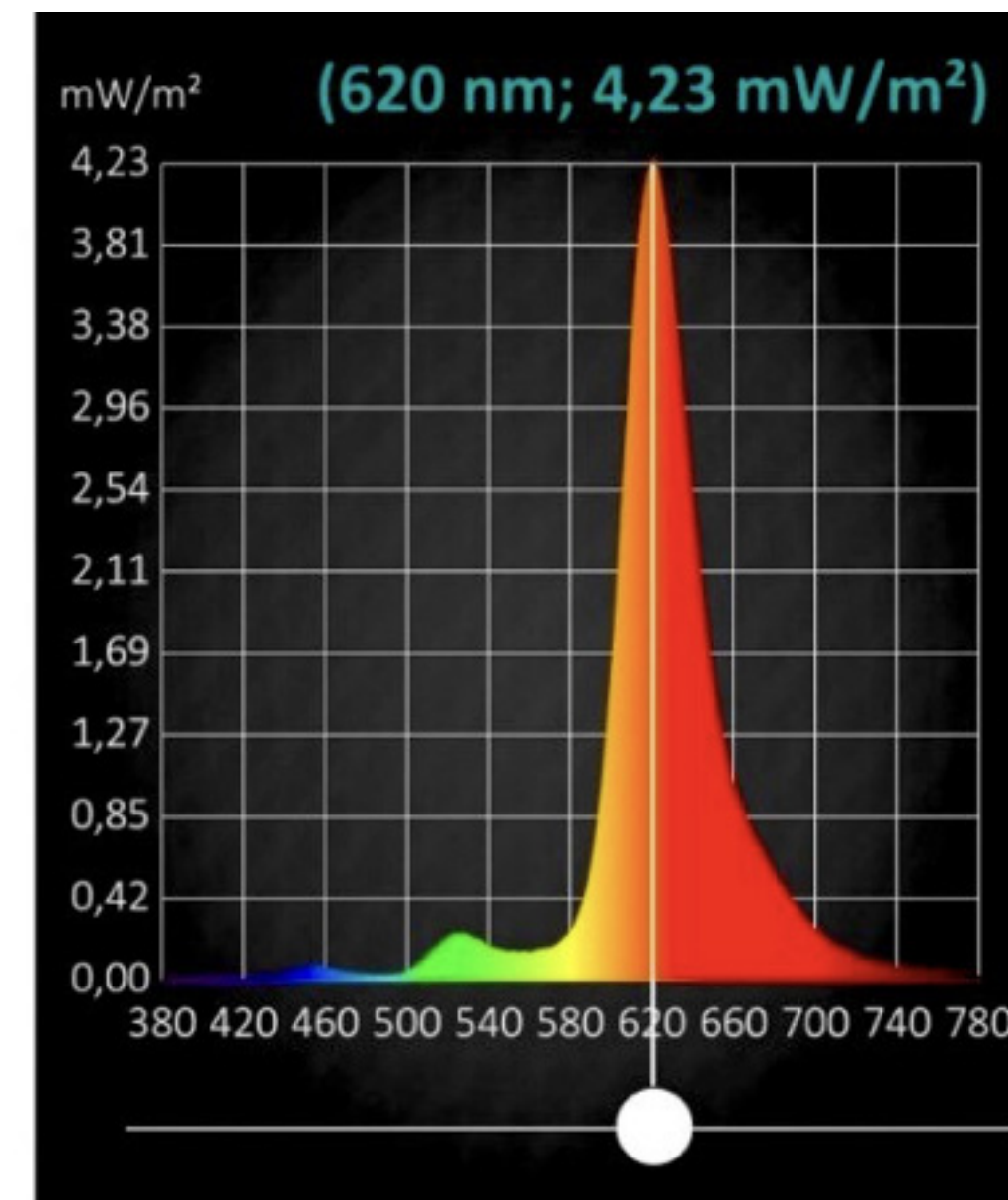
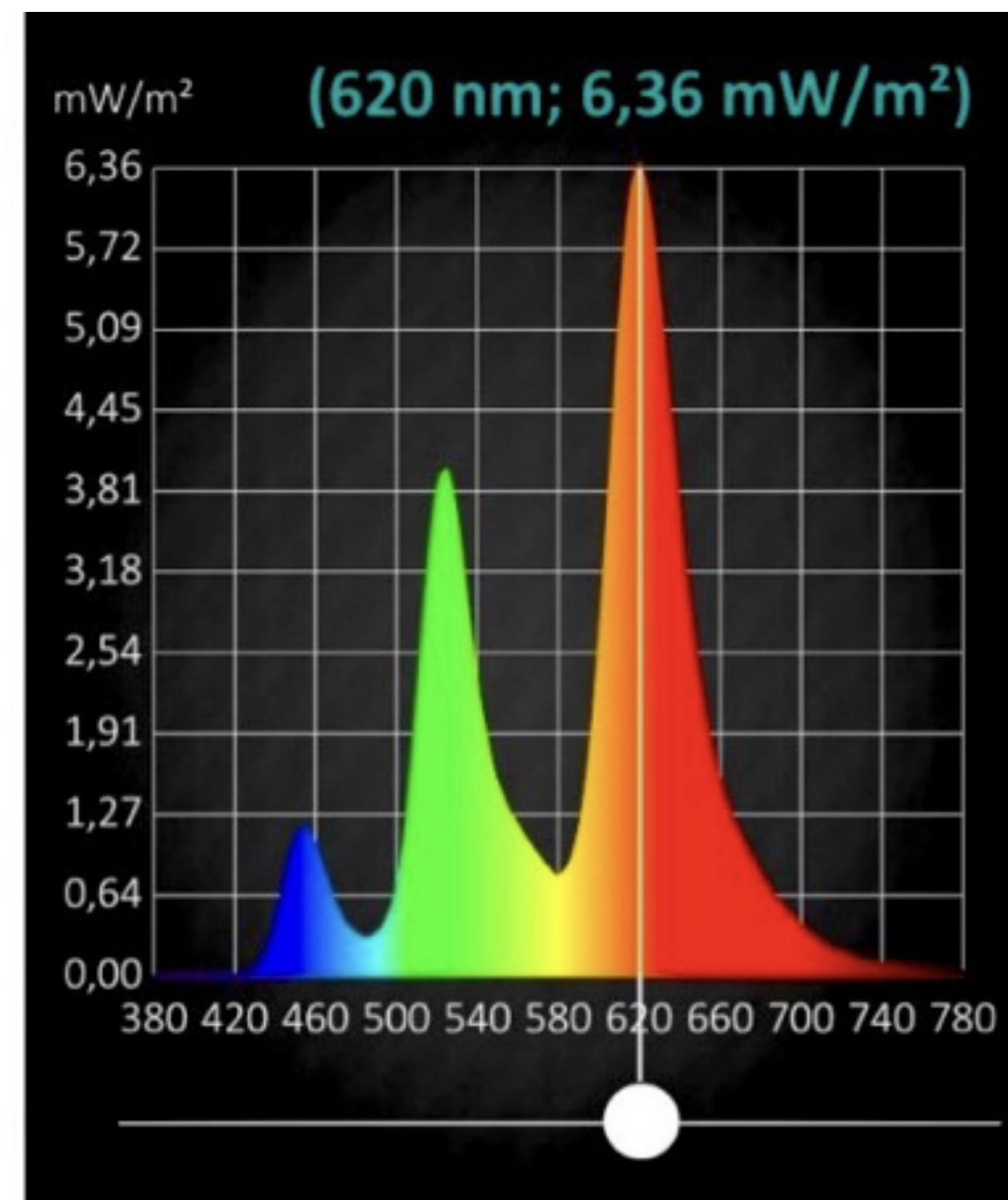
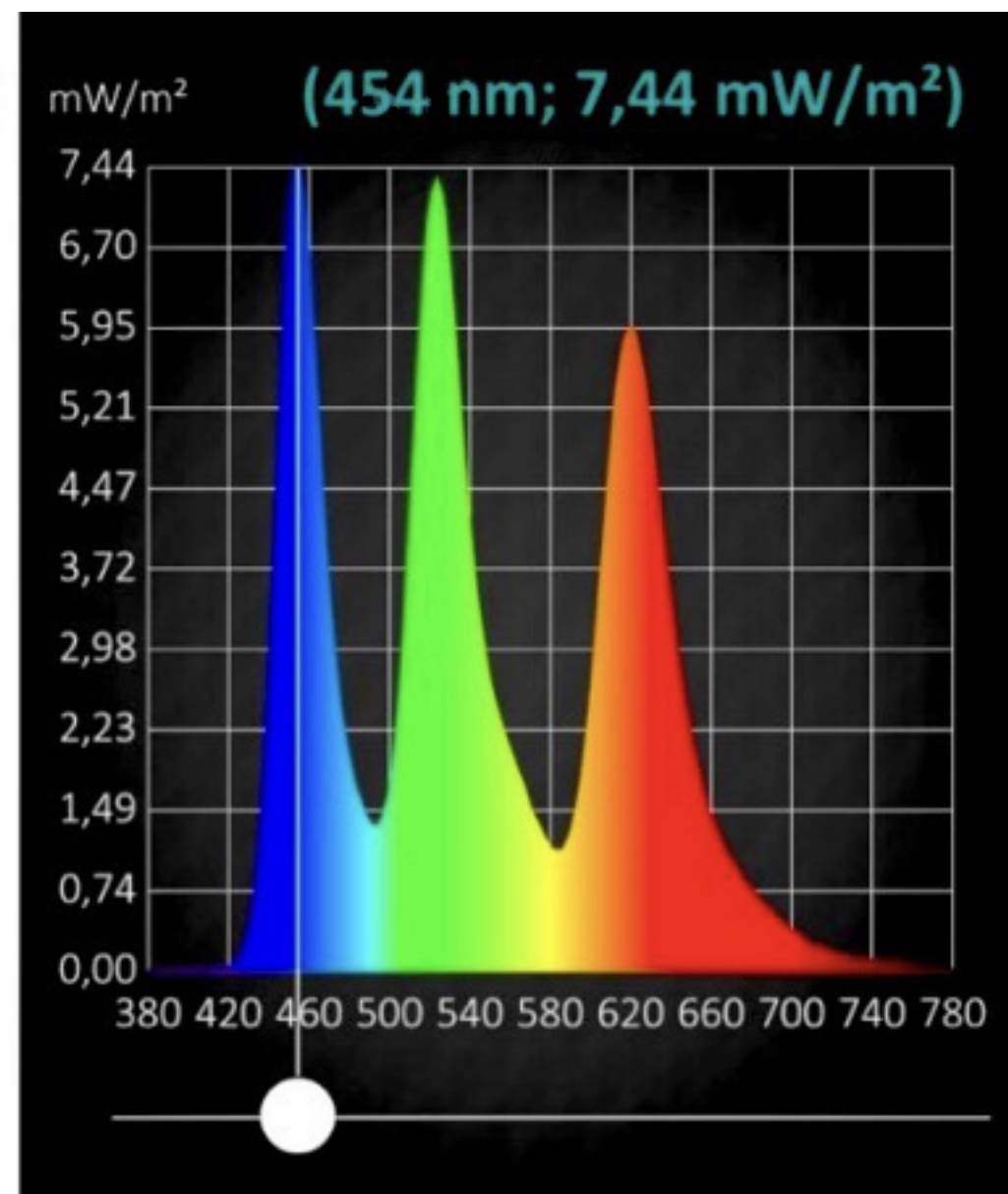
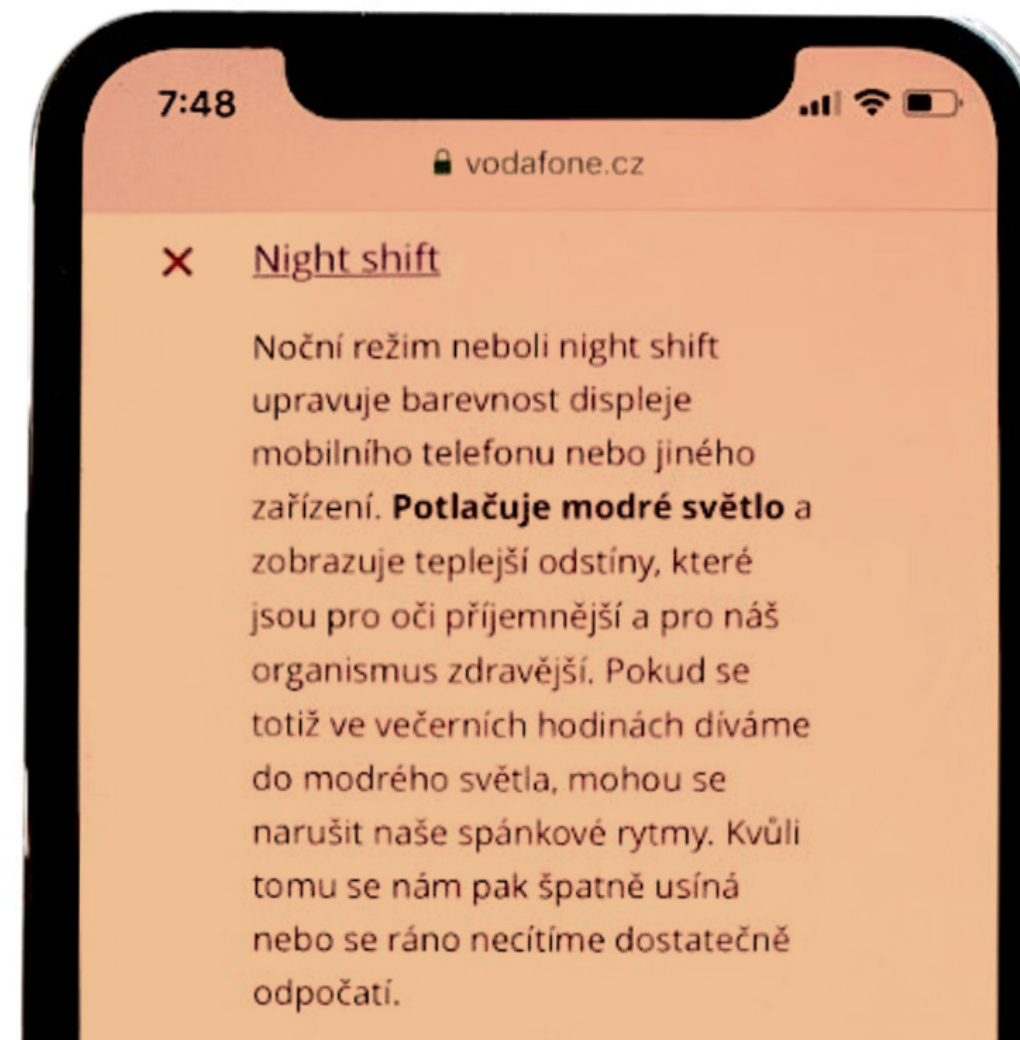
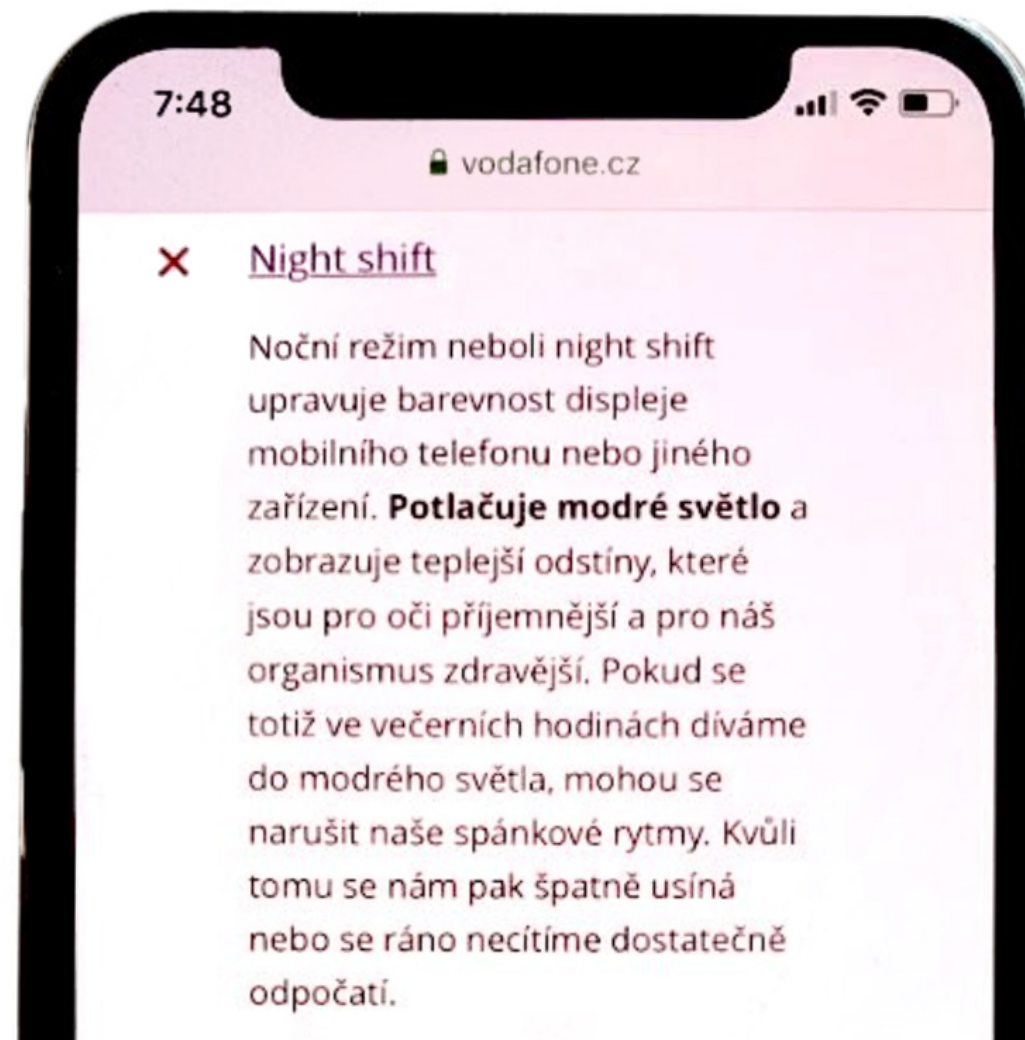


Apple /2016

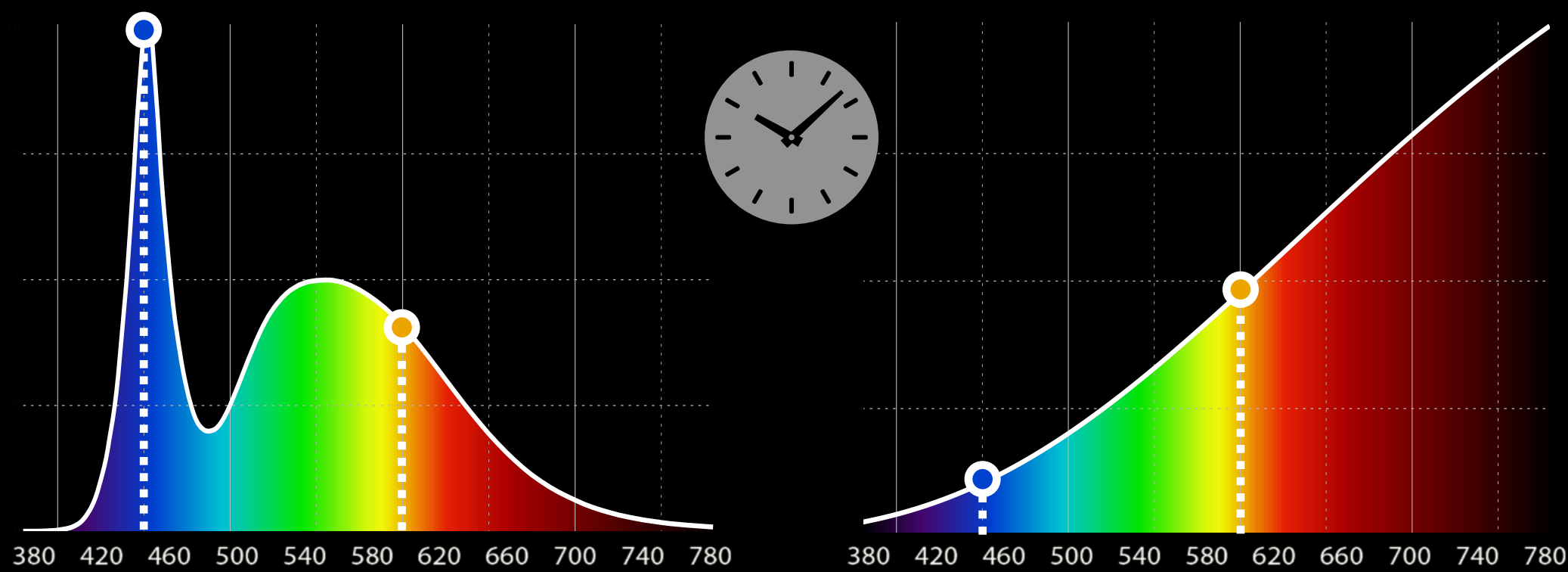
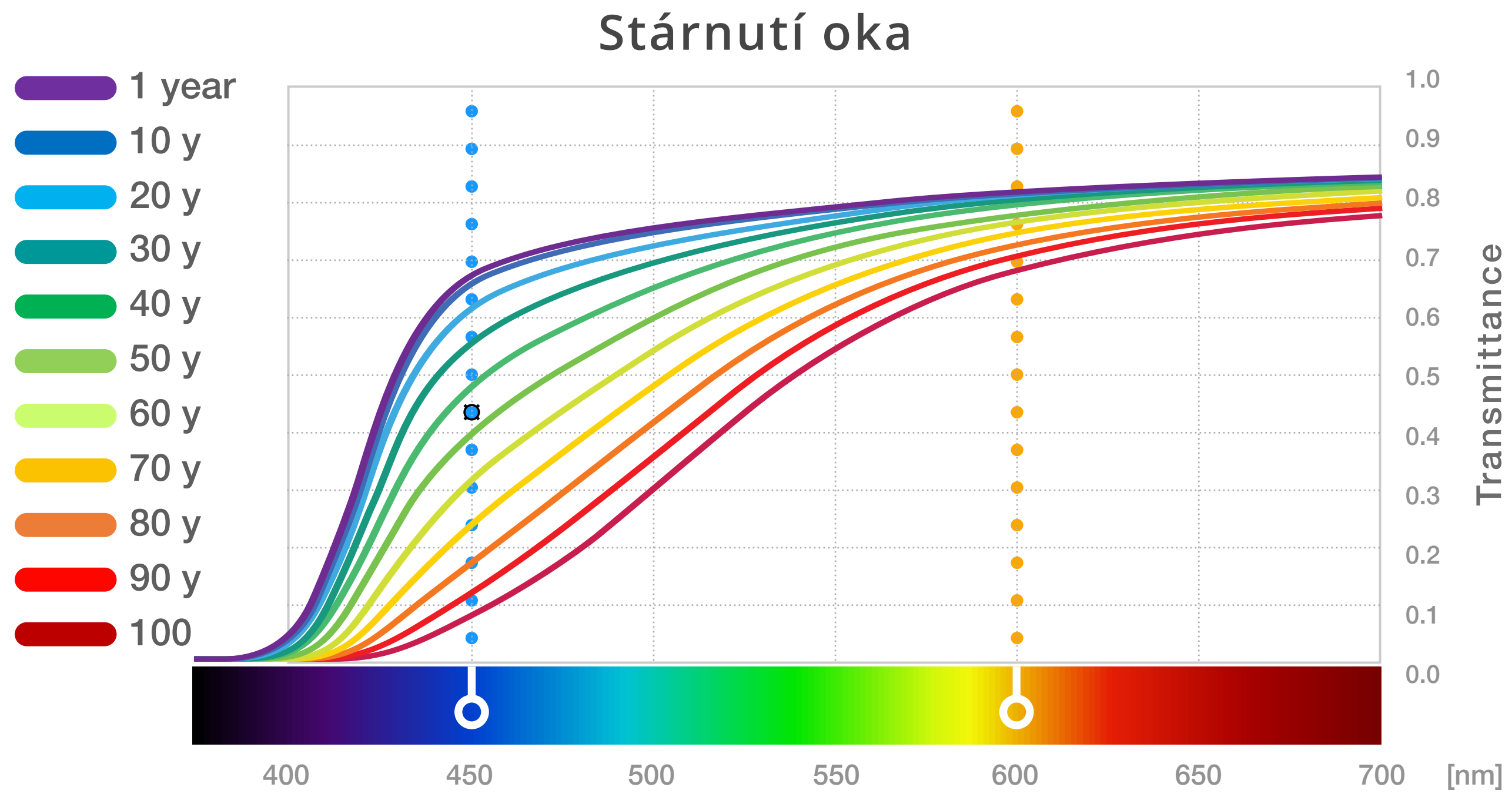


ASUS /2021

Display : Omezení rušivého vlivu



Doprava : Omezení rušení



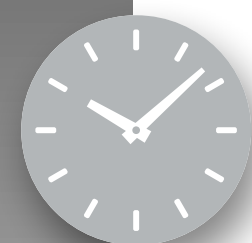
Degradace přirozeného řídicího signálu!

: Světlo je nejvýznamnější "Zeitgeber" pro živé organismy



před 1900

po 2000

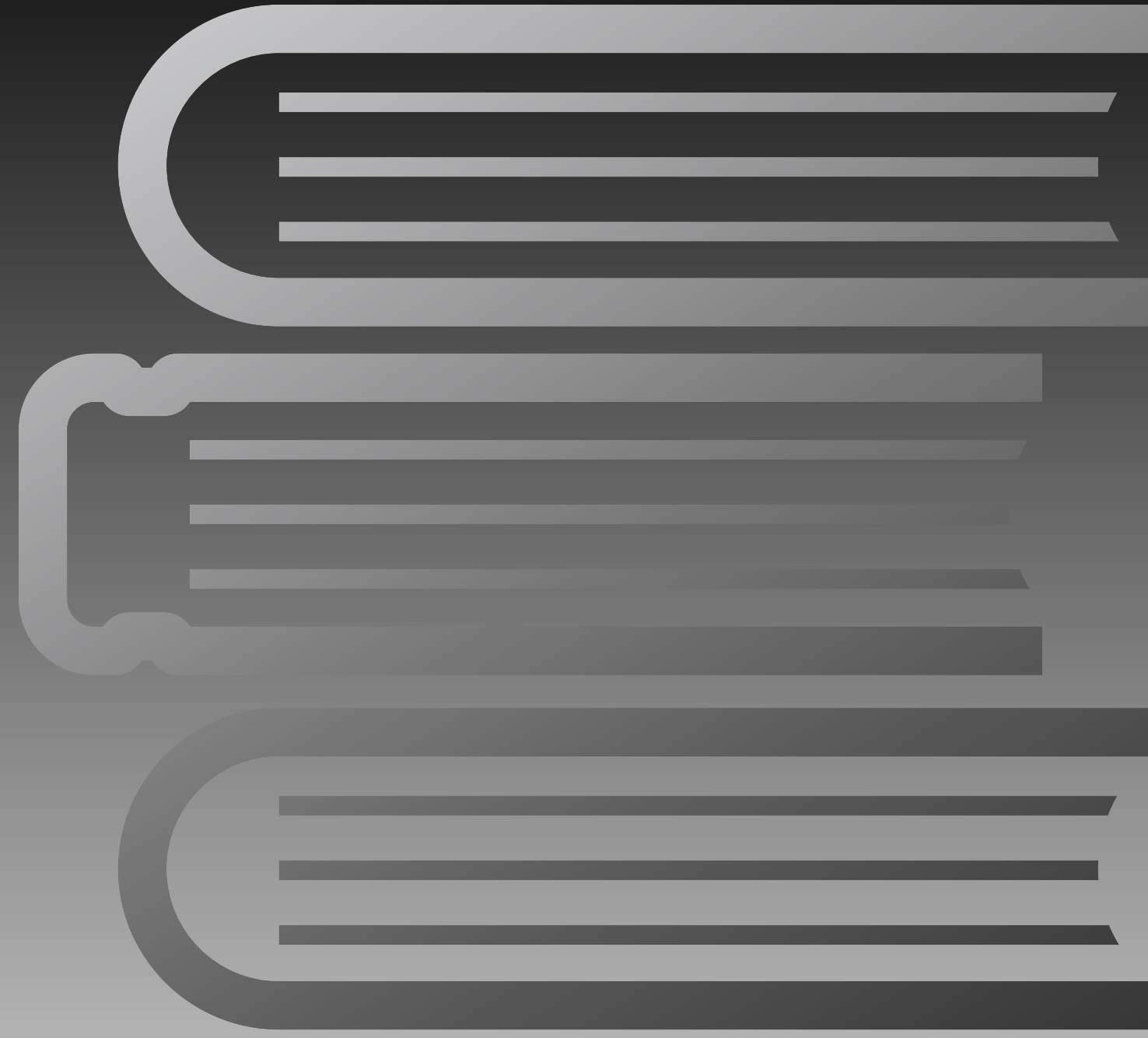


~~Intenzita~~

~~Spektrum~~

~~Časování~~

Legislativa



WHO : Definice zdraví

: podepsalo 61 zemí včetně Československa (1946)

CONSTITUTION OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION¹

THE STATES Parties to this Constitution declare, in conformity with the Charter of the United Nations, that the following principles are basic to the happiness, harmonious relations and security of all peoples:

Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.

The enjoyment of the highest attainable standard of health is one of the fundamental rights of every human being without distinction of race, religion, political belief, economic or social condition.

¹ The Constitution was adopted by the International Health Conference held in New York from 19 June to 22 July 1946, signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (*Off. Rec. Wld Hlth Org.*, **2**, 100), and entered into force on 7 April 1948.

2nd International Workshop on Circadian Photometry 2019

konsensuální doporučení 18 světových autorit pro interiérovou expozici světlem v průběhu celého dne

OPEN ACCESS

Citation: Brown TM, Brainard GC, Cajochen C, Czeisler CA, Hanifin JP, Lockley SW, et al. (2022) Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. *PLoS Biol* 20(3): e3001571. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001571>








Published: March 17, 2022

Copyright: © 2022 Brown et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Funding: The 2nd International Workshop on Circadian and Neurophysiological Photometry (2019) was funded by the Biotechnology and Biological Sciences Research Council (UK) grant BB/N014901/1 to TMB and RJL, with additional contributions from the University of Manchester Centre for Biological Timing and the Neuroscience and Mental Health Domain. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

CONSENSUS VIEW

Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults

Timothy M. Brown ^{1*}, George C. Brainard ², Christian Cajochen³, Charles A. Czeisler^{4,5}, John P. Hanifin², Steven W. Lockley^{4,5,6}, Robert J. Lucas ¹, Mirjam Münch^{3,7}, John B. O'Hagan ⁸, Stuart N. Peirson⁹, Luke L. A. Price ⁸, Till Roenneberg¹⁰, Luc J. M. Schlangen ^{11,12}, Debra J. Skene ¹³, Manuel Spitschan ^{14,15,16}, Céline Vetter ¹⁷, Phyllis C. Zee^{18,19}, Kenneth P. Wright, Jr^{20*}

1 Centre for Biological Timing, Faculty of Biology, Medicine and Health, University of Manchester, Manchester, United Kingdom, **2** Department of Neurology, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania, United States of America, **3** Centre for Chronobiology, University Psychiatric Clinics Basel, Transfaculty Research Platform Molecular and Cognitive Neurosciences, University of Basel, Basel, Switzerland, **4** Division of Sleep and Circadian Disorders, Departments of Medicine and Neurology, Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts, United States of America, **5** Division of Sleep Medicine, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, United States of America, **6** Surrey Sleep Research Centre, Faculty of Health and Medical Sciences, University of Surrey, Guildford, United Kingdom, **7** Research Centre for Hauora and Health, Massey University, Wellington, New Zealand, **8** Centre for Radiation, Chemical and Environmental Hazards, Public Health England, Chilton, Didcot, United Kingdom, **9** Sleep and Circadian Neuroscience Institute, Nuffield Department of Clinical Neurosciences, University of Oxford, Oxford, United Kingdom, **10** Institutes for Medical Psychology and Occupational, Social and Environmental Medicine, Medical Faculty, Ludwig-Maximilians University (LMU), Munich, Germany, **11** Human Technology Interaction Group, Department of Industrial Engineering and Innovation Sciences, Eindhoven University of

Ekonomické dopady nevhodného osvětlování

: konsensuální doporučení 18 světových autorit pro interiérovou expozici světlem v průběhu celého dne

CONSENSUS VIEW

Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in

Published: March 17, 2022

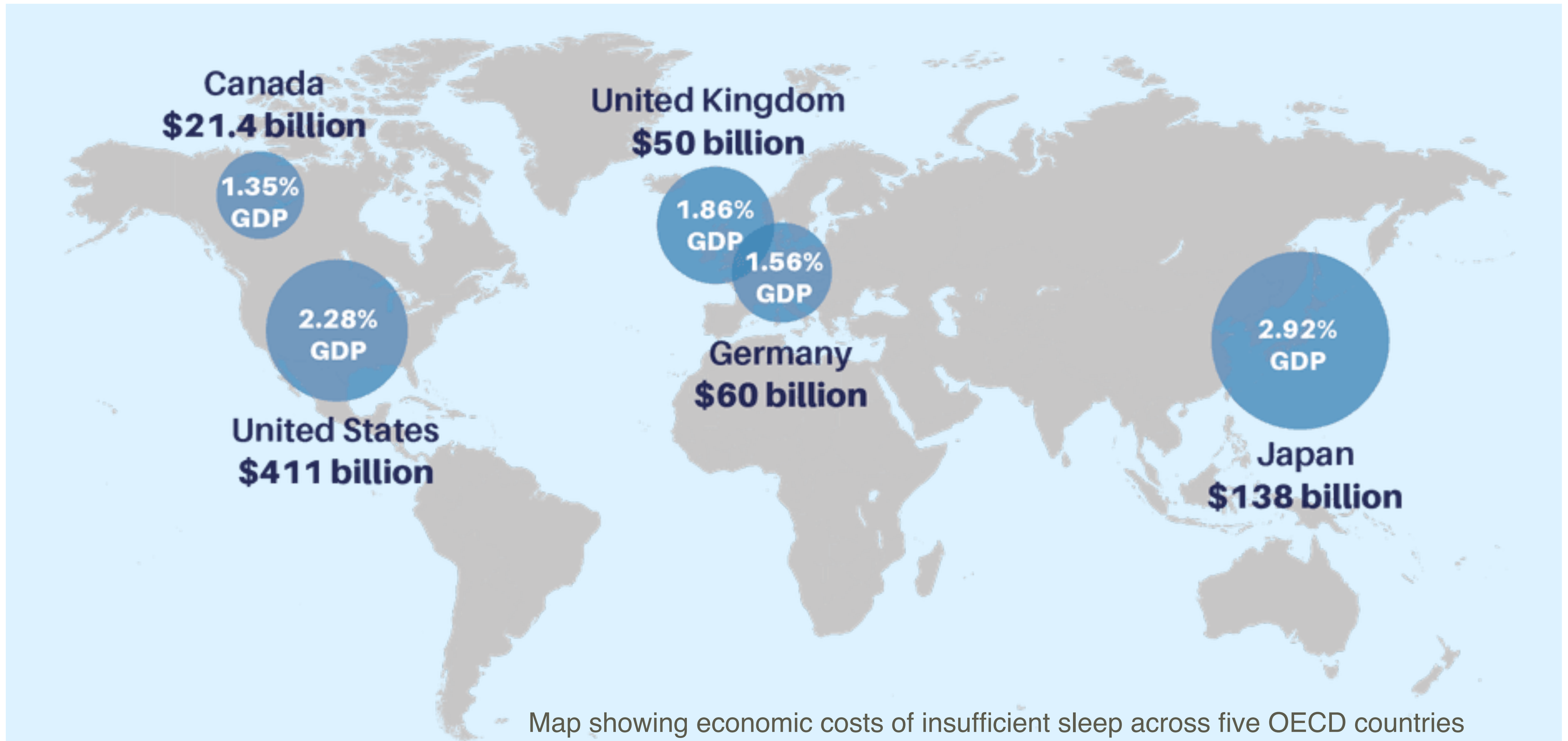
impacts on the incidence of common and costly health complications associated with circadian disruption (e.g., cardiovascular disease, diabetes, and cancer), benefits associated with improved sleep alone could potentially be substantial [76]. Indeed, insufficient sleep is estimated to cost the United States 2.4% GDP, due absenteeism, accidents, reduced productivity, etc. [76,77]. Moreover, even comparatively modest improvements for those with poor sleep (<6 hours sleep/night increased to 6 to 7 hours/night) are predicted to increase US GDP in the order 1.7% or approximately 300 billion USD/year [77].

76. Koritala BSC, Cakmakli S. The human circadian clock from health to economics. *Psychiatry J.* 2018; 7(4):176–96. <https://doi.org/10.1002/pchj.252> PMID: 30456783
77. Hafner M, Stepanek M, Taylor J, Troxel WM, van Stolk C. Why sleep matters-the economic costs of insufficient sleep: A cross-country comparative analysis. *Rand Health Q.* 2016; 6(11).



Spánková deprivace: Ekonomické ztráty

Vlády vyspělých ekonomik se začínají zajímat o náklady spojené s narušeným spánkem.





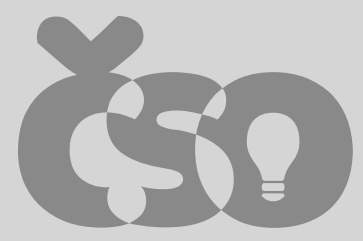
Legislative: EU Nature Restoration Law

NAŘÍZENÍ (EU) 2022/869: Světlo je oficiálně považováno za standardní **polutant**.

(49) Vědecké důkazy nasvědčují tomu, že umělé světlo má negativní dopad na biologickou rozmanitost. Umělé světlo může mít dopad i na lidské zdraví.

Při vypracovávání svých národních plánů na obnovu přírody podle tohoto nařízení by členské státy měly mít možnost zvážit odstranění, omezení nebo nápravu světelného znečištění ve všech ekosystémech.

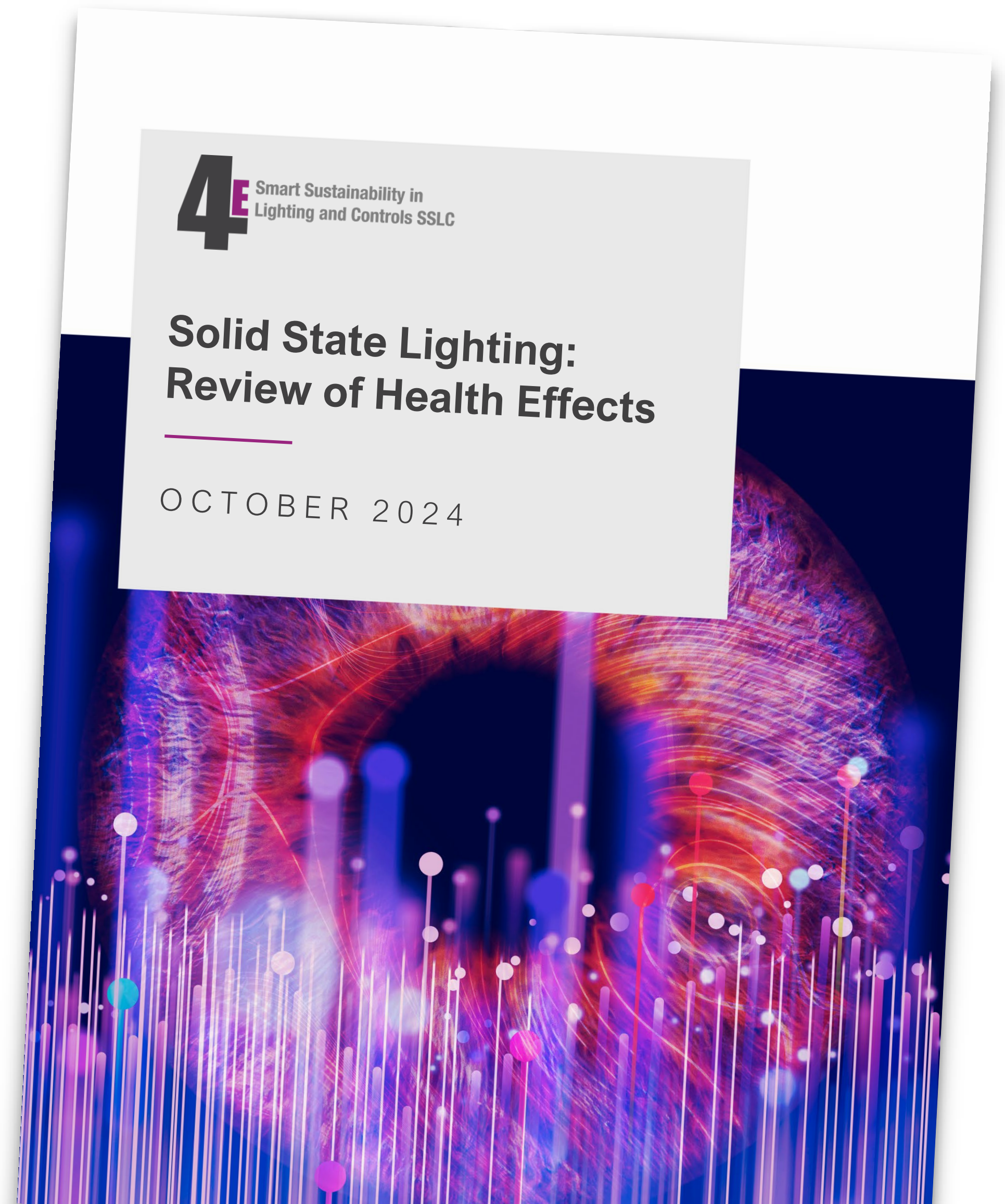
The screenshot shows the official website of the European Council and Council of the European Union. The header includes the logos and names of both institutions. The page is titled "Nature restoration law: Council gives final green light" and is dated 17 June 2024. The main text states that the Council has formally adopted a regulation on nature restoration, aiming to restore at least 20% of the EU's land and sea areas by 2030 and all ecosystems in need of restoration by 2050. It also mentions that the law sets specific, legally binding targets and obligations for nature restoration in various ecosystems, from terrestrial to marine, freshwater, and urban.



International Energy Agency(4E): LED-Health Effects

Mezinárodní průmysl si uvědomuje spojitost zdravotních dopadů u moderních zdrojů LED.

"Tato zpráva se zabývá zdravotními účinky polovodičového osvětlení (LED) používaného pro aplikace obecného osvětlení, aby podpořila zákonodárce s výkladem a pokyny, když zvažují, zda přijmout opatření, jako jsou požadavky na produkty nebo veřejné vzdělávání, v záležitostech souvisejících se zdravím. Důraz je kladen na zdravotní účinky na člověka..."





CIE 2024: Správné Světlo ve Správný Čas

"Světlo spouští biologické účinky, které mocně regulují lidské zdraví, výkonnost a pohodu."

"Nízká melanopická osvětlenost EDI (řádově 1/25 denní expozice nebo méně) večer usnadňuje přípravu na spánek a jeho zahájení."



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

CIE Position Statement on Integrative Lighting

3rd Edition¹

RECOMMENDING PROPER LIGHT AT THE PROPER TIME

Background

Light is defined as any electromagnetic "radiation that is considered from the point of view of its ability to excite the visual system" (CIE 2020a, term 17-21-012), which occurs by direct stimulation of the classical retinal photoreceptors: the rods and cones. In addition to enabling vision, retinal photoreceptors also connect to diverse brain locations through which light triggers biological effects that **powerfully regulate human health**, performance and well-being. Exposure to light elicits fast responses (in the range of milliseconds and seconds) in the pupillary reflex or in brain activity. These fast effects can include an increase in heart rate and changes in brain activity as measured with an electroencephalogram (EEG), among other physiological outcomes. On a somewhat slower time course (minutes rather than milliseconds), light exposure can improve alertness, influence thermoregulation, and alleviate seasonal and non-seasonal depression. Light is also **the main synchronizer of the human biological clock**. Depending on the timing and intensity of the exposure, light exposure can shift the phase of the circadian rhythm acting on the scale of days and weeks, and can regulate the timing and quality of sleep. Light in the evening and at night **can disrupt sleep** and can cause acute suppression of the nocturnal release of the hormone melatonin.

Státní politika životního prostředí ČR 2030

s výhledem do 2050 / vydalo MŽP, listopad 2021

**Státní
politika
životního
prostředí
České
republiky
2030**

s výhledem
do 2050

1.4 Hluk a světlo



Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví



Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)



Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací



Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí

Strategický rámec rozvoje péče o zdraví v ČR do roku 2030

vládou ČR schválen 13. července 2020 (usnesení č.743)



MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Mezi rizikové faktory, které lidé ovlivňují sami svým chováním, lze zahrnout také vliv negativního působení **světla** v noci na cirkadiánní rytmus člověka, jakožto základní nástroj synchronizace lidského organismu s vnějším prostředím, a také vliv zejména **modré složky světla** na lidský organismus (ovlivnění cirkadiánního rytmu, psychického zdraví, sekrece některých hormonů atd.).

Podstatnou roli pro lidské zdraví hrají rizikové faktory vycházející z vnějšího prostředí, jako je vliv **světla** krátkých vlnových délek ve večerních a nočních hodinách a světelného znečištění obecně, znečištění jednotlivých složek životního prostředí, včetně problematiky mikroplastů, nanomateriálů aj. Nelze opomenout ani změnu klimatu a vliv z ní vyplývajících rizik pro lidské zdraví.

Negativní působení **světla** v noci na cirkadiánní rytmus člověka, jakožto základní nástroj synchronizace lidského organismu s vnějším prostředím, lze zahrnout mezi rizikové faktory, které lidé ovlivňují sami svým chováním, zejména co se týče účinků **modré složky světla** na lidský organismus (negativní ovlivnění cirkadiánního rytmu a psychického zdraví, přispění k rozvoji civilizačních chorob).

Z výše uvedených nálezů analýz je patrné, že primární prevence nemocí je oblastí, kterou je v ČR nutné zásadně posílit, a to zejména s ohledem na řadu rizikových ukazatelů zdravotního stavu obyvatel, jako je obezita, nezdravý životní styl, užívání tabáku, alkoholu apod. Je přitom nutné vytvořit dlouhodobější plán investic do této oblasti, neboť jejich návratnost nemusí být krátkodobá.

Min. Zdravotnictví: Modré světlo a spánek

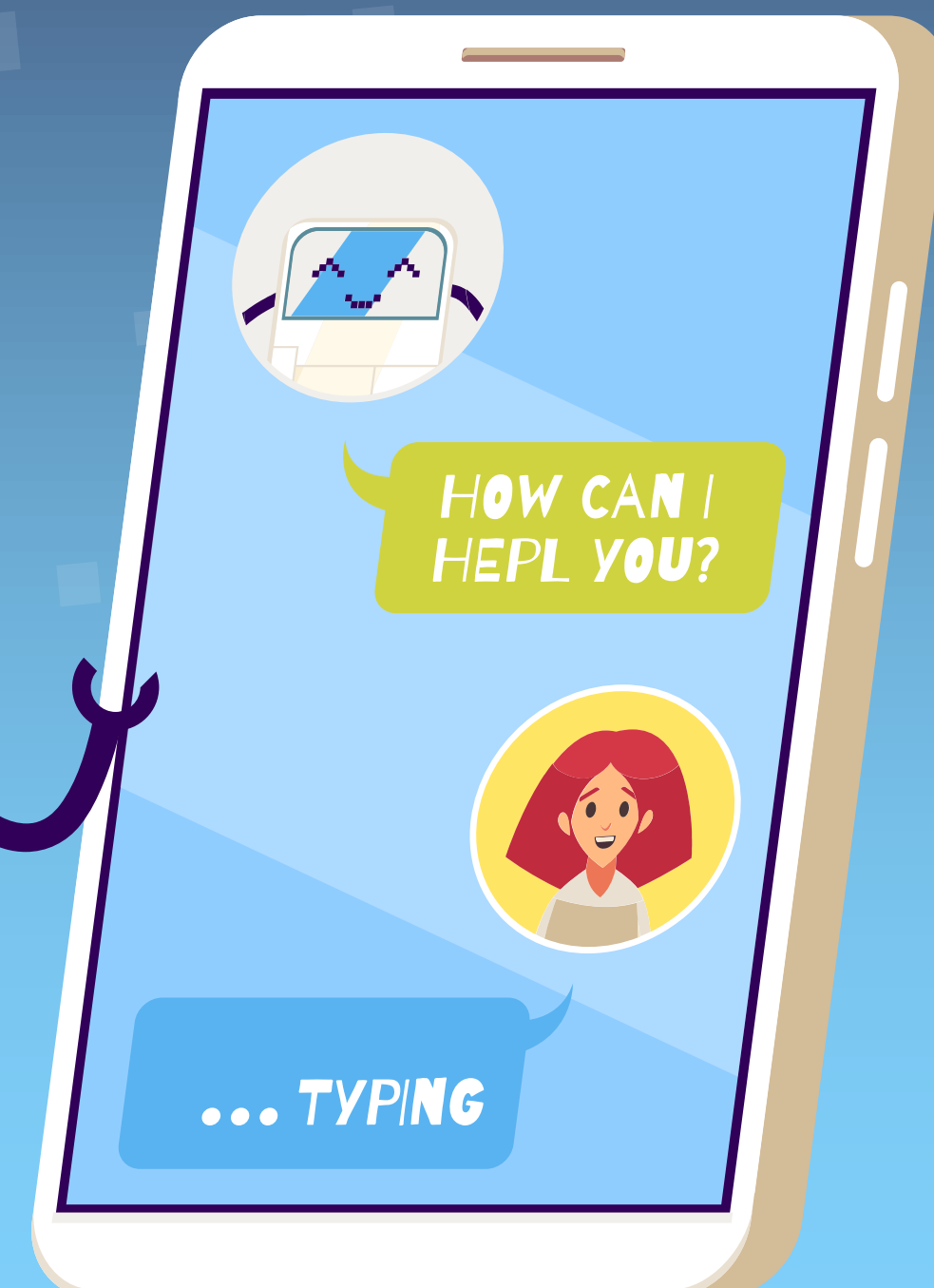
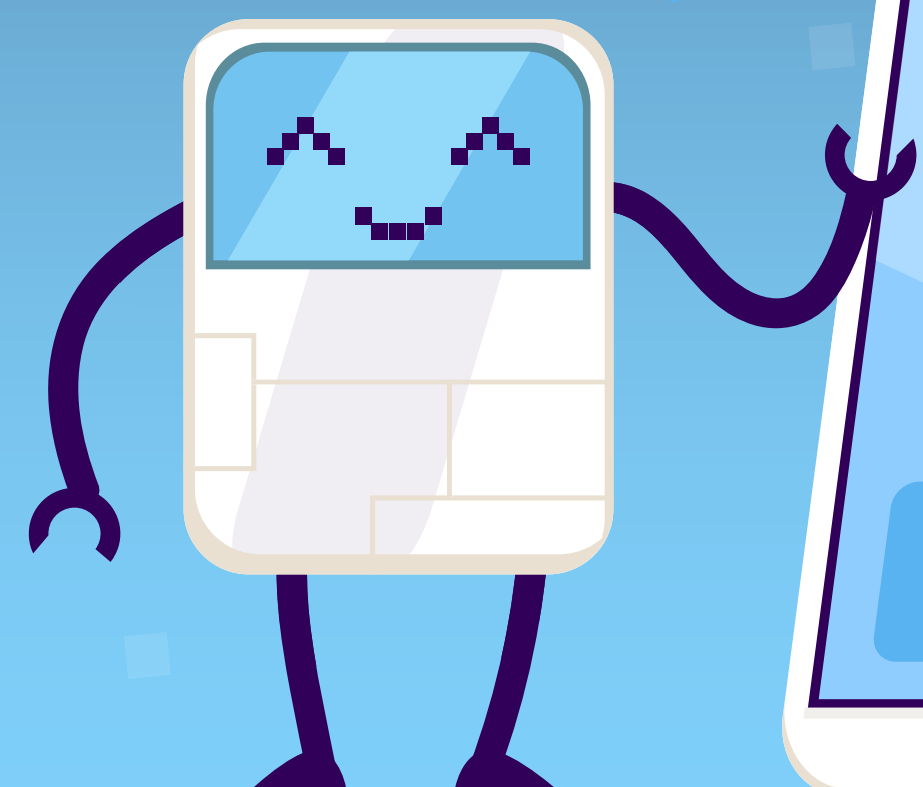
: "Zapni filtry modrého světla na el. zařízeních a zvaž nákup brýlí"

říjen 2023

Modré světlo obrazovek a kvalita spánku



MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ
ČESKÉ REPUBLIKY



Legislativa: Zákon o veřejném zdraví č.258

Zákon o veřejném zdraví uvažuje v noční době pouze o ochraně před hlukem a vibracemi.

§ 34

(1) Prováděcí právní předpis upraví hygienické limity **hluku a vibrací** pro denní a **noční** dobu, způsob jejich měření a hodnocení.

(2) **Noční** dobou se pro účely kontroly dodržení povinností **v ochraně před hlukem a vibracemi** rozumí doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou. Pro civilní mezinárodní letiště přepravující ročně více než 100 000 fyzických osob se za **noční** dobu považuje doba mezi 23.00 a 5.00 hodinou.

Neionizující záření

§ 35

(1) Neionizujícím zářením jsou elektrická a magnetická pole a elektromagnetické záření o frekvenci do $1,7 \cdot 10^{15}$ Hz.



Děkuji za pozornost.



Hynek Medřický
31. říjen 2024