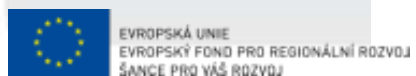


## Fyzikální vlivy na zdraví

březen 2023

Jan Hollan,  
Ústav ochrany a podpory zdraví  
LF MU



# film Wake up, Freak out (12 min)

- Stále rostoucí a již obrovský vliv na zdraví lidstva má **klimatická změna**
- způsobená **globálním oteplováním,**
- které je způsobené sílícím **skleníkovým jevem,**
- který sílí hlavně **vinou CO<sub>2</sub> z fosilních paliv.**

# 1. Klimatická změna

Proč se Země otepluje?

Protože se zesílil **skleníkový jev**... což je:

Fyzikální proces, v němž

**na povrch planety sálá kromě Slunce též její ovzduší**

Podstatou skleníkového jevu je **vyšší propustnost ovzduší pro sluneční sálání** (záření vlnových délek převážně pod 3  $\mu\text{m}$ ) **než pro sálání zemského povrchu a ovzduší samého** (převážně nad 3  $\mu\text{m}$ ).

V případě skleníku sálá na zem sklo či plast propustný pro sluneční záření. V ovzduší jsou to **příměsi, jejichž molekuly jsou tvořeny více než dvěma atomy - skleníkové plyny**

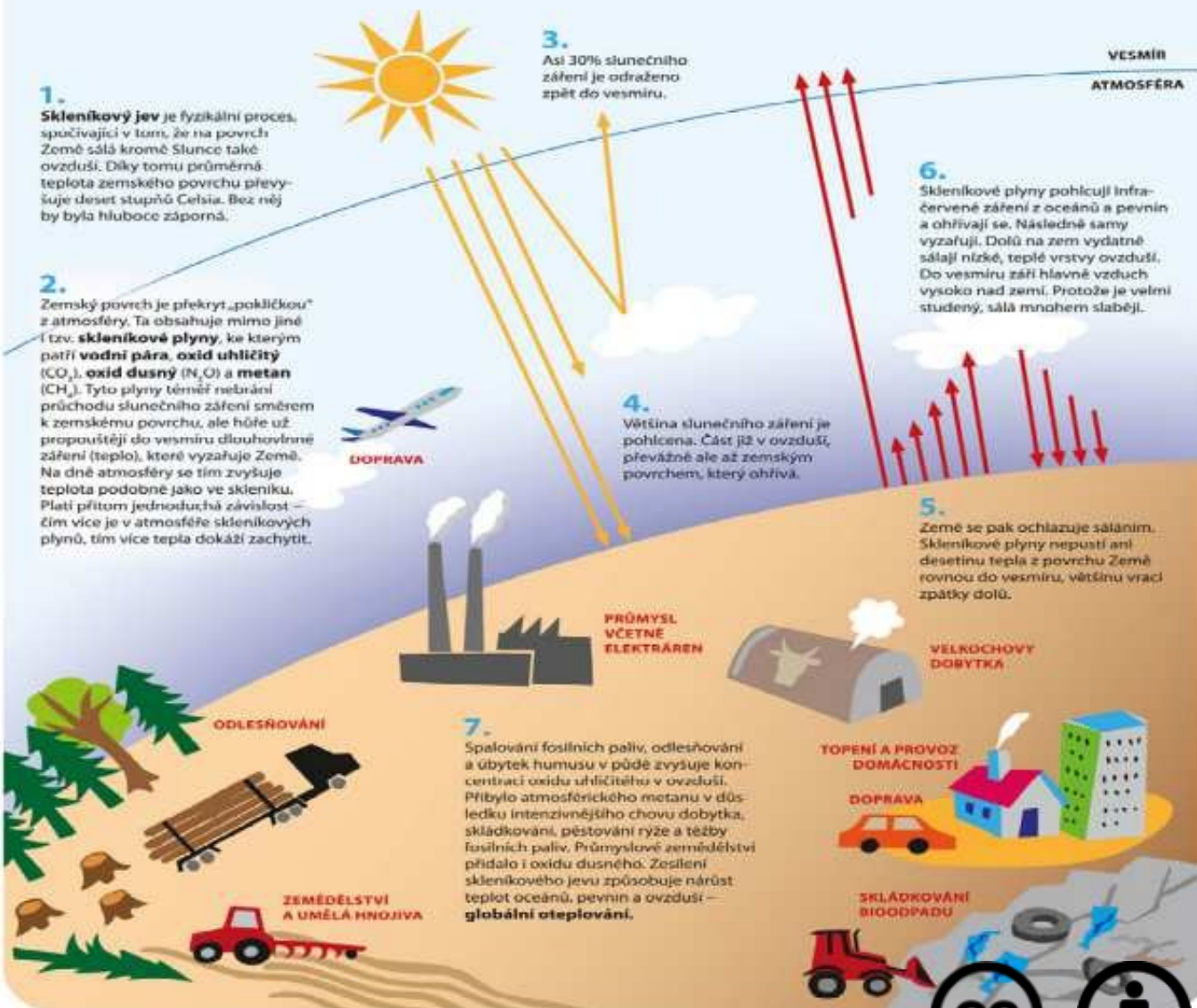
Nebo jinak, při pohledu „zvenčí“:

**do vesmíru sálá až chladné ovzduší místo teplého povrchu.**

*(sálání = emise záření vlivem teploty tělesa)*



# Schéma skleníkového efektu a zdroje skleníkových plynů z lidské činnosti



zdroj: Veronica, kreslila Olga Pluháčková;

[prostudujte si prosím plně čitelnou pdf verzi plakátu](#)

# Jak silné je sálání ovzduší dolů?

**Na metr čtvereční povrchu** dopadá tohoto infračerveného záření v průměru **třetina kilowattu**

**Slunečního záření** získává povrch Země  
**dvakrát méně**

**Přírodní skleníkový jev je ohromně silný:**

**dvakrát silnější než sluneční záření**  
pohlcované zemským povrchem  
**a proto jeho**, vlastně jen malé, jednocentní **zesílení**,  
které jsme způsobili přidáním skleníkových plynů  
(hlavně oxidu uhličitého z fosilních paliv) do ovzduší,  
**vede k nevídanému ohřívání planety**

Více informací k fyzice oteplování, k antropogenním  
příčinám, dopadům klimatické změny a k mitigaci  
(zmírňování) oteplování viz

<https://is.muni.cz/el/fss/podzim2021/ENSn4644/um/>  
a zvláště knížku

[http://amper.ped.muni.cz/gw/Ochrana\\_klimatu/](http://amper.ped.muni.cz/gw/Ochrana_klimatu/)

My se nadále omezíme na *vlivy na zdraví*.

# Sucho

- u nás jen ekonomicky poškozují zemědělce a vlastníky lesů a vede k mírnému diskomfortu obyvatel
- ***v oblastech odedávna značně suchých, ale donedávna produktivních, opírajících se o zimní srážky, pokles srážek spolu s nárůstem teplot znamená rozvrat***
- V Sýrii v důsledku suchých zim 2007-2009? [Asi ne](http://www.worldwater.org/water-conflict/), ale viz [www.worldwater.org/water-conflict/](http://www.worldwater.org/water-conflict/)
- rozvrat postihl už [Somálsko](#), Súdán, Afghánistán, sucho vyhání lidi z mexického venkova...

# Ztráta živobytí vede

- ke konfliktům, příp. až k občanské válce
- rozpadu státní struktury
- migraci uvnitř regionu
- emigraci nejsilnějších nebo těch, na něž se příbuzenstvo složí, aby snad časem dokázali finančně podporovat jejich přežití v původní zemi

(k migraci viz [článek v Deníku N z února 2023](#))



# Jiná zhoršení a ztráty živobytí

- záplavy a povodně (dlouhotrvající nezvykle silné monzunové srážky, krátké a extrémně intenzivní z hurikánů-tajfunů-cyklónů)
- devastace extrémním větrem
- *následná nedostupnost zejména pitné vody a systému zdravotnictví a z toho plynoucí nemocnost a úmrtnost*  
*(viz např. [The Conversation](#), 2018-01-25, [The Lancet](#) 2018-10-11)*
- „pouhý“ změněný chod počasí, komplikující až znemožňující obživu běžnou pro řadu minulých generací
- úbytek úlovků z moře (oteplení, okyselení, [anoxie](#))
- [zvyšování hladiny](#) moře
- viz [Climate-induced stressors to peace: a review of recent literature](#)

# Stabilní klima – nejvýznamnější přírodní zdroj

- který fungoval po celý holocén
- umožnil rozvoj civilizace na různých místech Země
- ale který už jsme - vlastní vinou - ztratili
- další ztrátu můžeme – máme – musíme zpomalit
- zatím to ale neděláme, jen si to přejeme:

Pařížská dohoda...: zastavit oteplování výrazně pod laťkou 2 K, co možná nejbliže 1,5 K

# Každá spotřeba, je-li opřena o fosilní paliva a není-li nezbytná, je nemravná

- A to je naprostá většina **topení, cestování, elektřiny**
- a také **výroba** čehokoliv (kolik fosilního uhlíku na ni bylo spotřebováno, leckdy dobře odráží cena výrobku).
- Výrobu posiluje **zahazování a opětovné nakupování**.

(Wegwerfgesellschaft)

Dodatek:

nemluvili jsme o **emisích metanu** a oxidu dusného.  
K jejich snížení je nutná **veliká redukce spotřeby mléčných výrobků a masa**, tedy větší podíl potravy **rostlinného původu**. *K tomu může přímo přispět každý, kdo není vegan...*

# Z encykliky Laudato si' papeže Františka

14. Naléhavě vyzývám k obnovení dialogu o způsobu, jímž pojmáme budoucnost planety. Je třeba, abychom se do jednání zapojili všichni, vždyť krize životního prostředí a její lidské kořeny se týkají a dotýkají nás všech. ...

[http://amper.ped.muni.cz/gw/encyklika/  
tinyurl.com/LaudatoSi-cz](http://amper.ped.muni.cz/gw/encyklika/tinyurl.com/LaudatoSi-cz)

(stačí ale zadat „*encyklika hollan*“ :-)

51. ...Zvláště je třeba počítat s užíváním ekologického prostoru celé planety při **ukládání plynného odpadu**, který se během dvou století naakumuloval a vytvořil situaci, která nyní postihuje všechny země světa. **Oteplování, způsobené enormní spotřebou některých bohatých zemí, se odráží na těch nejchudších místech světa,** zvláště v Africe, kde má zvyšování teploty spojené se suchem katastrofální účinky na úrodu. ...

a ještě citát prince Charlese:

„Snahy snížit množství skleníkových plynů pomocí mezinárodních dohod lze jen uvítat, přicházejí však bohužel o deset let pozdě.“



a ještě citát prince Charlese:

***„Snahy snížit množství skleníkových plynů pomocí mezinárodních dohod lze jen uvítat, přicházejí však bohužel o deset let pozdě.“***

- tento citát je uveden v letáku Skleníkový efekt, vytvořeného rakouským Okologie-Institutem roku...

**1991**

# Konkrétní zdravotní problém:

## Vlny veder

- u nás hlavně nezvyklost na ně (velký problém pro staré lidi)
- v horkých, ač bohatých zemích zřejmý nárůst úmrtnosti (viz např. [čl. z 2014 o Arizoně](#))
- bezprecedentní [horka v Kanadě 2021](#)
- v oblastech velice horkých a vlhkých výskyt stavů, kdy i lidé bez fyzické námahy umírají přehřátím (bazální metabolismus je výkonnější než odvod tepla výparem)
- (bazální metabolismus: ~ 100 W)
- teplota „vlhkého teploměru“ - co to je? (*příprava a pozorování*)

# Přehled 2017: The Lancet

The Lancet Countdown on health and climate change:

from 25 years of inaction to a global transformation for public health

- [článek z 2017-10-30](#), bylo nutno se zaregistrovat (nebo nalogovat, pokud už registraci máte)
- Každý rok vychází nový

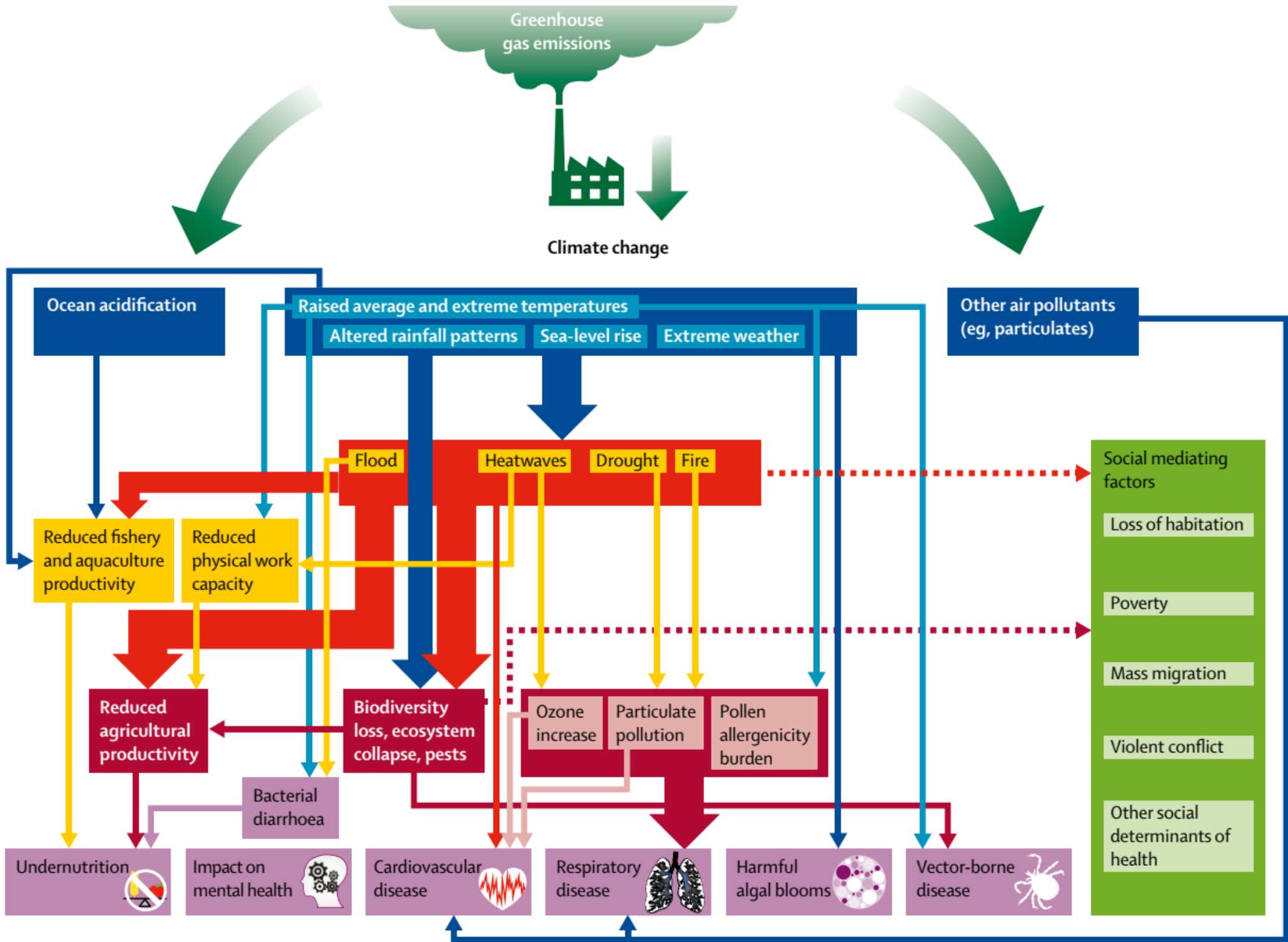
<https://www.lancetcountdown.org/>

# Přehled 2018: The Lancet

The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change:

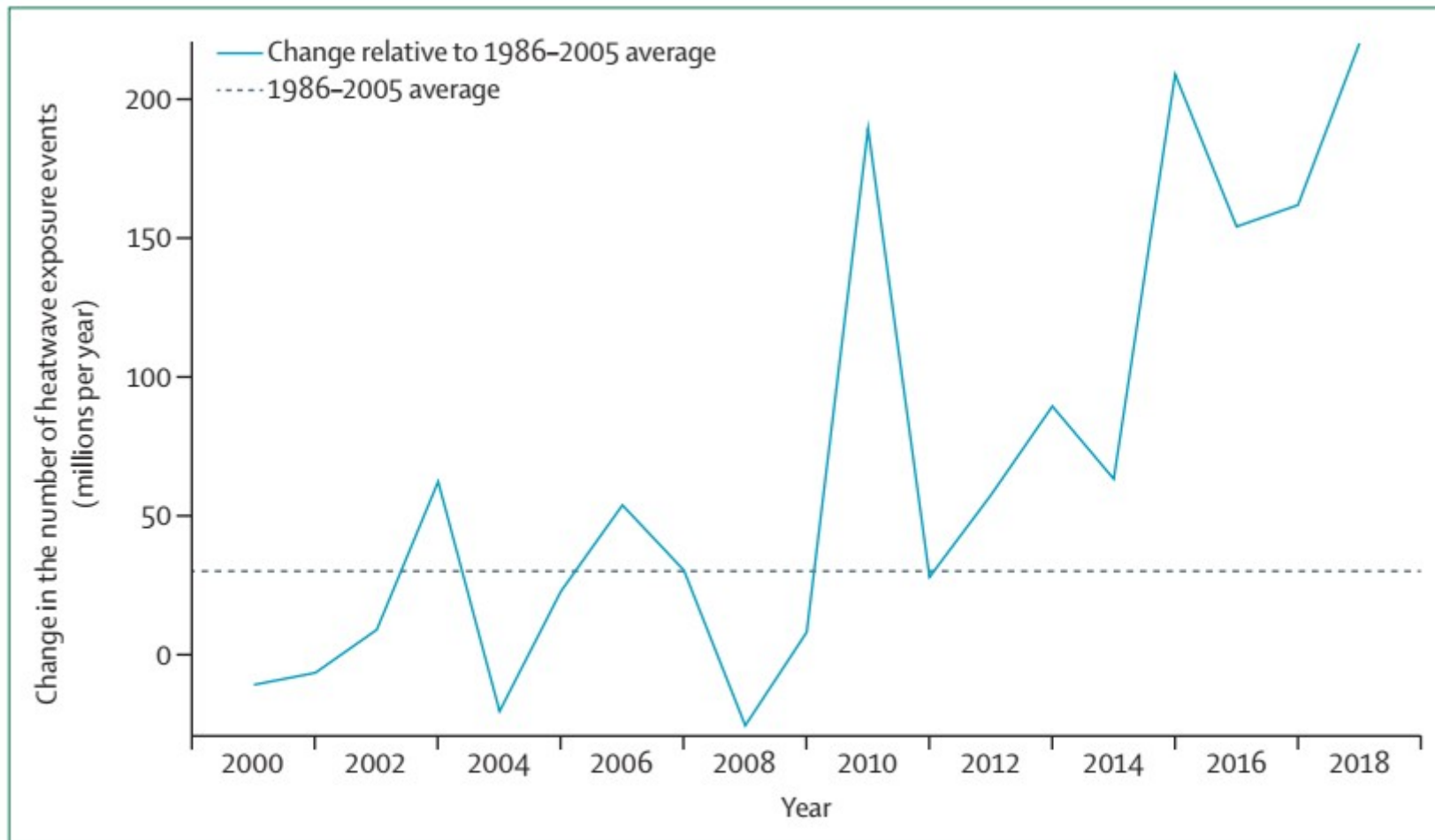
shaping the health of nations for centuries to come

- článek [z 2018-11-28](#). Z toho je i schéma na dalším snímku
- <https://www.lancetcountdown.org/> z roku 2022 atd. - prosím čtěte, pusťte si video o zprávě



# The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change:

ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate (jde o nejlepší, velmi podrobný a plně aktuální zdroj ohledně klimatické krize a zdraví, prosím, studujte jej)



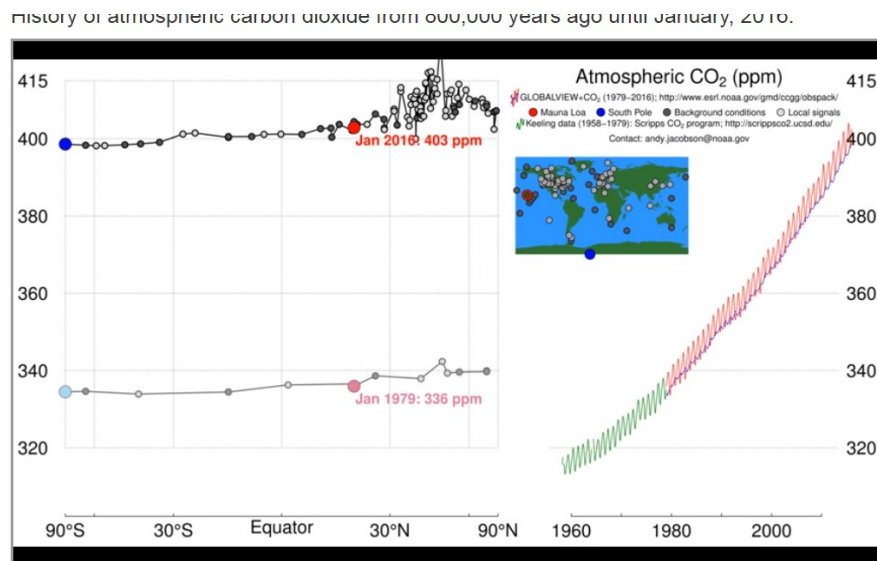
**Figure 1:** Change in the number of heatwave exposure events in people aged 65 years and older, compared with the historical 1986–2005 average number of events



## 2. CO<sub>2</sub> nejen jako *indikátor čistoty ovzduší v interiéru*

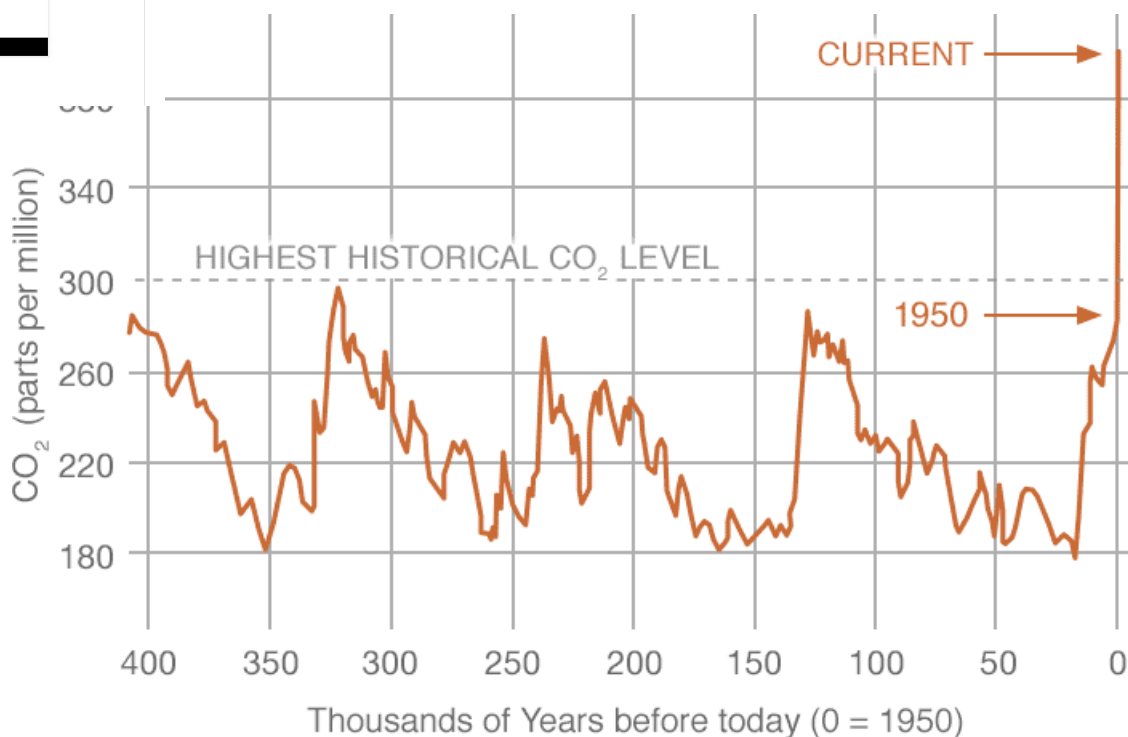
- Metabolismus: oxidace vstřebaných cukrů, tuků, bílkovin
- Hlavním produktem jsou CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O ve vydechovaném vzduchu
- - oběho asi 40 g/h
- vodní pára odchází spolu s pachovými látkami a solí i pokožkou (perspiratio invisibile)
- ostatní látky se vylučují močí

# Keelingova křivka



[Download full-resolution version of this animation \(warning: large file, ~50 MB\)](#)

Koncentrace CO<sub>2</sub> byla před staletími 0,28 ‰, nyní již přesáhla laťku 0,4 ‰  
Ve čtvrtohorách byla vždy pod 0,30 ‰



animovaný graf koncentrací CO<sub>2</sub>  
viz

[www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html](http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html)  
a výklad k němu viz odkaz na  
[veronica.cz/animace-a-grafy-o-zmene-klimatu](http://veronica.cz/animace-a-grafy-o-zmene-klimatu)

# Kupodivu už $>1 \text{ ‰}$ CO<sub>2</sub> má samo o sobě zdravotní vliv

- jak je to možné?
- vždyť přece vydechujeme...  
*kolik % oxidu uhličitého?*

# Kupodivu už $>1 \text{ ‰}$ CO<sub>2</sub> má samo o sobě zdravotní vliv

- jak je to možné?
- vždyť přece vydechujeme **celých 5 % oxidu uhličitého**
- někdy slýcháme, že je „vzdýcháný kyslík“ – ale toho je přece i ve vydechovaném vzduchu celých 16 % (tj. původních 21 minus 5 z oxidace uhlíku), takže jeho parciální tlak je asi takový, jako na vrcholcích Vysokých Tater
- (viz ev. <https://en.wikipedia.org/wiki/Breathing>)
- o kyslíku v zemském ovzduší viz ev. kapitulu 7.2 *Otázka: Potřebujeme stromy, aby vyráběly kyslík?* - v knížce [Klima a koloběhy látek](#) (2015) a [podrobněji 2019](#)

# Kupodivu už $>1 \text{ ‰}$ CO<sub>2</sub> má možná samo o sobě zdravotní vliv

- jak ukázaly pokusy v USA, ovlivňuje i taková nízká koncentrace ve vdechovaném vzduchu kognitivní schopnosti (většinou zhoršuje) – šlo o vydatné větrání s přidáváním čistého CO<sub>2</sub> nebo bez něj, viz [práci z r. 2012](#) a spolu s různě vydatným větráním [z r. 2016](#)
- hlavní je ale, že **CO<sub>2</sub> je proxy pro přítomnost odérů**, vedoucí např. k ospalosti a poklesu pozornosti
- i pro přítomnost ev. patogenů z infekčních osob
- relativní vlhkost se jako proxy hodí méně, neboť stavební materiály i nábytek výkyvy vlhkosti vyrovnávají

### 3. Co dělat při vlnách veder v Česku

- Nechodit odpoledne ven
- Trávit siestu jako v jižních krajích
- Minimalizovat tělesnou námahu
- (Vyhlásit vedřiny)
- Hojně pít (pozor, staří na to nemívají chuť! - *jak jim pomoci?*)
- Bránit průniku horka do interiéru – ***jak?***
- Chladit interiér průvanem v pozdě v noci až brzo ráno



# Ochrana interiéru před horkem

- *Pustit dovnitř jen tolik slunce, kolik je nezbytné pro osvětlení (raději jen modré nebe)*
- To vyžaduje pohyblivé clony umístěné před okny
- Skvělé jsou hodně vysoké světlíky s bílým nátěrem omítek (a možností úniku horkého vzduchu pod zasklením)
- Větrání odpoledne leda přes „Komfortlüftung“, tj. zařízení s přesunem tepla z přiváděného horkého vzduchu do odváděného chladnějšího (tzv. rekuperace – známější pro zimní použití)
- Místo větrání jen ofukování ventilátory (*znáte ty stropní? A ty „počítačové“ na <12 V?*)

# Co brání vydatnému nočnímu větrání?

- Předpisy v institucích
- Těžké docílení průvanu v bytových domech za bezvětrí
- Obavy, že něco nebo někdo přijde otevřenými dveřmi či okny (*jak průniku zabránit, ale větrání nezhoršit?*)
- Nezvyk
- Máme přece „klimatizaci“ (*co to je, jak to vadí*)

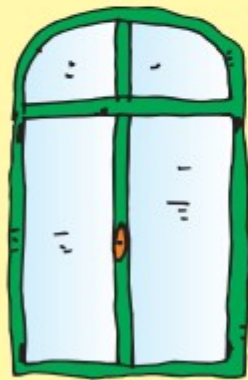
# Okna – hlavní obnovitelný zdroj energie...

- Doba, kdy doma netopíme, je aspoň šestkrát delší než doba, kdy je venku průměrná teplota 20 °C...
- to je díky oknům – pouští slunce dovnitř, ale teplo ven pokud možno ne
- více o oknech:  
[Co s okny – upravená stará okna lepší než nová \(2013\)](#)

JAN HOLLAN

# CO S OKNY

UPRAVENÁ STARÁ OKNA LEPŠÍ NEŽ NOVÁ



Nº 2



Nº 15



Nº 341

**veronica**  
EKOLOGICKÝ INSTITUT

## 4. Co znamená pojem „pokojová teplota“?

- U „laboratorní“ teploty může být snahou, mít ji konstantní (případně i spolu s vlhkostí)
- Má totéž smysl u interiérů, kde pobýváme?
- Je praktické, komfortní a zdravé mít v interiérech tutéž teplotu za mrazů i za veder?
- Jaké asi bývaly teploty v domácnostech a institucích před 100 lety v průběhu dne a roku?
- Jaké jsou za mrazů „teploty v různých směrech“ v běžných místnostech?
- Teploty čeho? „Baňky“ teploměru... čím ovlivněné?

# Pasivní standard ve stavebnictví

- znamená v zimě interiéry bez významných teplotních gradientů
- bez průvanu chladného vzduchu
- a tedy bez potřeby velmi teplých povrchů (radiátorů, kamen) – uvědomme si, že v teplejších obdobích, kdy ani u mizerných budov nejsou chladná okna a kouty, je také nepotřebujeme, ač netopíme a teplotu vzduchu v interiéru míváme i nižší než běžně v zimě
- více viz <http://amper.ped.muni.cz/pasiv/standardy>



# Kolik ukazují teploměry tam, kde pobýváte vy?

- *(diskuse, záznam na lístečky)*
- u zvířat v našich šířkách je samozřejmostí sezónní teplotní adaptace
- u lidí bývala též
- její výhodou býval rychlejší bazální metabolismus v chladném období
- (pravděpodobně mediovaný i zkracující se délkou dne)
- ten dnes většina z nás nemá

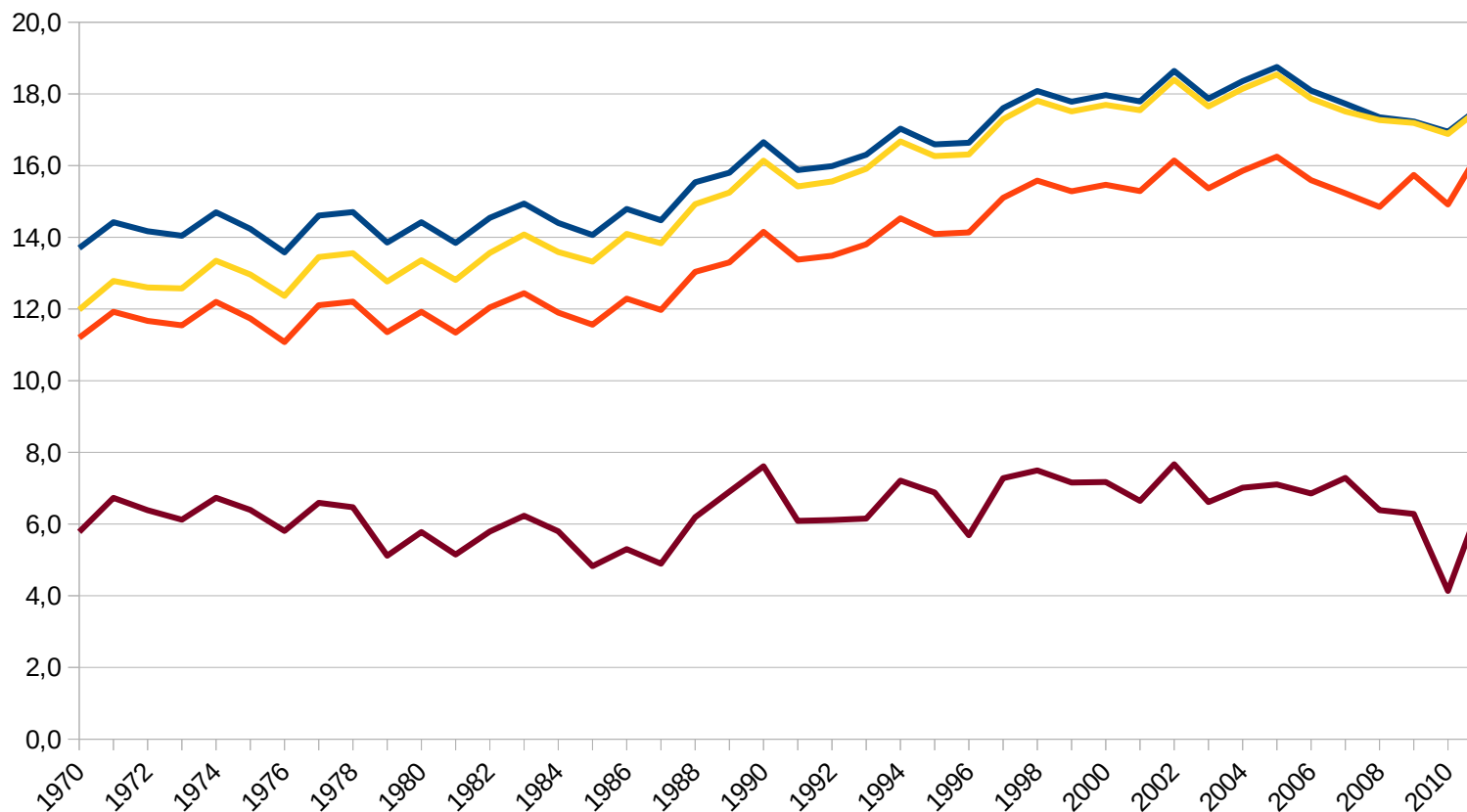
# ~18 °C všem stačí

**Heating homes to at least 18 °C in winter poses minimal risk to the health of a sedentary person, wearing suitable clothing.**

Daytime recommendations

- The 18 °C threshold is particularly important for people **over 65yrs or with preexisting medical conditions**. Having temperatures *slightly above this threshold may be beneficial* for health. **Ale ani nižší nejsou často problém:** [“Winter thermal comfort and health in the elderly”](#), Hughes et al., 2019

- The 18 °C threshold also applies to **healthy people (1 – 64)\***. *If they are wearing appropriate clothing and are active, they may wish to heat their homes to slightly less than 18 °C*



Celsiovy teploty v Británii venku a v domácnostech v zimě. Dole venku, výše tam, kde nemají ústřední topení, ještě výše průměr pro všechny domácnosti, nahoře pro ty s ústředním topením, které v novém tisíciletí měli už téměř všichni. Zdroj (tabulka 3.06):

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/265666/all\\_ecuk\\_data\\_tables\\_in\\_terawatt\\_hours.xlsx](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/265666/all_ecuk_data_tables_in_terawatt_hours.xlsx)

Více viz

[http://amper.ped.muni.cz/pasiv/standardy/kTeplotam\\_zimnich\\_interieru.pdf](http://amper.ped.muni.cz/pasiv/standardy/kTeplotam_zimnich_interieru.pdf) a odkazy odtud.

Pobyť v (kdysi běžném) chladu zvyšuje množství Brown Adipose Tissue aneb *hnědého tuku* a tím i schopnost zahřívát se, když je to vhodné

- Nejenže je pak život v zimě pohodlnější (chlad často vůbec není pociťován nepříjemně)
- viz práci *Human whole body cold adaptation* ([Temperature, 2016-02-22](#)),
- může to být i **cesta, jak čelit nadváze a obezitě**; podrobně viz [K teplotám interiérů](#)

# Více o horku a chladu

- viz Encyclopaedia of Occupational Health and Safety 4th Edition, <http://www.ilocis.org/> (anglicky i francouzsky)
- a její kapitolu 42, [Heat and Cold](#) (nejnovější referenci má ale z r. 1996...)
- (doporučuji i některé jiné kapitoly, např. tu [50 o vibracích](#) - ale např. kapitola o světle zcela pomíjí škodlivost světla v noci – rozvrat cirkadiánního rytmu a spánku)
- Novější literaturu k teplotám interiérů viz <https://www.zotero.org/jenikholan/collections/5SU2KAUH>

## 5. *Jaké relativní vlhkosti potkáváme, které jsou škodlivé?*

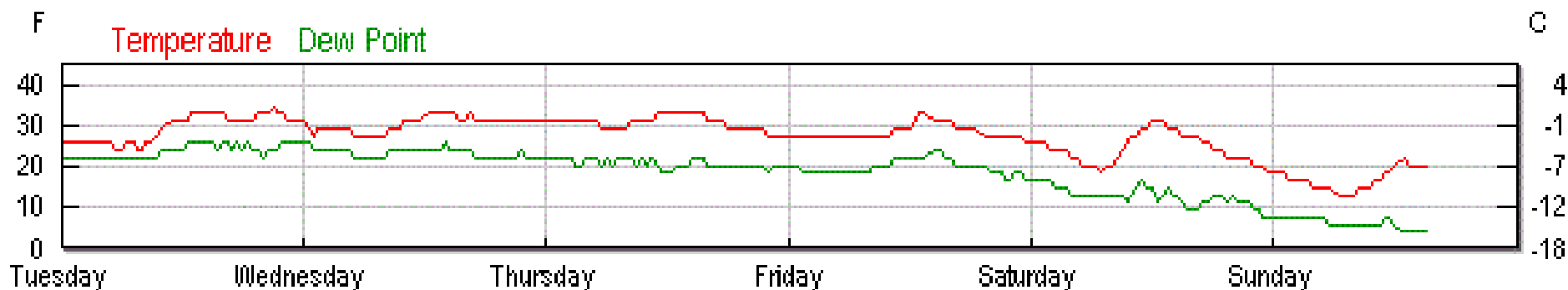
- relativní vlhkost: podíl („procenta“) obsahu vodní páry oproti tomu, kdy by vzduch byl parou nasycený
- absolutní vlhkost: gramy páry v krychlovém metru vzduchu
- za mrazu je abs. vlh. velmi nízká, za horka může být vysoká
- **přijde-li mrazivý vzduch do interiéru a ohřeje se, jeho relativní vlhkost velice klesne**
- *spolehlivé měření rel. vlh.: dvojice teploměrů, jeden „vlhký“, ofukovaný nebo ne – a [tabulka](#)*

# Kdy vadí vysoká rel. vlhkost

- **za veder (dusno)** – je vhodné, aby do interiéru přišel vzduch odvlhčený
  - metoda: jeho vydatné ochlazení
  - nebude nikdy nízká, např. pod 65 %, ale to už je OK
- **ve špatných (tj. nepasivních) intenzivně užívaných budovách za mrazů:** vlhnutí chladných oblastí zdí, hlavně v koutech a za nábytkem, tvorba plísní
  - snadná symptomatická (nekauzální) odpomoc - větrání

# Nízká vlhkost v zimě vadí vždycky

- jak k ní dochází? - diskuse
- nesporný faktor podporující šíření chřipky, viz článek *Flu Weather: It's Not the Cold, It's the Humidity*, [www.wunderground.com/cat6/flu-weather-its-not-cold-its-humidity](http://www.wunderground.com/cat6/flu-weather-its-not-cold-its-humidity) (2018-02-09)
- Platí asi i pro COVID-19, viz [článek z listopadu 2022](#)
- historie teploty a rosného bodu od 20. do 25. 2. 2018, Brno-Tuřany (letišťe); předpověď i historii viz <https://www.wunderground.com/forecast/LKTB>





# Jak v zimě nemít uvnitř suchý vzduch

- *nevětrat (nevědomky) tím více, čím je větší mráz*
- **tj.: mít tzv. obálku budovy dostatečně těsnou**
- v pasivních domech: tzv. blower-door test (při rozdílu tlaků 50 Pa se smí vyměnit nejvýše 0,6 objemu vzduchu za hodinu, v praxi se dociluje i neprůvzdušnost několikrát lepší)
- utěsnění dosavadních budov není těžké, zisk komfortu je skvělý (*ukázky, diskuse*)
- více v knížce [Starý dům lepší než nový](#) (2018)

Jan Hollan a kol.

# STARÝ DŮM LEPŠÍ NEŽ NOVÝ

Průvodce ekologickou opravou rodinného domu



**veronica**  
EKOLOGICKÝ INSTITUT

## 6. Co je všechno je nutno považovat za polutant?

- Polutant – škaredé slovo...
- Znečištění – původně jen náboženský pojem
- Nyní (postupně od knihy [Silent Spring](#) - 1962, česky [Tiché jaro](#), až 2021) – cokoliv, co přidáváme do přirozeného prostředí
- chemikálie, záření, teplo
- nemusí to být jen látky, které tam dříve vůbec nebyly, nebo přísady, u nichž jsme si jisti, že někomu/něčemu vadí
- stačí, když se tím přirozený stav prostředí mění
- ten je totiž ten správný – paradigma Edenu

## 7. Co se skrývá pod akronymem PM, jaká složka působí nejtoxičtěji?

- PM – *Particulate Matter*. Rozumí se neplynné částice ve vzduchu aneb aerosol jiný než mlha či kouřmo (ty jsou jen z kapének čisté vody).
- Přidává se číselný index označující, kolik polutantu má rozměr menší než tolik mikrometrů
- Zákonné limity a běžné měření se týkají PM<sub>10</sub>, začíná se s PM<sub>2,5</sub>, udávají se v mikrogramech na krychlový metr
- Významnější jsou ovšem PM<sub>1</sub> a PM<sub>0,1</sub> – u nich lépe udávat počty na cm<sup>3</sup>.

# Částice s rozměry kolem 10 μm

- typicky zvýšený prach – z polí i ze silnic
- působí respirační problémy
- rychle opět sedimentuje
- Příklad [ze stránky ČHMÚ](#):

Koncentrace PM v neděli 25. února 2018		25.02.2018 18:00 - 19:00 SEČ	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Název	Klasifikace	<u>Kvalita ovzduší</u>	1h μg/m <sup>3</sup>	24h μg/m <sup>3</sup>	1h μg/m <sup>3</sup>
Ostrava-Českobratrská (hot spot)	dopravní	4 - vyhovující	78,0	50,9	61,0
Ostrava-Hrabová	průmyslová	2 - dobrá	24,0	37,5	
Ostrava-Kunčičky	průmyslová	2 - dobrá	34,0	30,0	
Ostrava-Mariánské Hory	průmyslová	3 - uspokojivá	43,0	28,5	
Ostrava-Poruba, DD	dopravní	3 - uspokojivá	44,0	32,2	
Ostrava-Poruba/ČHMÚ	předměstská				
Ostrava-Přívoz	průmyslová	3 - uspokojivá	61,0	51,3	52
Ostrava-Radvanice ZÚ	průmyslová	4 - vyhovující	86,0	62,0	79,0

# Částice pod 1 $\mu\text{m}$

- setrvávají v ovzduší velmi dlouho
- vznikají i z plynných emisí oxidů dusíku a síry
- nejhorší jsou z nedokonalého spalování – nanočástice z uhlíkových šestiúhelníků, s obrovským relativním povrchem, na něž se adsorbují kancerogenní toxiny jako PAH (polyaromat. uhlovodíky), tzv. Black Carbon
- **dostávají se** až do plicních sklípků a odtud do krve a z ní **až do buněk**
- hlavní producent: **naftové motory** a užívání pevných paliv v malých zařízeních (domácnosti)

# Opatření proti nim

- u nás aspoň **vyřazení dieselů, které nemají tak funkční filtry pevných částic**, jak původně měly
- (na rozdíl od Německa je zcela běžné, že filtry si majitelé aut nechají odstranit nebo zničit – v Německu i Rakousku taková auta řidičům odebírají; test prostý, bílou rukavičkou: výfuk musí být bez sazí)
- v evropských velkoměstech vyhlašují zákaz vjezdu dieselových osobních aut už za pár let

# Více k tematu Black Carbon

- [http://amper.ped.muni.cz/gw/unep\\_cz/](http://amper.ped.muni.cz/gw/unep_cz/) - český překlad publikace

*Integrované hodnocení černého uhlíku a troposférického ozónu – shrnutí pro ty, co rozhodují,*

vydané UNEP a WMO v roce 2011

- tamtéž i další literatura a odkazy



## 8. Škodlivé elektromagnetické záření

- ionizující (z nuklidů, hlavně z rozpadu radonu)
- sluneční (UV, ale i makulární degenerace sítnice vlivem modré složky při dlouholeté expozici) – kolik slunka stačí pro dostatek D-vitaminu?
- umělé: **světlo v noci**  
*(podrobně viz výklad pro 5. ročník)*

# Světelná témata

- [http://amper.ped.muni.cz/noc/vyber\\_textu/](http://amper.ped.muni.cz/noc/vyber_textu/)
- *diskuse: máte dost tmy na spánek? Jak se chráníte před světlem, které vám vadí?*
- ***Kolik hodin kdy spáváte? (odpovědi na lístečky)***
- [Proč je spánek tak důležitý, i pro studium...](#)
- měření světla pod stolem, u zdi, u okna, venku, do očí
- vliv žlutých brýlí

# Světlo jako polutant

- Light pollution – no heavy issue?
- Světelné znečištění:  
každé světlo z umělých zdrojů přidané do venkovního prostředí  
(to je z definice: změna stavu oproti přírodnímu...)
- v interiéru: až takové jeho množství, které by mohlo škodit zdraví

# Tma: základní atribut noci

- Co je to tma?
- Méně světla než před chvílí
  - nebo kousek vedle.
- Je běžná i ve dne...
- Venku je v přírodě světlo i v noci,
  - méně pod střechou nebo v lese.
- Bez světla: jen zcela uzavřené prostory.

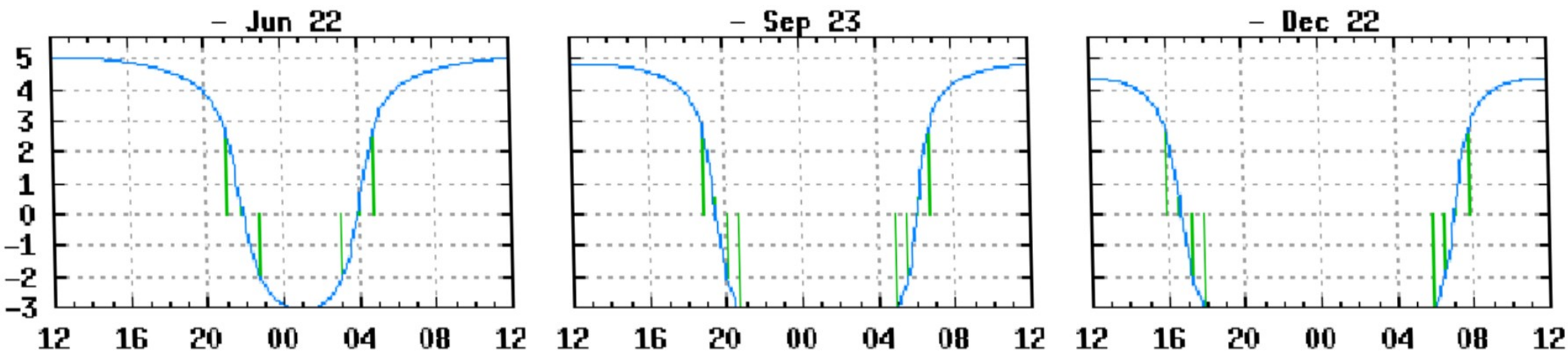
# Střídání dne a noci: základní rytmus našeho světa

- slunný den 30 tisíc až 100 tisíc luxů
  - 1/1000 lx v noci
  - zataženo: 3x až 30x méně
  - den/noc: 3 milióny až 1 miliarda
  - úplněk – 1/10 lx
- (poměr den/noc klesá 100x)

# A co v interiéru?

- Řádově méně světla než venku – původně
- Nyní jsou to v noci desítky až stovky luxů
- Často více než přes den...

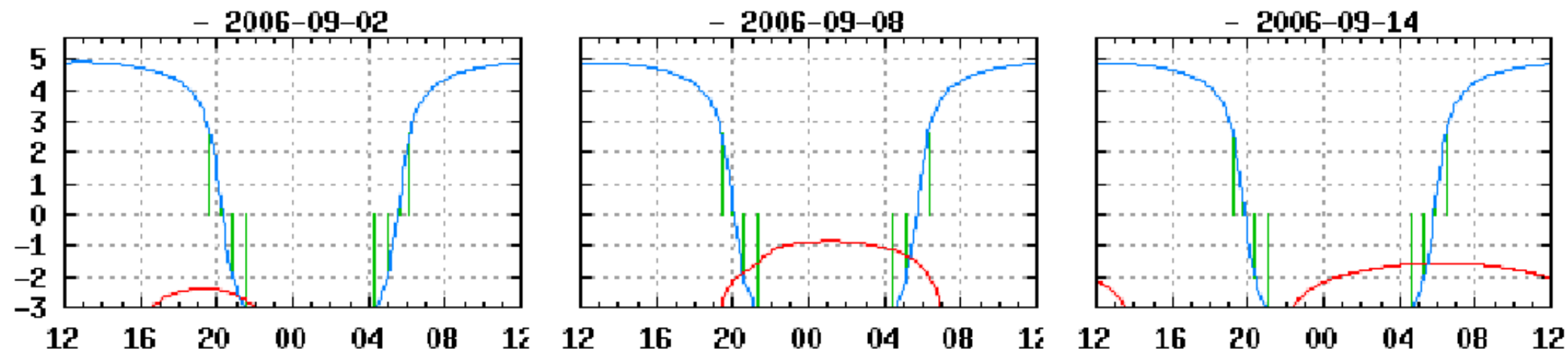
# log (horizontální osvětlenost / 1 lx) jasné nebe, bez Měsíce či s ním



*letní slunovrat  
(6,3 h, astron. nenastává)*

*rovnodennost  
(10,7 h, 8,2 h)*

*zimní slunovrat  
(14,5 h, 11,9 h)*



*půl dne po první čtvrti  
(max. 0.004 lx, ve dne...)*

*úplněk  
(téměř 0,2 lx)*

*0,5 d před poslední čtvrtí  
(až 0,03 lx)*

# Umělé osvětlování

- kdysi jen plameny (dřevo, tuk),  
nijak snadné a ne všudypřítomné
- pak vylepšené plameny
- pak elektřina, všude, celou noc
- 24 / 7 ...



# Dopady umělého osvětlování Česko, 2003, tisíc osob >15 let

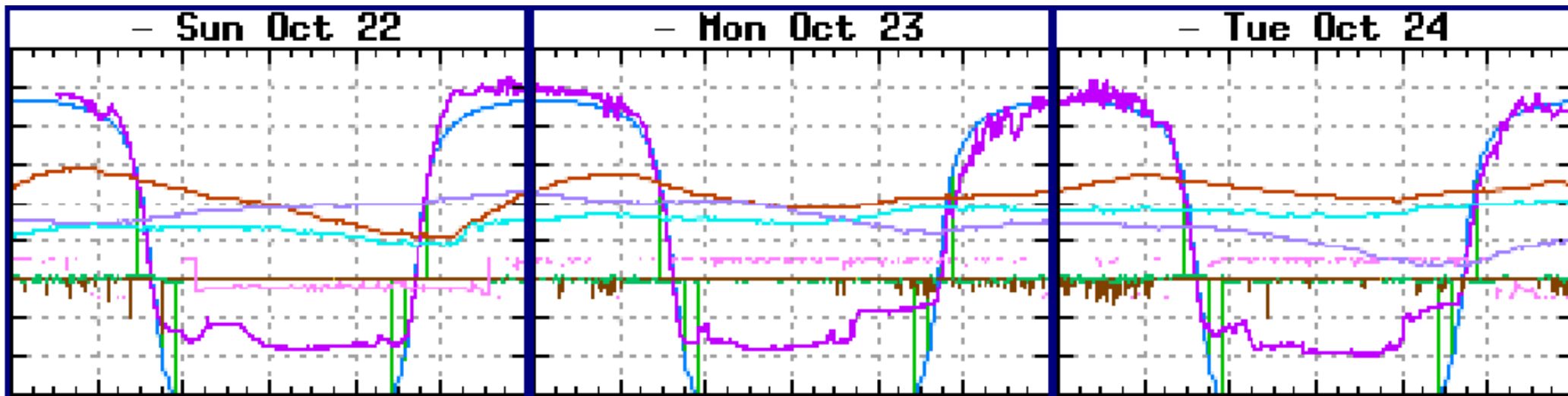
5 % populace udává světlo pronikající do ložnice jako jeden ze dvou hlavních důvodů, proč špatně spí

nežádoucí, nedostatečně potlačené světlo do ložnic udává dalších 10 % dotazovaných

dalších 20 % si ložnice zatemňuje a považuje to za uspokojivé

# Brno, Kraví hora

- Jasno: 1 až 2 centiluxy místo 1 mililuxu
- Zataženo: deciluxy



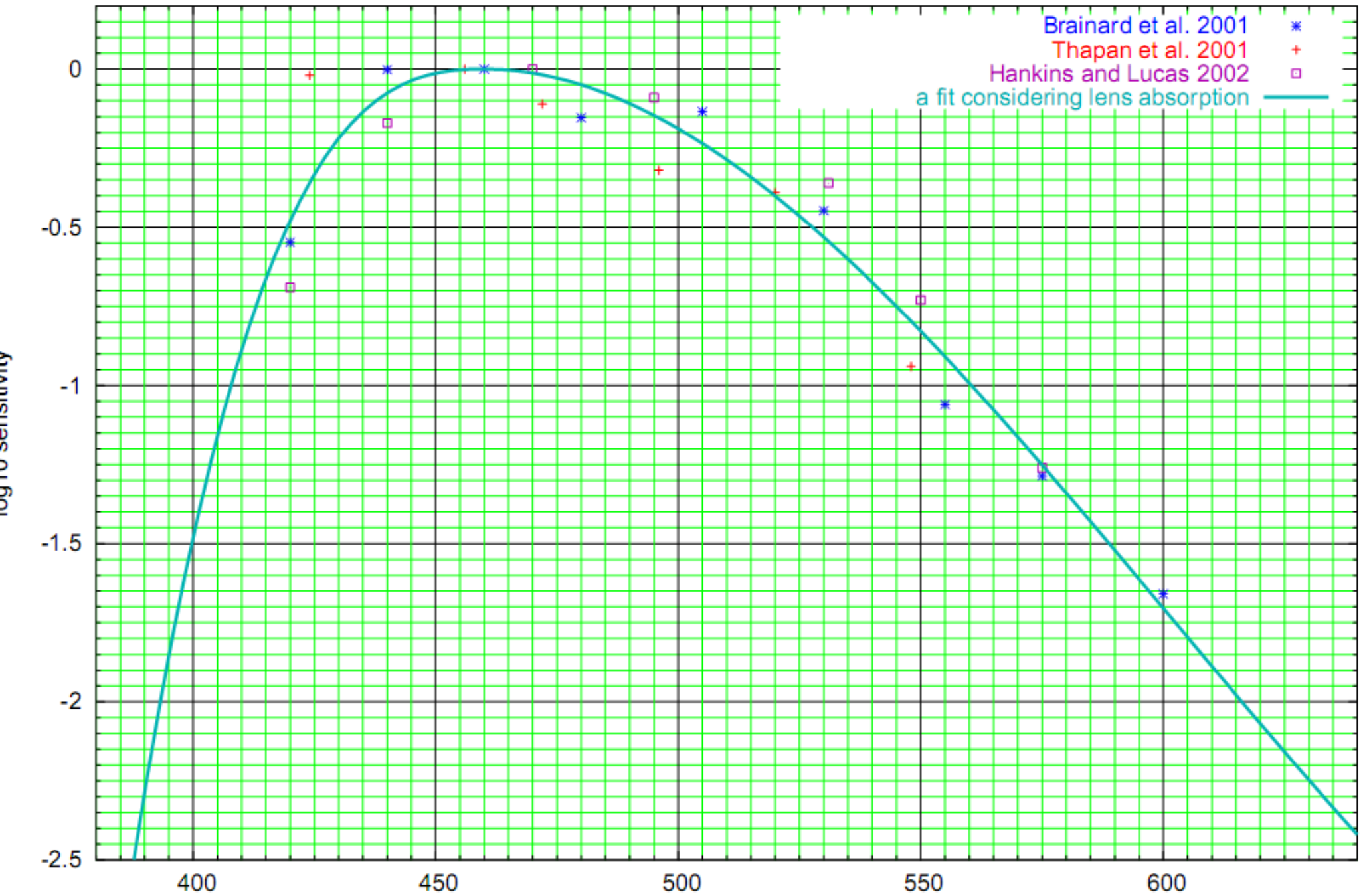
# Cirkadiální rytmus, melatonin

- přírodní noc a produkce melatoninu trvá průměrně 11 h (více v zimě, méně v létě)

naše elektrická kultura je zkrátila na dobu spánku

- rakovina prsu a prostaty, obezita, diabetes

# Action spectrum of melanonin suppression by light



Stevens, R.G. [Electric power use and breast cancer: a hypothesis](#). *Am. J. Epidemiol.* **125**, 556 (1987).

[Stevens, R.G.](#) (link jde na jeho populární články, [zemřel 2019](#)) Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: [assessment of existing evidence](#). *International Journal of Epidemiology* **38**, 963 -970 (2009):

**Background** Breast cancer incidence is increasing globally for largely unknown reasons. The possibility that a portion of the breast cancer burden might be explained by the introduction and increasing use of electricity to light the night was suggested >20 years ago.

**Methods** The theory is based on nocturnal light-induced disruption of circadian rhythms, notably reduction of melatonin synthesis. It has formed the basis for a series of predictions including that non-day shift work would increase risk, blind women would be at lower risk, long sleep duration would lower risk and community nighttime light level would co-distribute with breast cancer incidence on the population level.

**Results** Accumulation of epidemiological evidence has accelerated in recent years, reflected in an International Agency for Research on Cancer (IARC) classification of shift work as a probable human carcinogen (2A). There is also a strong rodent model in support of the light-at-night (LAN) idea.

## Conclusion

If a consensus eventually emerges that LAN does increase risk, then the mechanisms for the effect are important to elucidate for intervention and mitigation. The basic understanding of phototransduction for the circadian system, and of the molecular genetics of circadian rhythm generation are both advancing rapidly, and will provide for the development of lighting technologies at home and at work that minimize circadian disruption, while maintaining visual efficiency and aesthetics. In the interim, there are strategies now available to reduce the potential for circadian disruption, which include

- extending the daily dark period,
- appreciate nocturnal awakening in the dark,
- using dim red light for nighttime necessities,
- and unless recommended by a physician, not taking melatonin tablets.

Kloog, I., Haim, A., Stevens, R.G., Barchana, M. & Portnov, B.A.  
**Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel.**

*Chronobiology International* **25**, 65-81 (2008).

Kloog, I., Haim, A., Stevens, R.G. & Portnov, B.A.  
**Global Co-Distribution of Light at Night (LAN) and Cancers of Prostate, Colon, and Lung in Men.**

*Chronobiology International* **26**, 108-125 (2009).

Kloog, I., Portnov, B.A., Rennert, H.S. & Haim, A.

**Does the Modern Urbanized Sleeping Habitat Pose a Breast Cancer Risk?**

*Chronobiol Int* **28**, 76-80 (2011)

Novější práce viz kolekci [LightAtNight](#) v bibliografii

<https://www.zotero.org/jenikholan/library> - hlavně článek z podzimu 2023:

**Artificial light at night: a global disruptor of the night-time environment**

# Základní pravidla pro venkovní osvětlování (jako ve Slovinsku a většině Itálie)

Žádné emise vodorovně a vzhůru

Užívat jen tolik světla, kolik je pro daný úkol nezbytné, ne více než  $1 \text{ cd/m}^2$  či  $10 \text{ lx}$

Nápisy s max. 10 x vyšším jasem než má okolí  
(stačí 3 x)





Žluté, slabé světlo

pro noční práci (kdo protestuje?)

a jen centilux/mililux

pro pohyb během doby, kdy lidé spí

by se měly stát normou

# Technická opatření

- náhrada starých světel novými, slabšími, lépe směřovanými
- tlumení,
- filtrování,
- clonění (opakování: *svépomoc pro spánek - aneb použijte ochranné prostředky*)

# Kazí se oči slabým světlem?

- Slyšeli jste někdy „rozsvit' si, *zkazíš si oči*“?
- Jaký fyziologický mechanismus by k tomu mohl vést?
- Má celá příroda, až na lidstvo těšící se elektríně, oči pokažené?
- Slabé světlo nezúží zorničky, je potřeba mít zrak zaostřený – lidé nad 50 let k tomu musí užívat různé brýle, stačí levné, ale ne jen jedny
- Velmi slabé světlo znamená jen větší námahu pro mozek, jdeme pak dříve spát – to je OK...

Světlo je dobrý sluha, ale zlý pán!

[http://amper.ped.muni.cz/noc/vyber\\_textu](http://amper.ped.muni.cz/noc/vyber_textu)

## 9. Škodlivost hluku

- <http://www.cochlea.org/en/noise>
- <http://www.cochlea.eu/en/pathology/presbycusis>
- (k vláskovým buňkám:  
<http://www.cochlea.eu/en/hair-cells>)
- *(podrobně ke hluku viz výklad pro 5. ročník)*

Co je to hluk?

Co je to hluk?

# Hluk – různé významy

- silný zvuk
- zvuk bez rozlišitelných tónů, bez melodie
- jakýkoliv zvuk, který nechceme slyšet
- protiklad ticha
- Noise – týž kořen jako Nausea



# Hluk / Zvuk = Sound

- Sound pollution?
- (sound: OK, good, healthy, reasonable...)
- proto se v angličtině užívá jen
  - Noise pollution
- nebo
  - Acoustic pollution, akustické znečištění

# Hluku přibývá

- Jaké jsou jeho zdroje?
- pozadí: přírodní jevy
- starobylé antropogenní zdroje
- industriální zdroje v 19. století a dále
- ... a ve 21.

# Weberův-Fechnerův zákon

- to, co vnímáme je poměr podnětů
- - a tedy přírůstek
  - logaritmu
    - podnětu

# Kvantifikace

- $L_p = 10 \text{ dB} \cdot \log(p^2/p_0^2)$ 
  - $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
- $L_I = 10 \text{ dB} \cdot \log(I / I_0)$ 
  - $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$
- To je pro 1000 Hz...

# Co to je 1000 Hz?

- a jaké spektrální složení mají reálné zvuky,
- jako lidská řeč?

# Některé hladiny hlasitosti

- sbíječka 1 metr daleko 115
- ruční cirkulárka 1 metr daleko 115
- sekačka trávy 1 metr daleko 92
- náklad'ák při 50 km/h, 20 m daleko 85
- osobní auto 60 km/h, 20 m daleko 65
- rozhovor 1 metr daleko 55
- tichý pokoj 40
- ... a jak to je s nižšími hladinami?

# Desetkrát, dvakrát, třikrát...

- Kolika decibelům to odpovídá?

# 5 db znamená nějaký poměr toků energie

- a dalších 5 dB stejný poměr
- dohromady je to 10 dB, čili desetinásobek
- 5 dB je tedy odmocnina z toho, aneb přibližně  
poměr 3:1
- o 5 dB více znamená (jen o chlup více než) trojnásobek



# Zdravotní důsledky

- [en.wikipedia.org/wiki/Noise\\_health\\_effects](https://en.wikipedia.org/wiki/Noise_health_effects)
- zhoršení sluchu – oproti hodnotám odpovídajícím věku
- (nejvíce ovlivněny jsou vysoké kmitočty, ztráta schopnosti porozumět řeči)
- tinnitus
- hypertenze
- kardiovaskulární
- nepohodlí, hněv
- poruchy spánku

# Dobře spát?

- To vyžaduje tmu a ticho!

# Technická opatření proti hluku

- bariéry proti jeho šíření
  - a co už nezvládnou a kdy vadí
- snížení emisí
  - někdy stačí dobrá vůle
- tolerance není na místě