



UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
CHEMICKO-
TECHNOLOGICKÁ

Environmentální zdraví

Prezenční bakalářské studium

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Studijní materiál

C603 Environmentální zdraví

ZS 2025/2026

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství,
Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice

Lenka.janikova@upce.cz

OBSAH a ABSOLVOVÁNÍ PŘEDMĚTU:

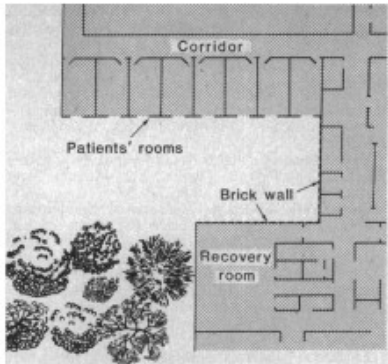
- *Vztah zdraví a prostředí, základní pojmy – ochrana veřejného zdraví, epidemiologie, hygiena a demografie*
- *Specifika a historické souvislosti mezi životem na zemi, člověkem a ŽP*
- *Země jako globální ekosystém – autoregulační mechanismy*
- *Faktory prostředí ovlivňující zdraví a existenci člověka – vesmírné, atmosférické, hydrické, edafické a geologické faktory, radioaktivita a ionizující záření*
- *Antropogenní faktory ovlivňující prostředí a lidské zdraví*
- *Vnitřní prostředí, syndrom nemocných budov a další zdravotní rizika související s vnitřním prostředím*
- *Výživa, hygiena a sociální determinanty zdraví*
- *EXKURZE?*
- **Ústní zkouška**

Něco k zamyšlení a k diskuzi

- Definujte pojem zdraví?
- Závisí naše zdraví na vnějších faktorech /ŽP (příklady)?
- Co si představujete pod pojmem "zdravé ŽP"?
- Myslíte si, že jsou některé skupiny obyvatel zranitelnější vůči faktorům životního prostředí? Které a proč?
- Co vás nejvíce znepokojuje, pokud jde o zdraví a ŽP?
- Zaznamenali jste v poslední době demografické či jiné statistiky týkající se veřejného zdraví? Jsou to pro Vás důležité informace?

Studie na úvod

R. S. Ulrich: *View through a window may influence recovery from surgery*. Science 224 (1984).



Základní informace ke studii:

- Nemocnice v Pensylvánii v letech 1972 až 1981
- 46 pacientů po operaci žlučníku
- ½ pacientů – výhled na stromy
- ½ pacientů – výhled na zeď

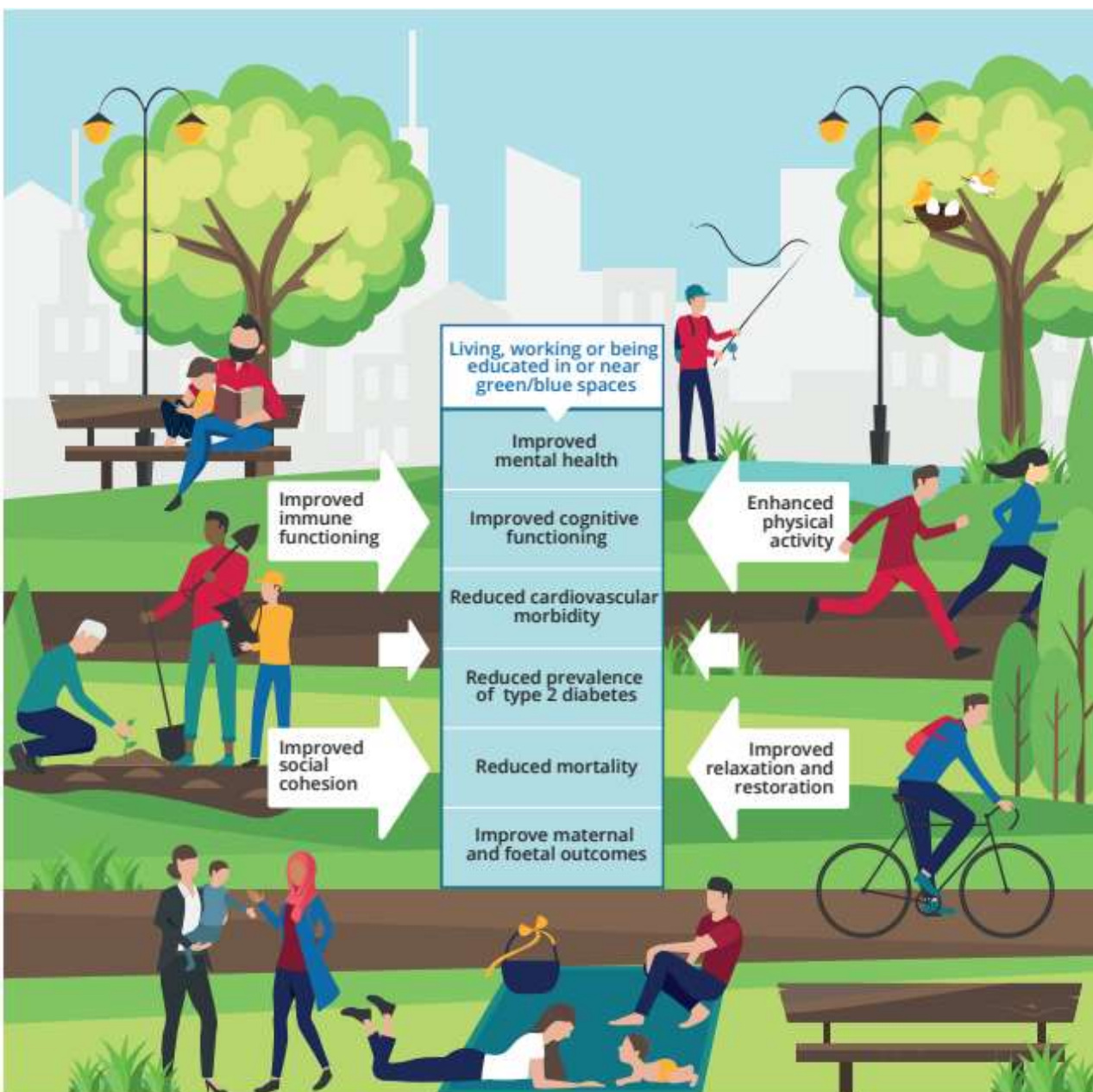
Výsledky studie:

- Skupina s výhledem na zeleň vykazovala:
 - kratší dobu hospitalizace
 - lepší psychický stav
 - menší spotřebu silných analgetik

Table 1. Comparison of analgesic doses per patient for wall-view and tree-view groups.

Analgesic strength	Number of doses					
	Days 0-1		Days 2-5		Days 6-7	
	Wall group	Tree group	Wall group	Tree group	Wall group	Tree group
Strong	2.56	2.40	2.48	0.96	0.22	0.17
Moderate	4.00	5.00	3.65	1.74	0.35	0.17
Weak	0.23	0.30	2.57	5.39	0.96	1.09

Zvážit výsledky studie při návrhu nemocničních zařízení.



European Environment Agency (EEA). (2019). [*Healthy environment, healthy lives: How the environment influences health and well-being in Europe*](#) (EEA Report No 21/2019). Publications Office of the European Union.

Studie na úvod

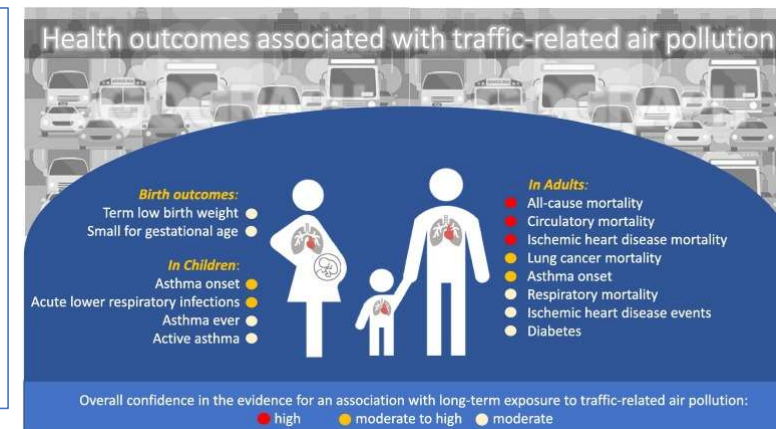
H. Boogaard a kol.: Long-term exposure to traffic-related air pollution and selected health outcomes: A systematic review and meta-analysis, Environment International 164 (2022):

Základní informace ke studii:

- Přehled výstupů publikovaných od 1/1980-7/2019
- 353 studií – respirační onemocnění u dětí (118), změny u novorozenců a kojenců (86), kardiometabolické efekty (57), respirační onemocnění u dospělých (50) a úmrtnost (48)
- 163 studií z Evropy, 130 ze Severní Ameriky, 41 z Asie (převážně Čína)

Výsledky studie-dlouhodobá zátěž emisí z dopravy:

- Střední-vysoká pravděpodobnost vzniku astmatu
- Střední úroveň pro ischemickou chorobu srdeční a cukrovku
- Zvýšená úmrtnost – kardiovask. onemocnění, rakovina plic
- Nízká porodní váha



Několik pojmů na úvod

- **ZDRAVÍ – historický vývoj pojmu:**

- **Antika a středověk**

- rovnováha mezi 4 tělesnými tekutinami (krve, žluči, černé žluči a hlenu); nemoc výsledek nerovnováhy

- **Renesance a novověk**

- správné fungování těla a jeho částí; rozvoj anatomie, fyziologie a vědy

- **19. a počátek 20. století**

- absence nemocí; prevence a léčba infekčních nemocí (rozvoj mikrobiologie)

- **polovina 20. století**

- WHO(1948) - definice zdraví „stav úplné fyzické, duševní a sociální pohody, a ne pouze nepřítomnost nemoci nebo slabosti“

- **Moderní doba**

- komplexní pohled; zdraví vnímáno nejen jako stav, ale jako dynamický proces

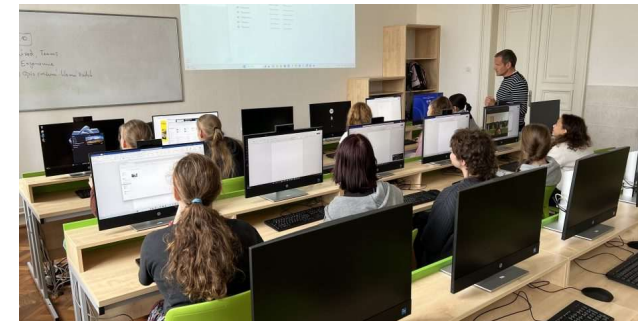
Několik pojmů na úvod

- **ZDRAVÍ – různé koncepty, např.:**

1. **Biomedicínský model** – západní medicína
2. **Holistický model** – rovnováha mezi fyzickými, duševními, emocionálním a sociálním aspekty
3. **Ekologický model** – zdraví jako výsledek vztahu jedince a prostředí
4. **Sociální model** – zdraví ovlivněno sociálními determinanty
5.

Několik pojmů na úvod

- ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ
- SLOŽKY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
 - abiotické
 - biotické
 - přírodní
 - umělé
 - sociální



Vztah člověka a prostředí

- lidská populace plně závislá na přírodním prostředí
- neustálá interakce

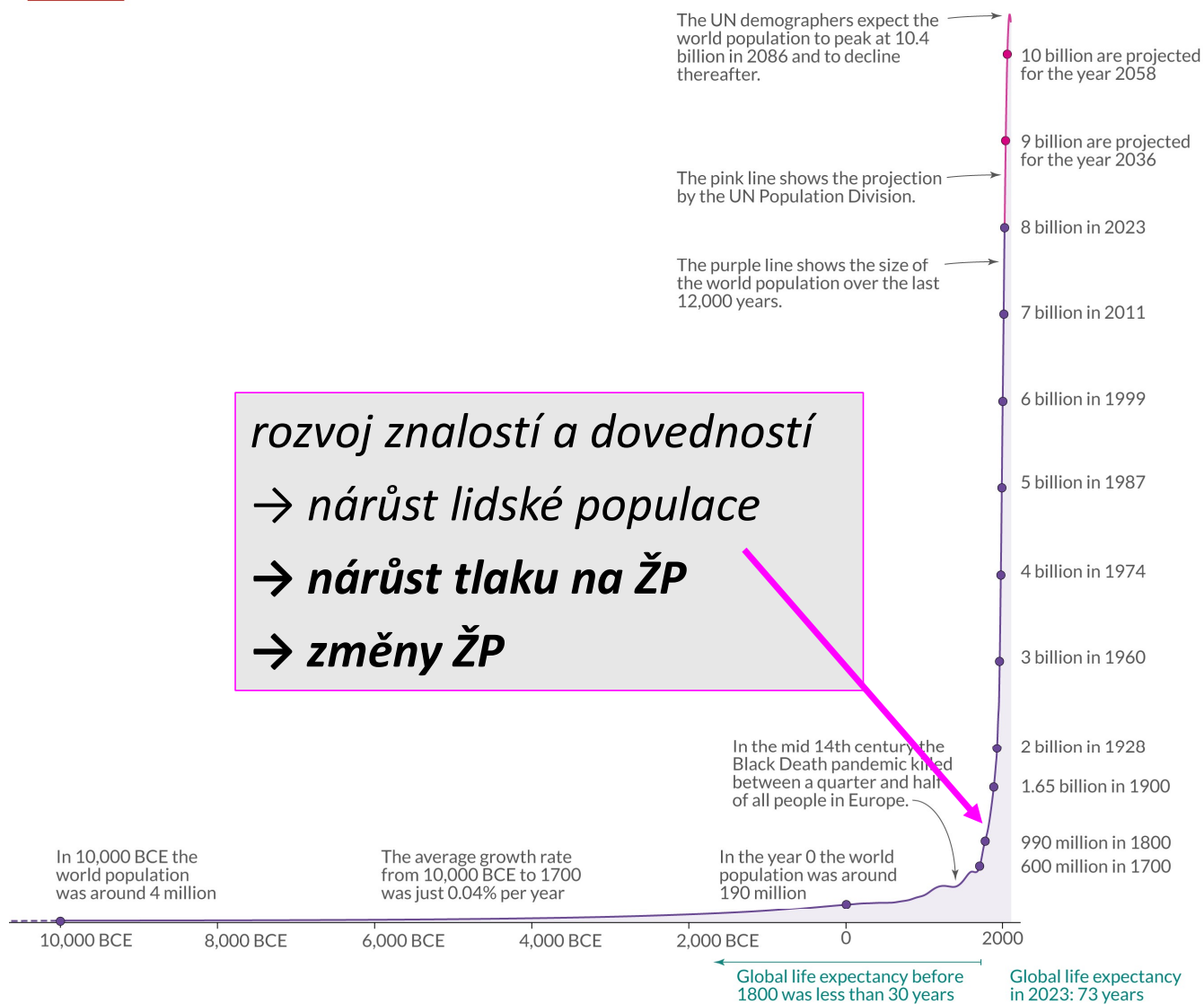
změny v prostředí zásadně ovlivňují lidskou populaci

→ **ADAPTAČNÍ KAPACITA ČLOVĚKA**

lidská populace vyvolává změny v prostředí

→ **NOSNÁ KAPACITA PROSTŘEDÍ**

The size of the world population over the long-run



Based on estimates by the History Database of the Global Environment (HYDE) and the United Nations.

This is a visualization from OurWorldinData.org.

Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

Vztah zdraví a prostředí

- komplexní, dynamický a mnohostranný
- **ŽP podporuje lidské zdraví, umožňuje život**
- **látky nebo podmínky v ŽP mohou ↑ riziko onemocnění, smrti...**
- činnosti podporující lidské zdraví mohou mít nepříznivé dopady na ŽP, které mohou vést ke škodám na lidském zdraví
- složitá problematika zahrnující řešení **otázek etických, legislativních, sociálních, ekonomických, environmentálních....**

Zdraví lidé mohou existovat jen ve zdravém prostředí.

Zdravé životní prostředí

- podporuje fyzické, duševní a sociální zdraví současné populace
- umožňuje **udržitelný** rozvoj ekosystémů → zdraví budoucích generací



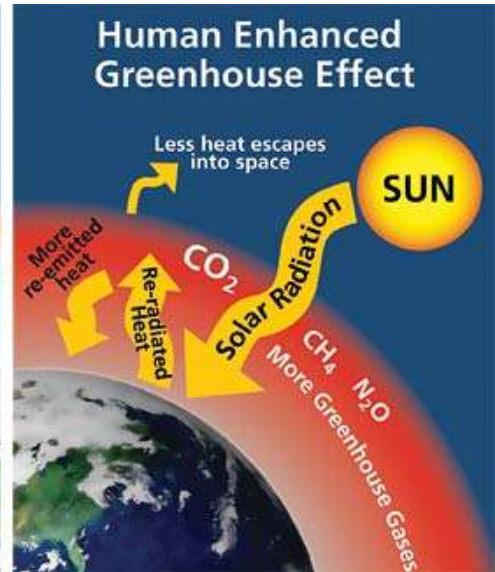
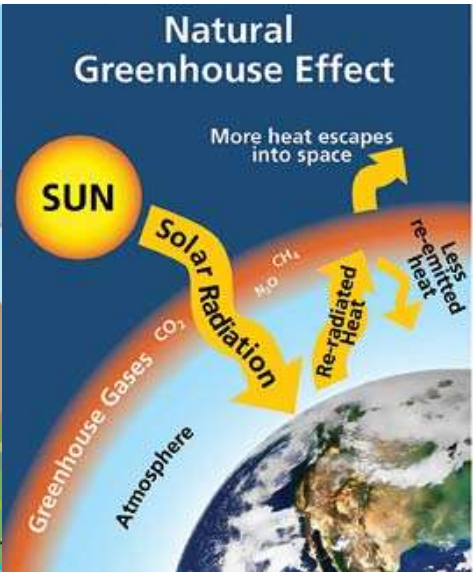
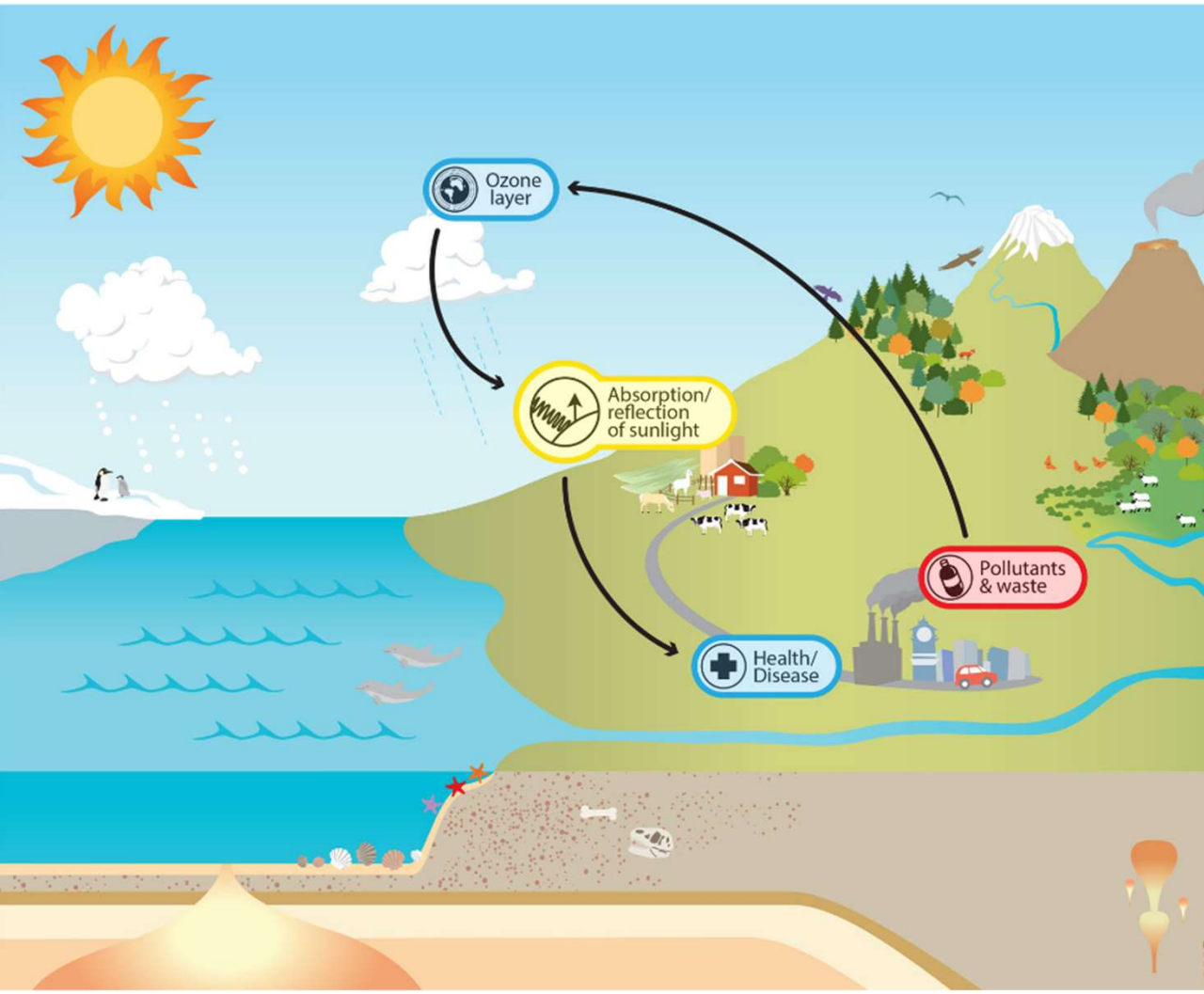
zachování poskytovaných ekosystémových služeb

- ***klíčové aspekty zdravého životního prostředí???***

- Čistý vzduch
- Bezpečná a nezávadná voda
- Nezamořená půda
- Dostatek zelených ploch/přírodních ekosystémů
- Přiměřená hladina hluku a světla
- Stabilní klima



Zdroje: [Understanding Global Change; Greenhouse Effect and Anthropogenic Warming](#)



Vztah zdraví a prostředí

- **2 základní skupiny vlivů:**

- 1) ***Faktory přírodní***

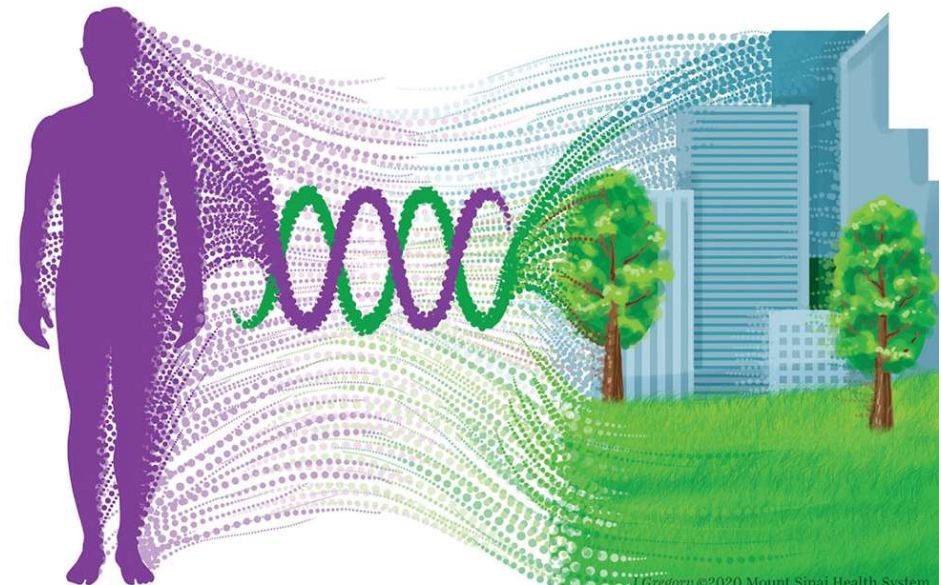
- 2) ***Faktory antropogenní***

Σ faktorů geografických, klimatických, geologických, antropogenních...

→ působení na jedince i populace

→ vlivy somatické i psychické

→ vlivy na úrovni hospodářské, civilizační i kulturní



Vztah zdraví a prostředí

- **ENVIRONMENTÁLNÍ ZDRAVÍ** = *vliv faktorů prostředí na zdraví*
 - **Veřejné zdraví** – průměrná délka života populace (ve zdraví), výskyt zdravotních obtíží/onemocnění
 - **Zdraví jednotlivce** – subjektivní; kromě fyziologického i duševní stav; individuální faktory

Ochrana veřejného zdraví - hygiena, epidemiologie a demografie



Veřejné zdraví

= vědní oblast, která se zaměřuje na prevenci nemocí, prodloužení života a podporu zdraví prostřednictvím organizovaných úsilí společnosti (WHO)

- Klíčové aspekty veřejného zdraví:
 - Prevence nemocí
 - Zdravotní politika
 - Výzkum a monitorování
 - Sociální determinanty zdraví

Hygiena

= věda o uchování zdraví

- studuje faktory prostředí ovlivňující zdraví
- prevence nemocí
- podpora zdraví a zdravého životního stylu
- zvyšování kvality a délky života
- spojitost s veřejným zdravím
- úprava pracovních podmínek
- řada podoborů



Základní hygienické předpisy

- *zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví*
- *zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích*
- *zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech*
- *zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší*
- *zákon č. 254/2001 Sb. vodní zákon*
- *zákon č. 65/2017 Sb. o ochraně zdraví před škodlivými účinky návykových látek*
- *zákon č. 256/2001 Sb. o pohřebnictví a o změně některých zákonů*

→ **řada prováděcích předpisů, např.:**

- *NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*
- *NV č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*
- *NV č. 291/2015 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením*
- *vyhl. č. 155/2011 Sb., o profilech povrchových vod využívaných ke koupání*
- *vyhl. č. 315/2018 Sb., o strategickém hlukovém mapování.....*

Hygiena práce

= ochrana zdraví v souvislosti s vykonáváním pracovní činnosti

→ zamezit vzniku profesního onemocnění dodržováním hygienických limitů

→ opora v z. č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a jeho prováděcích předpisech

→ **kategorizace pracoviště dle z.č. 258/2000 sb.:**

1. STUPEŇ ZÁTĚŽE – MINIMÁLNÍ ZDRAVOTNÍ RIZIKO - nejnižší míra zdravotního rizika

2. STUPEŇ ZÁTĚŽE – ÚNOSNÁ MÍRA ZDRAVOTNÍHO RIZIKA - únosná míra zdravotního rizika

3. STUPEŇ ZÁTĚŽE – VÝZNAMNÁ MÍRA ZDRAVOTNÍHO RIZIKA - významná míra zdravotního rizika;

- může docházet k ohrožení zaměstnance nemocí z povolání

4. STUPEŇ ZÁTĚŽE – VYSOKÁ MÍRA ZDRAVOTNÍHO RIZIKA - vysoká míra zdravotního rizika

- opakovaně se vyskytují nemoci z povolání
- nutný soubor preventivních opatření.

Důvody kategorizace:

- 1) Začleňování pracovníků
- 2) Podklad pro výkon hygien. dozoru
- 3) Stanovení lhůt prevent. zdrav. prohlídek

Epidemiologie

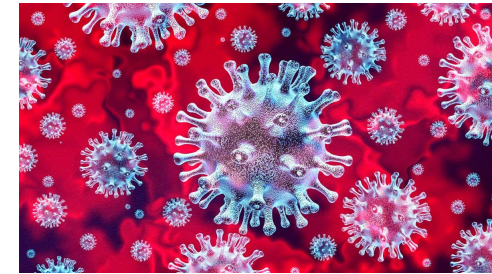
= věda studující parametry zdraví a nemocí v lidské populaci

- výskyt nemocí v populaci v kontextu podmínek či faktorů ovlivňujících výskyt
- spojitost individuálního způsobu života s rozvojem řady onemocnění
- studium metod předcházení nemocí nebo potlačení výskytu nemocí
- nejen infekční ale i neinfekční nemoci

→ těžištěm hygieny a epidemiologie je primární prevence



Základní pojmy z epidemiologie



EPIDEMIE

PANDEMIE

ENDEMIE

MORBIDITA, INCIDENCE a PREVALENCE

RIZIKOVÁ SKUPINA a RIZIKOVÝ FAKTOR

PREVENCE

- *primární*
- *sekundární*
- *terciární*
- *Kvarterní*

MORTALITA vs. LETALITA

➤ **Konec 2024-začátek 2025 EPIDEMIE chřipky:**

INCIDENCE (dle SZÚ)

- v 6. týdnu roku 2025 na úrovni 2219 nemocných na 100 000 obyvatel
- V 36. týdnu r. 2025 na úrovni 468 nemocných na 100 000 obyvatel

RIZIKOVÉ SKUPINY

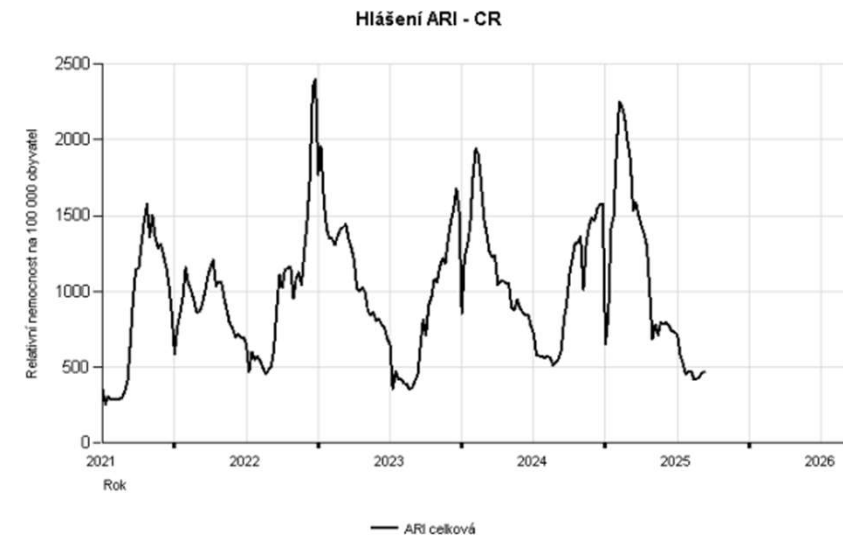
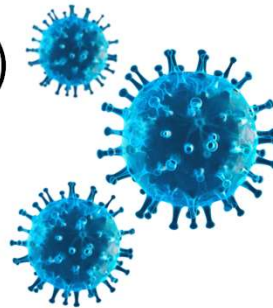
RIZIKOVÉ FAKTORY

- věk, chronická onemocnění, oslabená imunita, kouření, sociální podmínky

PRIMÁRNÍ PREVENCE – specifická a nespecifická

LETALITA ČR

- 0,15-0,25 (každý rok zemře 1500-2000 lidí)



➤ **Karcinom prsu ČR:**

INCIDENCE (dle mamo.cz)

- 7918 případů za rok 2022

LETALITA v ČR (dle [Žaloudík: V zajetí letality](#))

- 0,24 (2023), resp. 0,5 (70. léta)

PREVALENCE

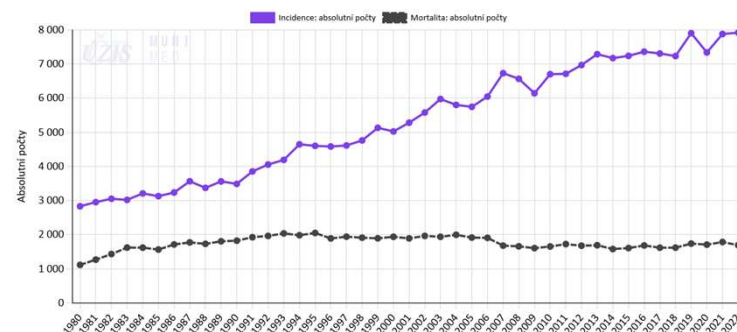
- pokles mortality, zlepšení epidemiologické situace, zvýšení prevalence (nárůst o cca 40 % 2012-2022)

RIZIKOVÉ FAKTORY A SKUPINY

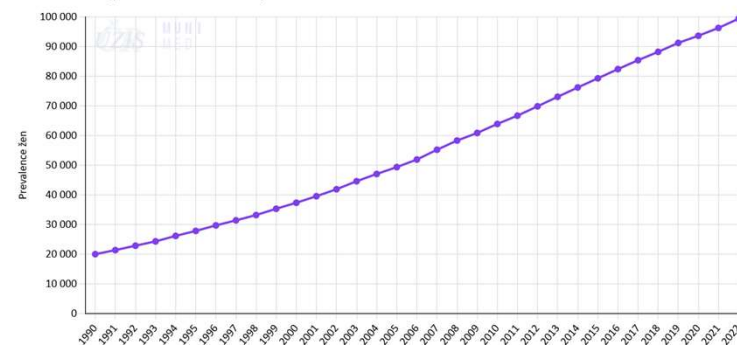
PREVENCE

- primární – zdravý životní styl
- sekundární – screeningová vyšetření

Incidence a mortalita. Aplikované filtry: (incidence N = 229767, mortalita N = 75395) Typ zhoubného nádoru: ZN prsu (C50) Pohlaví: ženy Kraj: celá ČR
Rozsah: 1980-2022 Výpočetní metoda: Absolutní počty Zdroj dat: incidence: NOR, mortalita: ČSÚ, korekce dle NOR



Prevalence. Aplikované filtry: Typ zhoubného nádoru: ZN prsu (C50) Pohlaví: ženy Kraj: celá ČR
Rozsah: 1990-2022 Výpočetní metoda: Prevalence žen Zdroj dat: NOR



RIZIKOVÉ FAKTORY pro vznik nádoru prsu



**ČASNÝ NÁSTUP
MENSTRUACE**
(před 12. rokem života)



VĚK
(40 let a starší)



**KONZUMACE
ALKOHOLU**



**NEZHOUBNÝ NÁDOR
NEBO PŘEDCHOZÍ
RAKOVINA PRSU**



**GENETICKÁ
MUTACE**



**VĚK PRVNÍHO
TĚHOTENSTVÍ**



**NEZDRAVÝ
ŽIVOTNÍ STYL
A OBEZITA**



**RODINNÁ
ANAMNÉZA**



**POZDNÍ NÁSTUP
MENOPAUZY**
(po 50. roce života)



**HORMONÁLNÍ
LÉČBA**

Institucionální opora hygieny, epidemiologie a veřejného zdraví v ČR

1) SZÚ

- založen 1925
- podpora veřejného zdraví
- prevence nemocí a zdravotních rizik
- **klíčové aktivity:**
 - epidemiologie a kontrola infekčních nemocí
 - hygiena ŽP a práce
 - podpora zdravého životního stylu
 - laboratorní činnost
 - poradenské a vzdělávací aktivity
- spolupráce s WHO



Institucionální opora hygieny, epidemiologie a veřejného zdraví v ČR

2) KHS

- **2003** - vytvořeny KHS na základě pův. hygienických stanic na základě **z. č. 258/2000 sb. O ochraně veřejného zdraví**
- 14 pracovišť
- základní instituce veřejného zdraví na regionální úrovni
- **klíčové aktivity:**
 - ochrana veřejného zdraví
 - epidemiologický dohled
 - hygiena práce
 - hygiena výživy
 - poradenské a preventivní činnost



**KRAJSKÁ
HYGIENICKÁ
STANICE**
Jihočeského kraje

Institucionální opora hygieny, epidemiologie a veřejného zdraví v ČR

3) MZ ČR

- zřízeno 1969
- **klíčové aktivity v ochraně veřejného zdraví:**
 - celková koordinace na národní úrovni
 - legislativní opatření
 - strategické plány pro zlepšení zdrav. stavu obyvatel
 - řídí KHS



MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Institucionální opora hygieny, epidemiologie a veřejného zdraví v ČR

4) ÚZIS

- zřízeno **1960**
- **klíčové aktivity v ochraně veřejného zdraví:**
 - sběr, zpracování a analýza zdravotnických dat
 - statistiky a analýzy pro zdravotní politiku/preventivní programy
 - monitorování zdravotního stavu obyvatelstva a výskyt nemocí



Institucionální opora hygieny, epidemiologie a veřejného zdraví v ČR

4) Další organizace podílející se na ochraně veřejného zdraví

- zdravotní pojišťovny
- SÚKL
- centra duševního zdraví
- národní screeningové programy
- neziskové organizace
- výzkumné a akademické instituce
- mezinárodní organizace
- regionální/obecní programy....



→ komplexní přístup k podpoře a ochraně zdraví obyvatel v České republice

Institucionální opora hygieny, epidemiologie a veřejného zdraví v ČR



NSC NÁRODNÍ
SCREENINGOVÉ
CENTRUM

Novorozenecký screening

Víte, že...?

Novorozenecký screening tvoří hned několik vyšetření? Jedná se o vyšetření:

- ze suché kapky krve
- sluchu
- vrozeného zákalu
- kyčlí



Rn RADONOVÝ PROGRAM
ČESKÉ REPUBLIKY

Radon na pracovištích

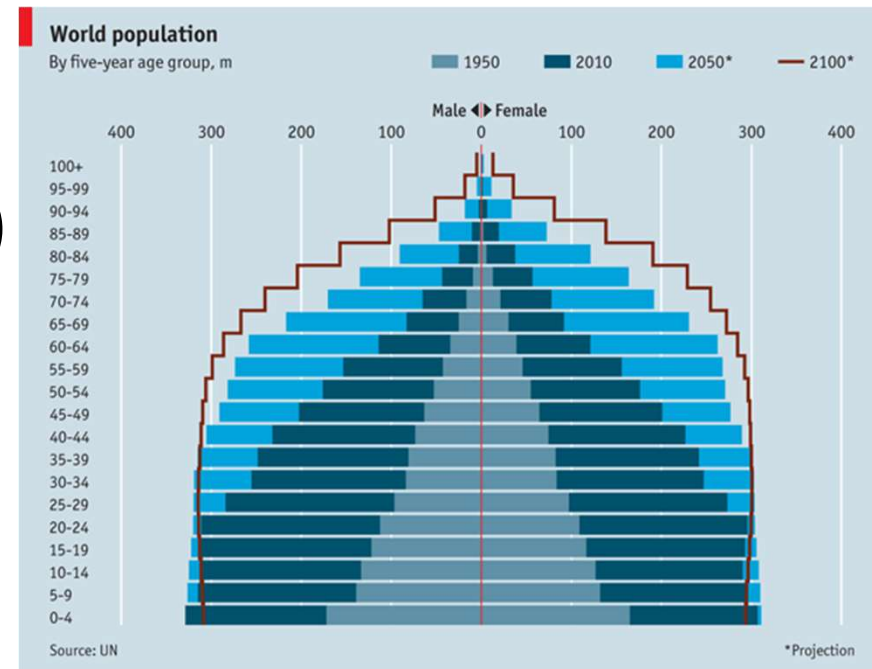
Máte povinnost zajistit
**měření radonu
na pracovišti?**

monika
SÚJB

Demografie

= *studium lidské populace (obyvatelstva)*

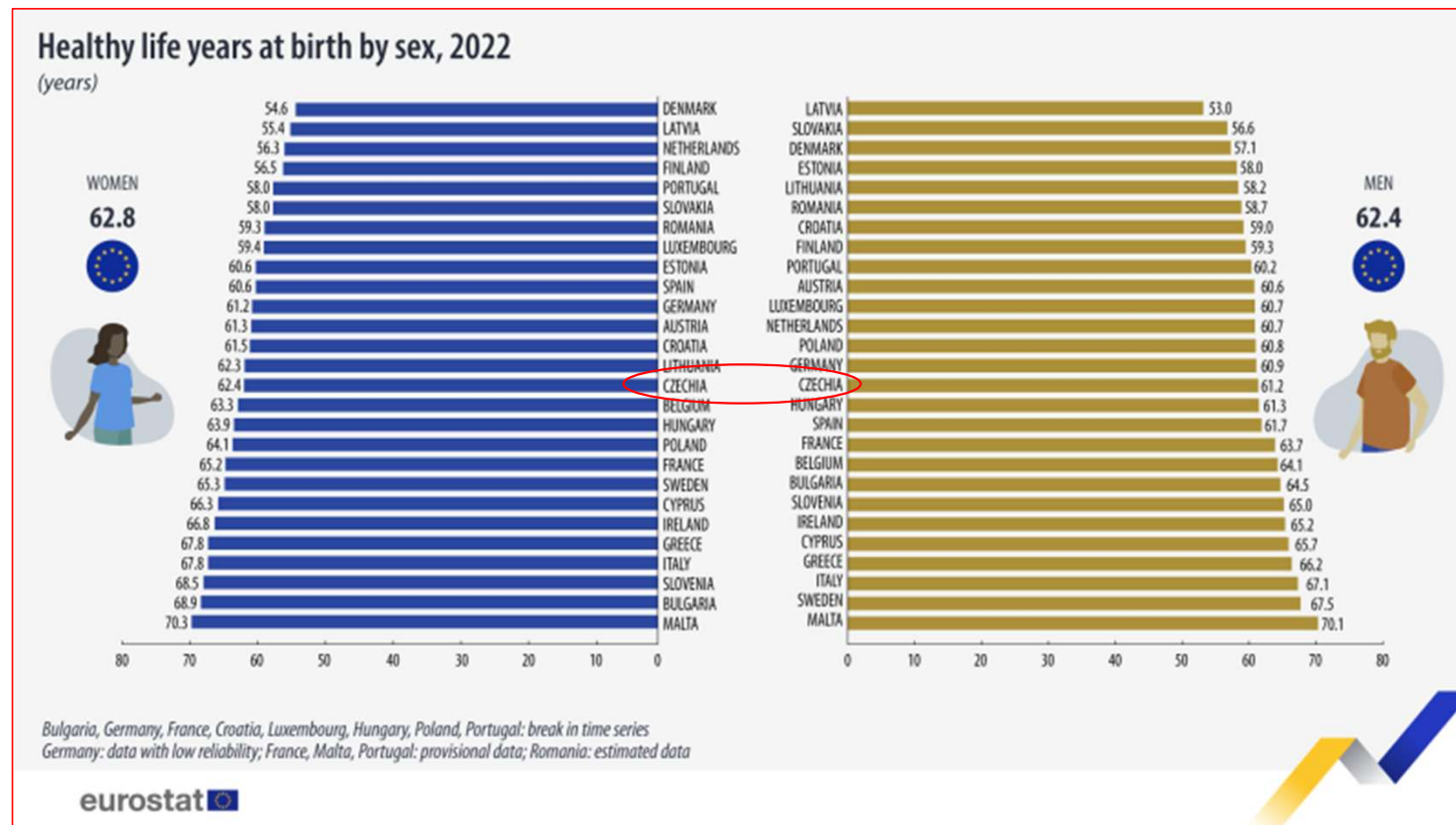
- velikost
 - populační charakteristiky
 - populační procesy
 - populační trendy
- **úzce souvisí s ochranou veřejného zdraví** – predikce zdravotních potřeb, reakce na epidemie, regionální rozdíly ve zdraví, reakce na věkovou skladbu populace...



Délka života ve zdraví (HLY)

= průměrný počet let, po které může člověk očekávat, že bude žít ve zdraví, tedy bez závažných zdravotních omezení nebo nemocí

- Indikátor EUROSTATU →
- odráží nejen délku ale i kvalitu života!
- faktory: životní styl a návyky, kvalita ŽP, socio-ekonomické faktory, zdravotnictví....



Naděje dožití (Life expectancy)

= *střední délka života*

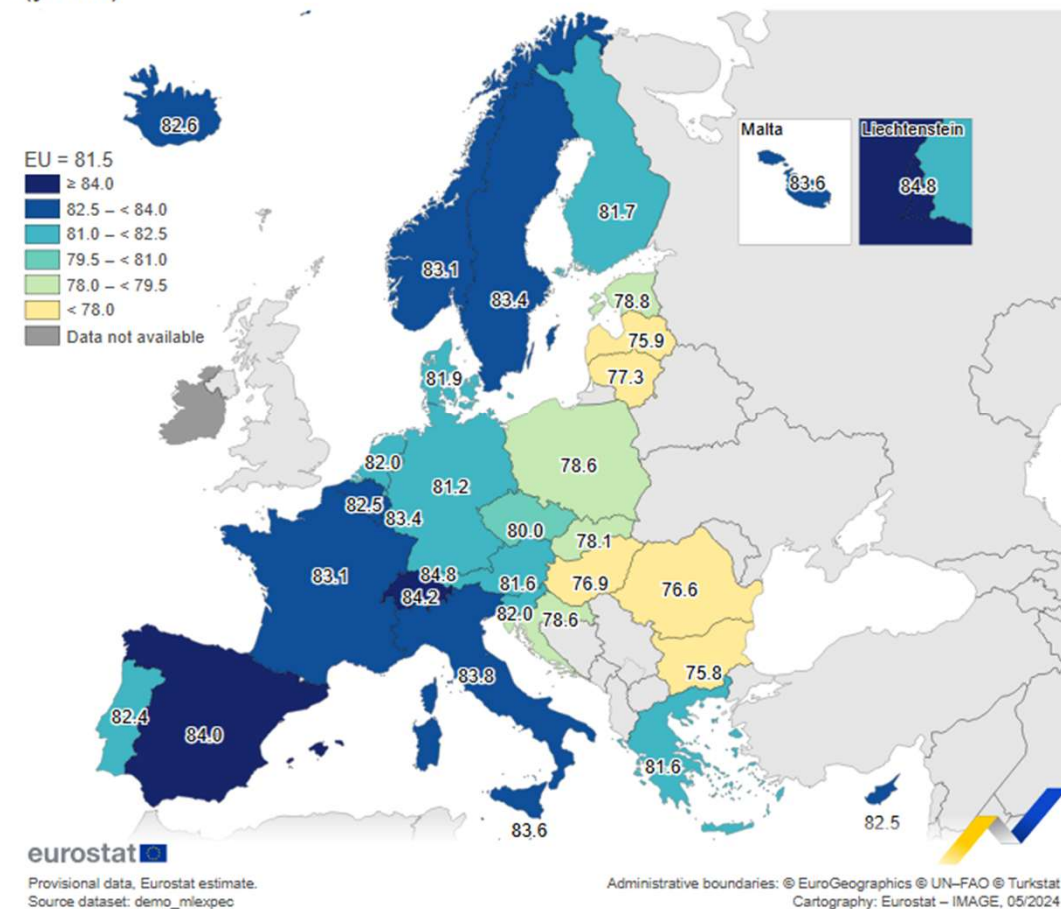
- Statistický odhad – hypotetická průměrná délka života

1) *Při narození*

2) *Ve věku 60 let*

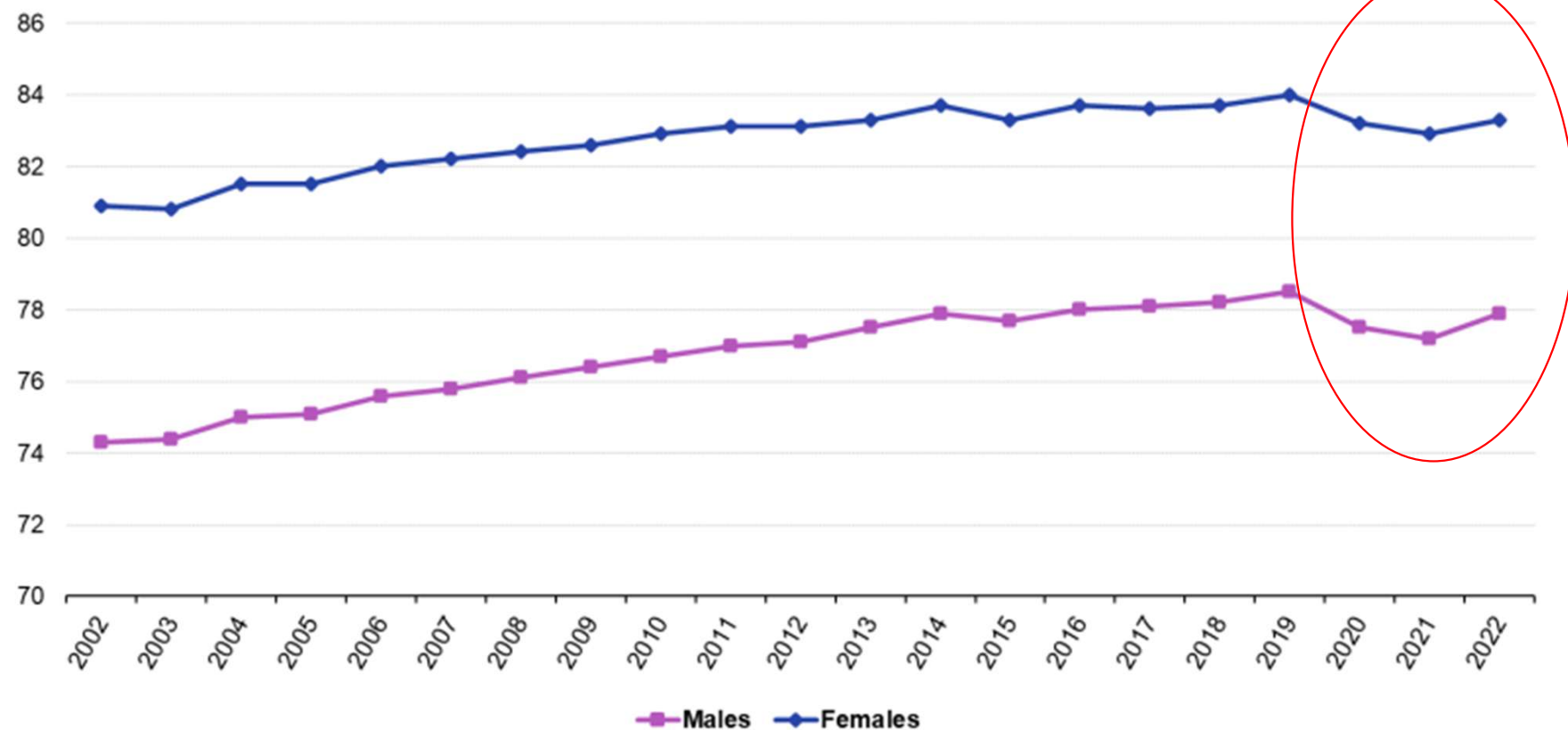
- *faktory: socio-ekonomické faktory regionu, výživa, zdravotnictví, kvalita ŽP, epidemie, politická situace....*

Life expectancy at birth, 2023
(years)



Life expectancy at birth in the EU, 2002-2022

(years)



Note: The y-axis is broken. 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2017, 2019, 2021, 2022: breaks in series. 2018, 2019, 2020, 2021, 2022: estimate, provisional.

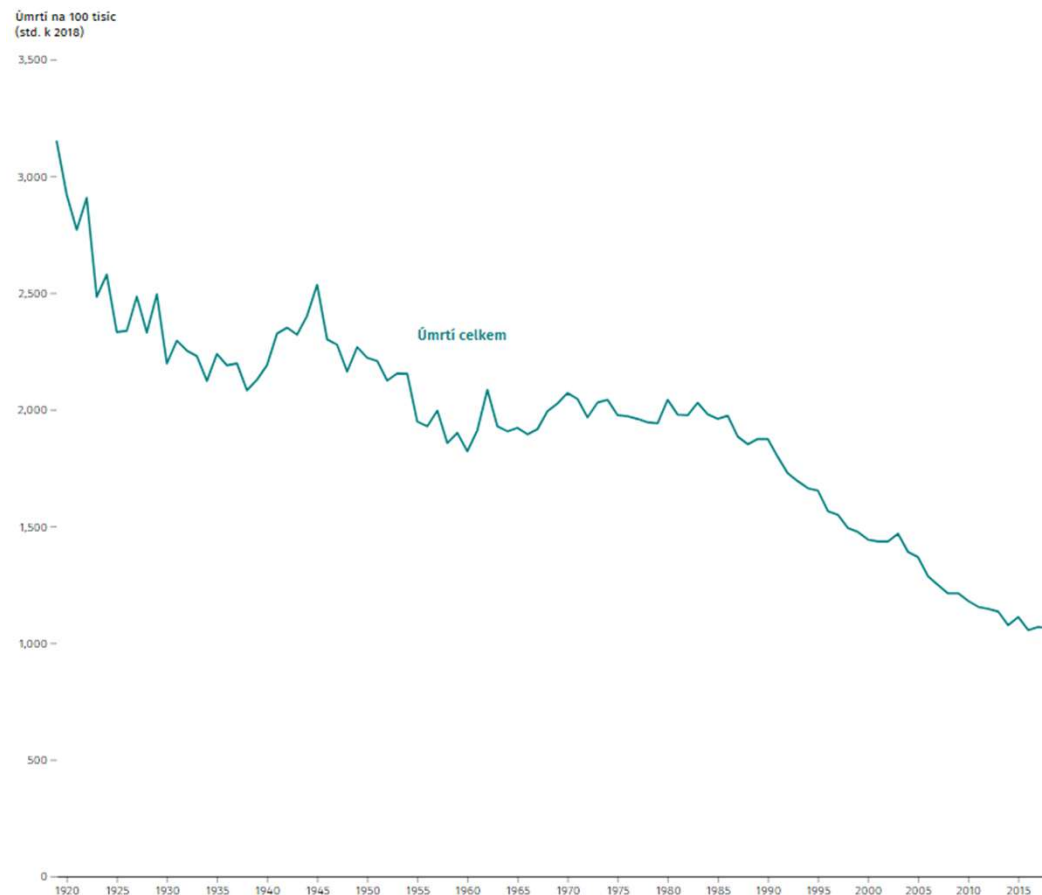
Source: Eurostat (online data code: demo_mlexpec)

Úmrtnost

- buď absolutní hodnota vztažená k populaci nebo:

1) Hrubá míra úmrtnosti:

- počet úmrtí na 1000 (100 000) obyv.
→ vývojové trendy
- nezohledňuje věkovou strukturu populace → nelze srovnávat s jinými populacemi



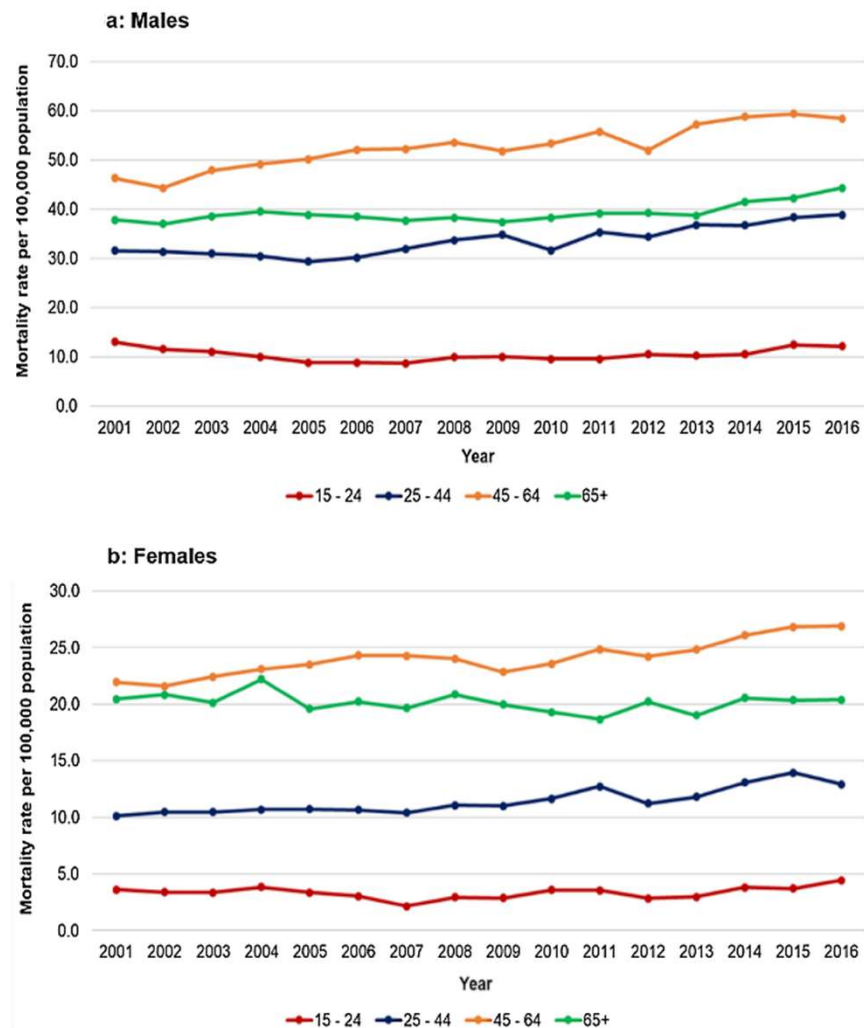
Zdroj: [Od moru ke covidu: unikátní data, jak se měnily příčiny úmrtí Čechů od císaře pána do dneška](#)

Úmrtnost

1) Hrubá míra úmrtnosti:

→ obvykle specifikace dle:

- pohlaví
- věku
- příčiny



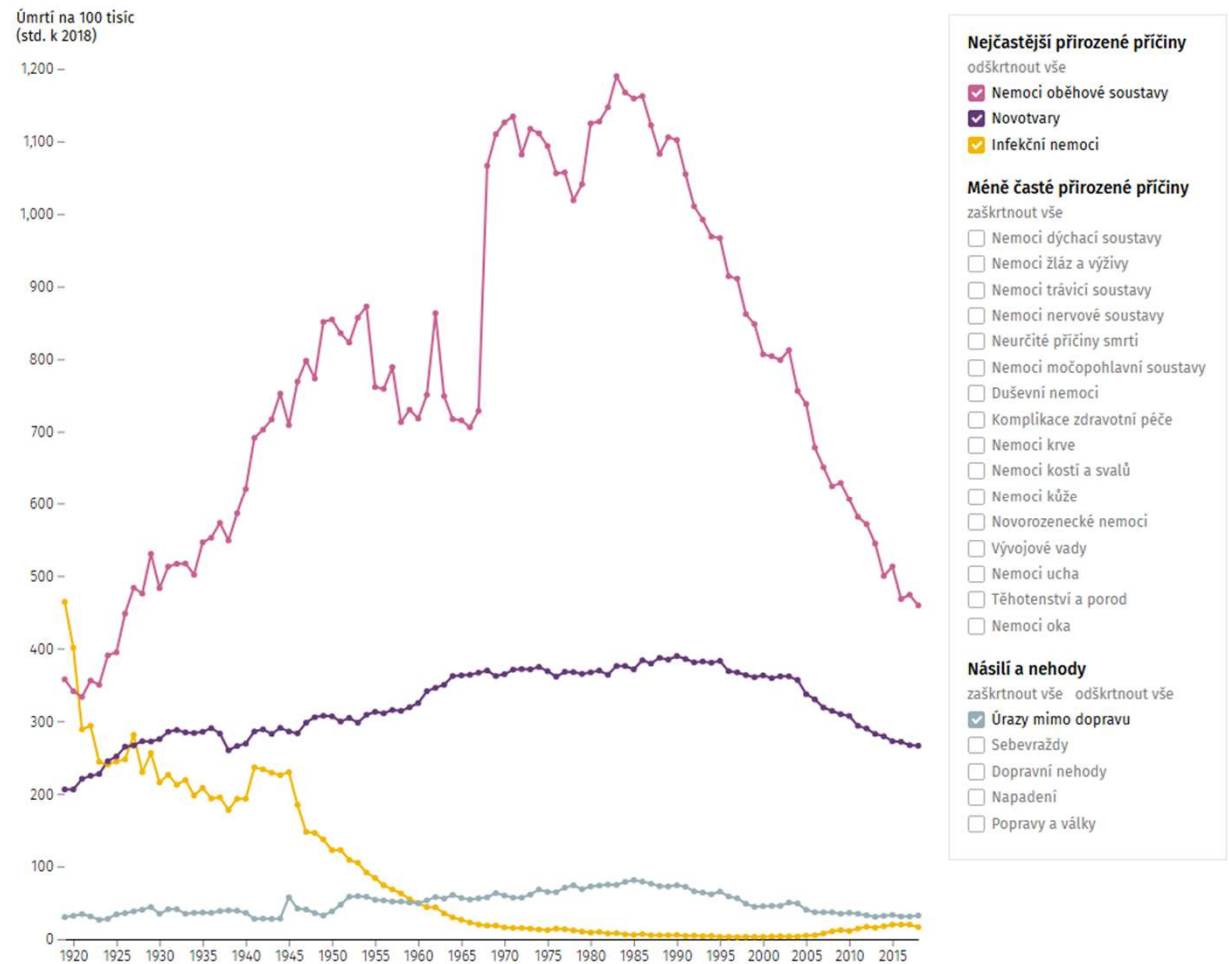
Úmrtnost

1) Hrubá míra úmrtnosti:

→ obvykle specifikace dle:

- pohlaví
- věku
- příčiny

Zdroj: [Od moru ke covidu: unikátní data, jak se měnily příčiny úmrtí Čechů od císaře pána do dneška](#)

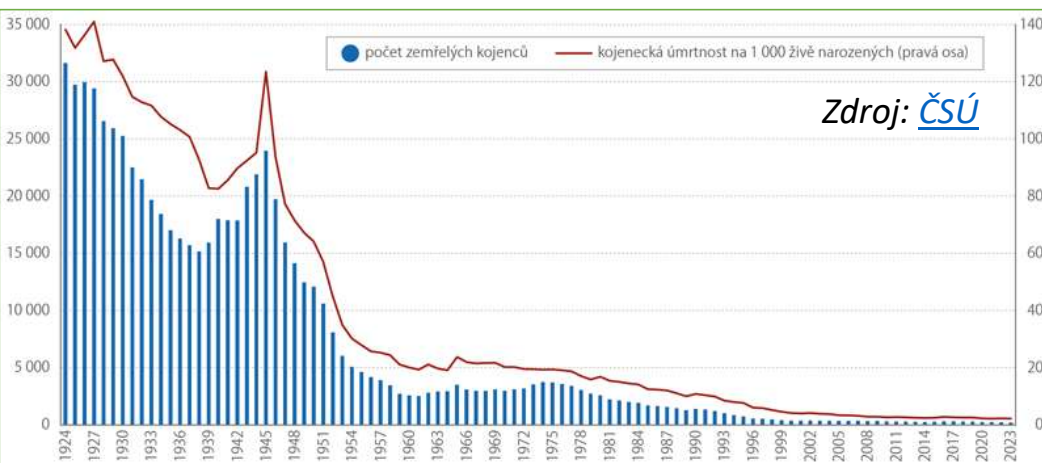


Úmrtnost

2) Kojenecká a dětská úmrtnost:

a) do 1 roku

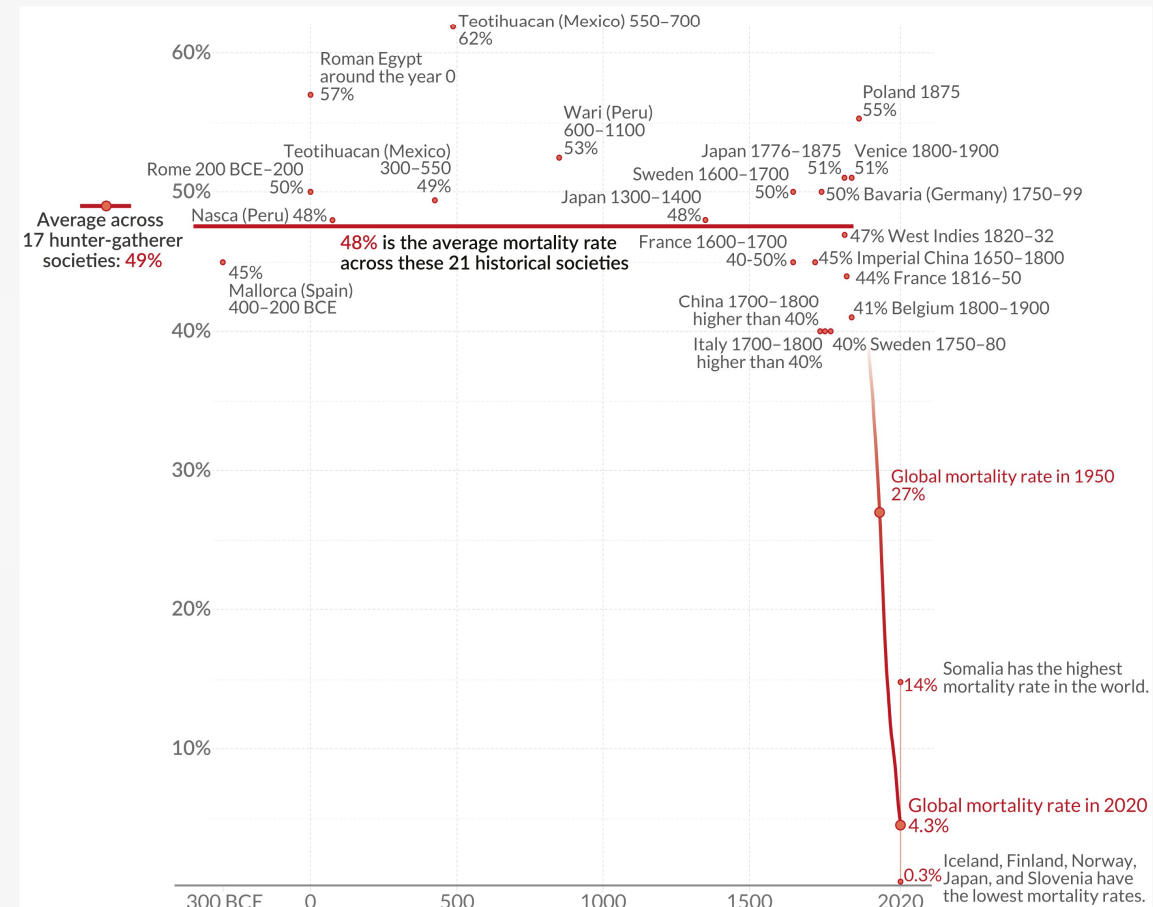
b) do 5 (15) let



The long-run history of child mortality

Shown is the share of children who died before reaching the end of puberty.
The exact age cut-off differs slightly between studies, but is around the age of 15.

Our World
in Data



Data sources: Volk and Atkinson (2013), Human Mortality Database, and UN IGME
This is a visualization from OurWorldinData.org, the online publication for research and data to make progress against the world's largest problems

Licensed under CC-BY by the author Max Roser.

3 ZDRAVÍ A KVALITNÍ ŽIVOT



3.2 Do roku 2030 zabránit úmrtím novorozenců a dětí mladších pěti let, jimž je možné předejít. Všechny země budou usilovat o snížení novorozenecké úmrtnosti na úroveň maximálně 12 úmrtí na 1000 živě narozených dětí a snížení úmrtnosti dětí mladších pěti let na úroveň 25 a méně na 1000 živě narozených dětí

↳ 3.2.1 Úmrtnost dětí do 5 let věku

dítě

úmrtnost

dostupný

↳ 3.2.2 Novorozenecká úmrtnost

dítě

úmrtnost

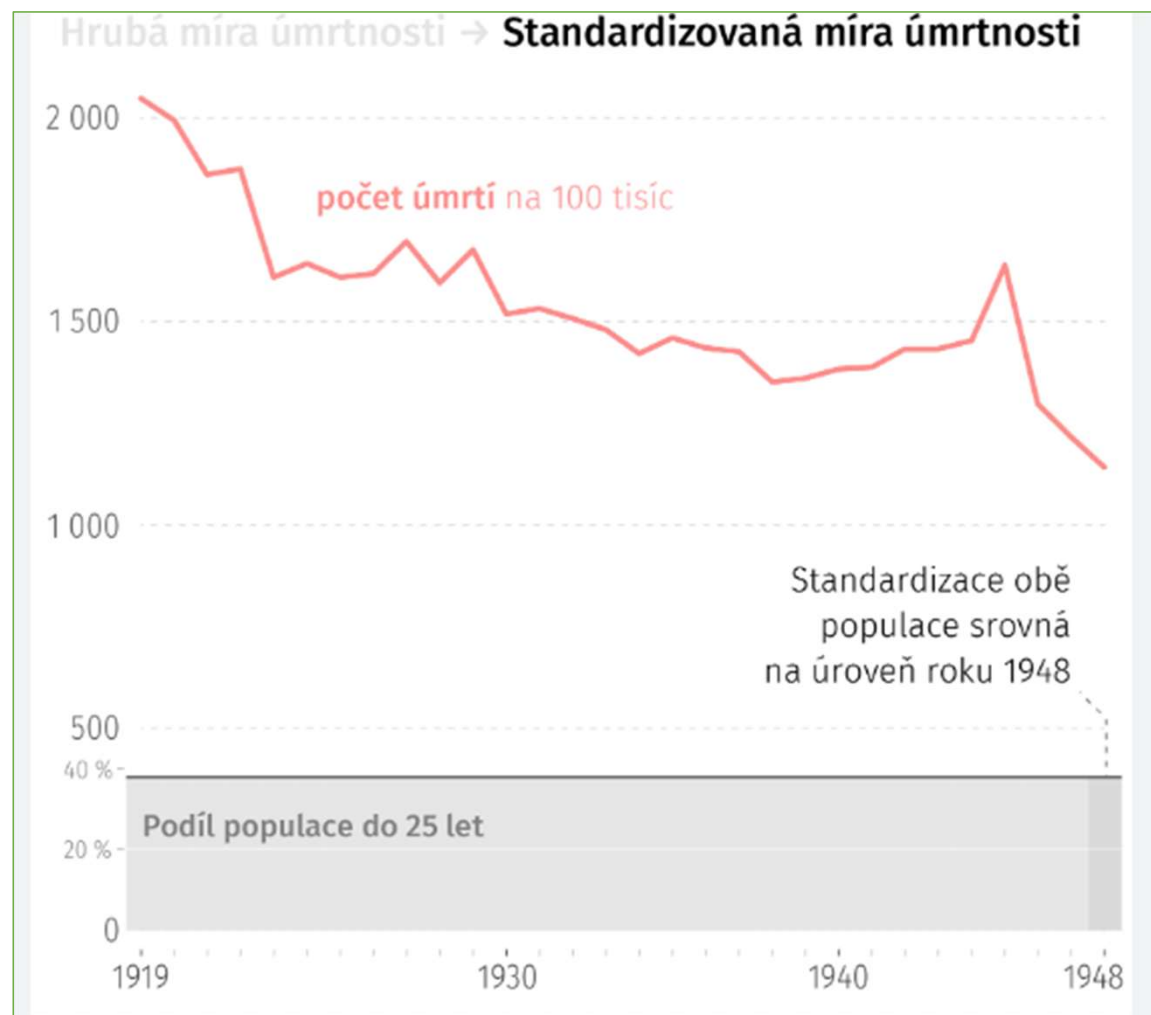
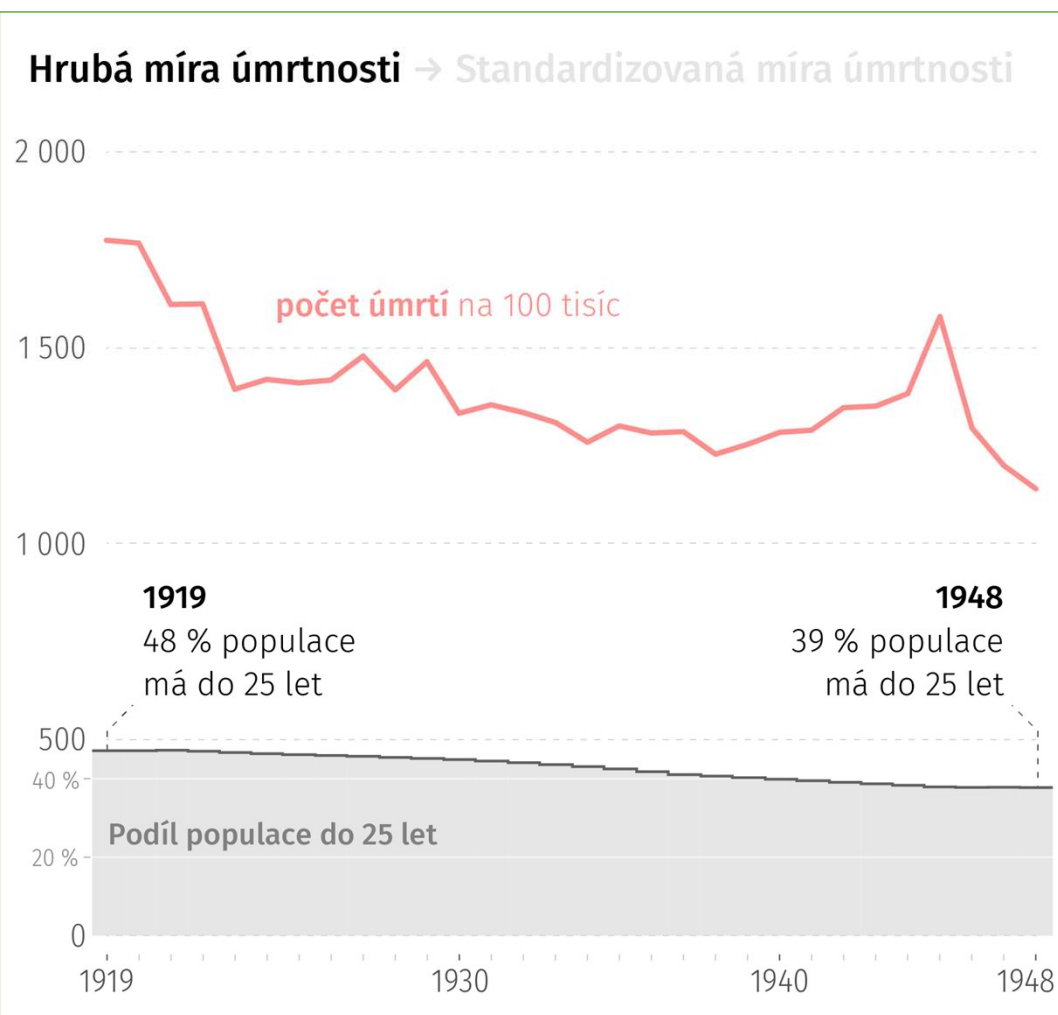
dostupný

<https://www.sdg-data.cz/agenda-2030/3>

Úmrtnost

3) Standardizovaná úmrtnost:

- upraveno dle věkové struktury – lze porovnat dvě různé populace
- údaje z reálné populace aplikovány na populaci standardní („Světový“/„Evropský“ standard dle WHO)
- přepočet na 100 000 obyv.
- hodnota úmrtnosti, která by se vyskytovala v reálné populaci za předpokladu, že její věková struktura by odpovídala věkové struktuře populace standardní



Zdroj: [Od moru ke covidu: unikátní data, jak se měnily příčiny úmrtí Čechů od císaře pána do dneška](#)

Shrnutí

- Lidské zdraví nahlíženo z různých hledisek
- Vztah lidského zdraví a prostředí je nutné nahlížet komplexně → vliv mnoha faktorů
- Prostředí vyvolává změny v lidském zdraví
- Lidé mění životní prostředí
- Ochrana veřejného zdraví – poznatky z hygieny, epidemiologie, demografie
- ***Zdraví lidé mohou žít jen ve zdravém prostředí!***



Zdroje literatury

- European Environment Agency (EEA). (2019). *Healthy environment, healthy lives: How the environment influences health and well-being in Europe* (EEA Report No 21/2019). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/53670>
- D. B. Resnik, C.J. Portier: [Environment, Ethics, and Human Health](#).
- H. Frumkin, R.J. Jackson, C.M. Coussens (Eds.): [Health and the Environment in the Southeastern United States: Rebuilding Unity: Workshop Summary](#), THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, Washington, 2002. ISBN: 0-309-50344-2.
- Demografický informační portál: <http://www.demografie.info/>
- V. Bencko a kol.: Zdraví a přírodní podmínky (medicína a geologie), Dolin, Praha, 2011, ISBN: 978-80-905047-0-7
- M. Tuček a kol.: Hygiena a epidemiologie pro bakaláře.

Specifika života na naší planetě

Udržitelný rozvoj jako koncept pro budoucnost

2. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství,
Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice

Lenka.janikova@upce.cz

Proč je naše planeta skvělé místo pro život? 😊

- přiměřené množství energie – přítomnost ionizujícího záření, ale ne zase moc
- ochranná vrstva v atmosféře
- kapalná voda
- dýchatelná atmosféra
- dostatečně stabilní podmínky pro rozvoj života
- stavební prvky pro vznik života

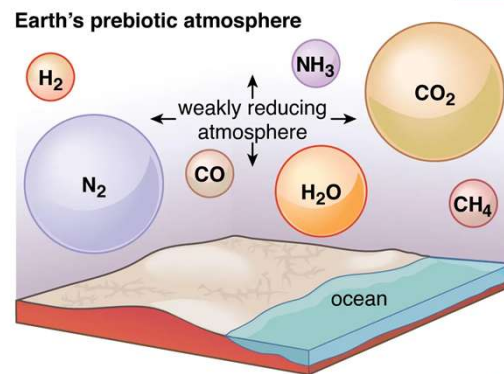


Bylo to tak vždy?

Docházelo na naší planetě k masovým vymíráním?

Milníky ve vývoji života na planetě

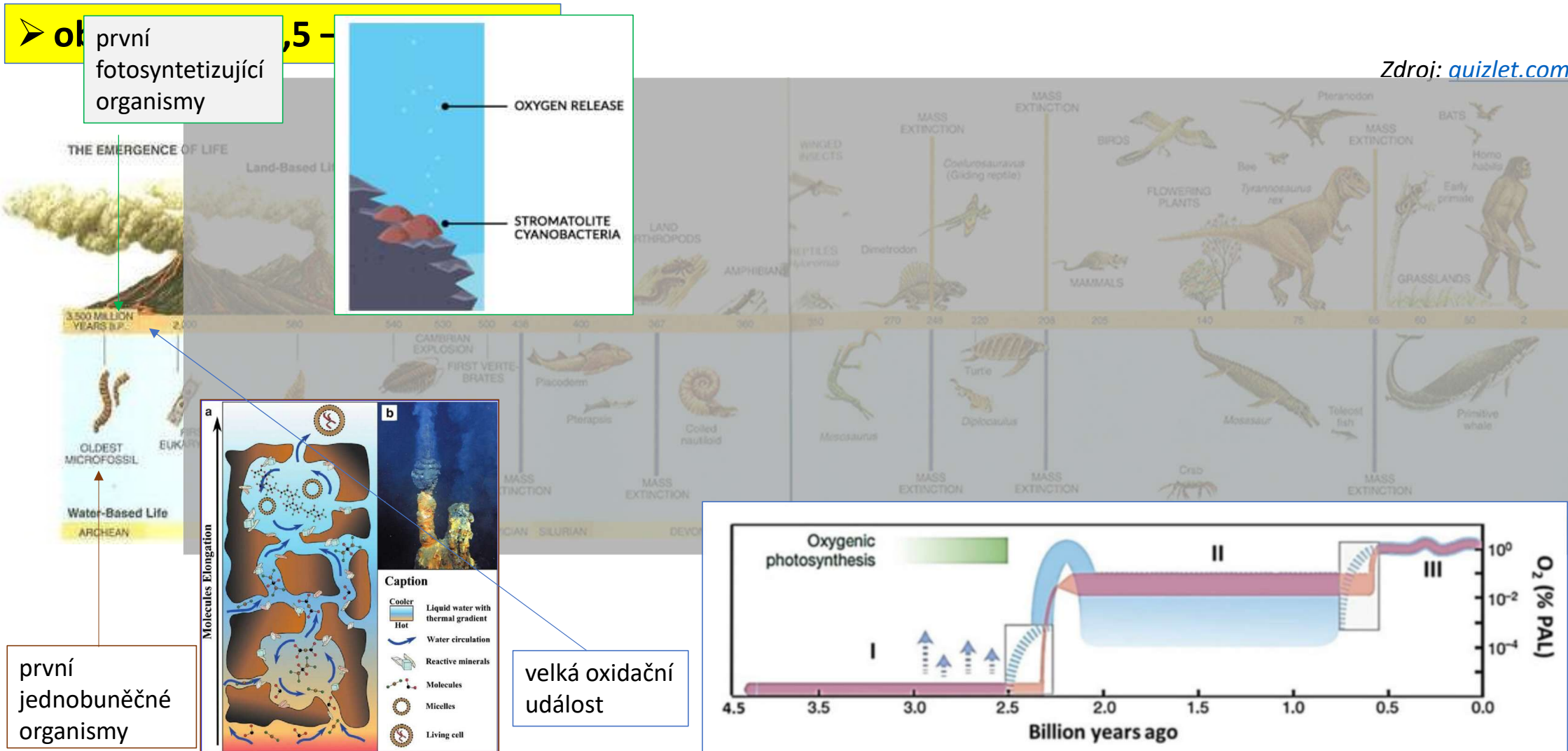
- před 4,6 mld let – vznik planety
- před 4 mld. let
 - vychladnutí planety → oceány
 - redukční atmosféra
 - O₂ jen ve sloučeninách
 - „metanová mlha“
 - geosféry



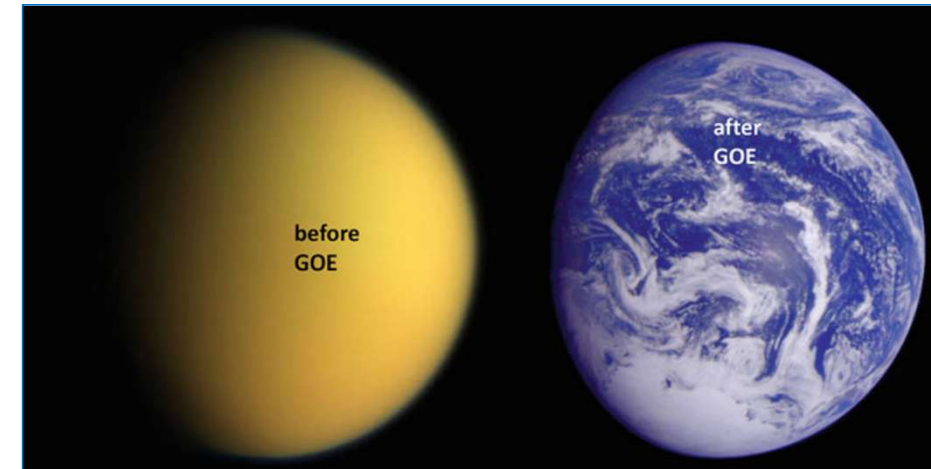
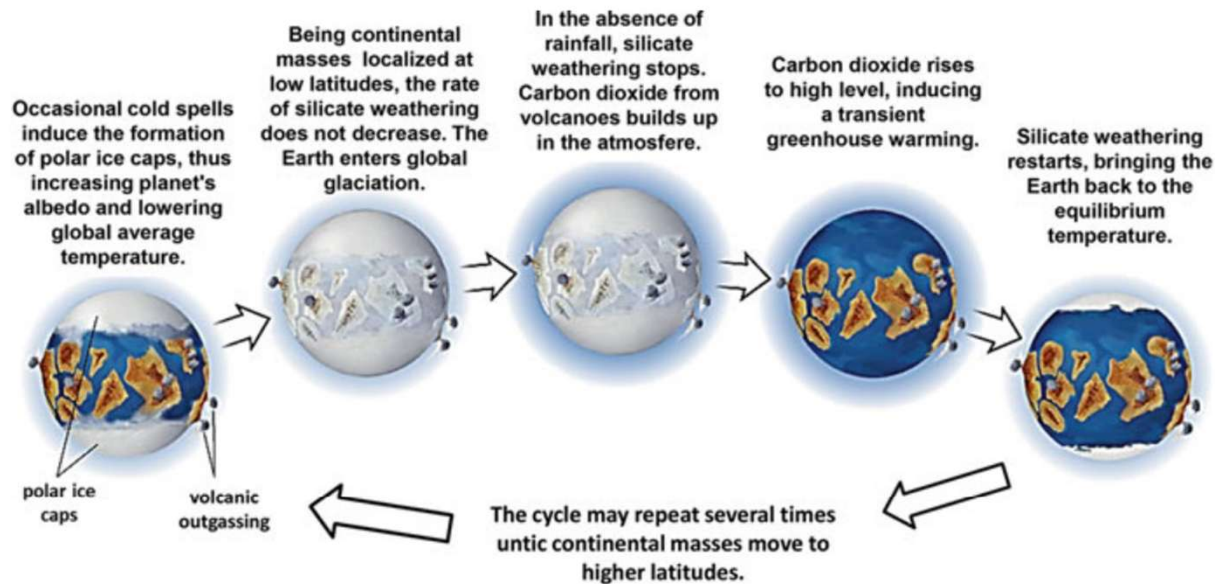
Zdroj: [*The Earliest Atmosphere \(4.6 billion years ago\)*](#)

➤ **ok** první fotosyntetizující organismy

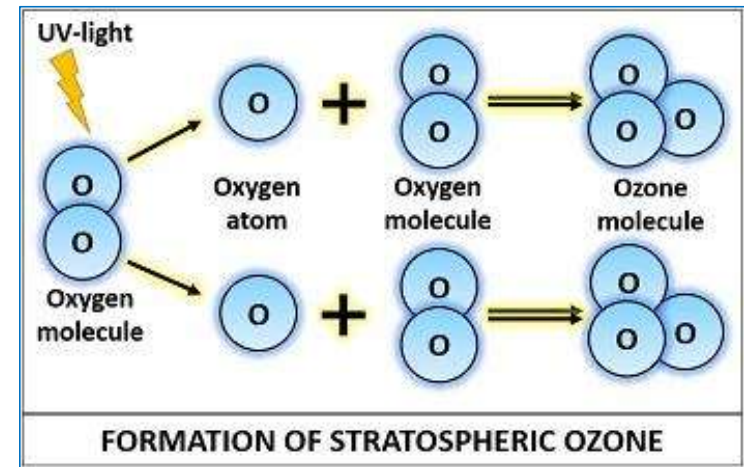
první
jednobuněčné
organismy



Důsledky velké oxidační události



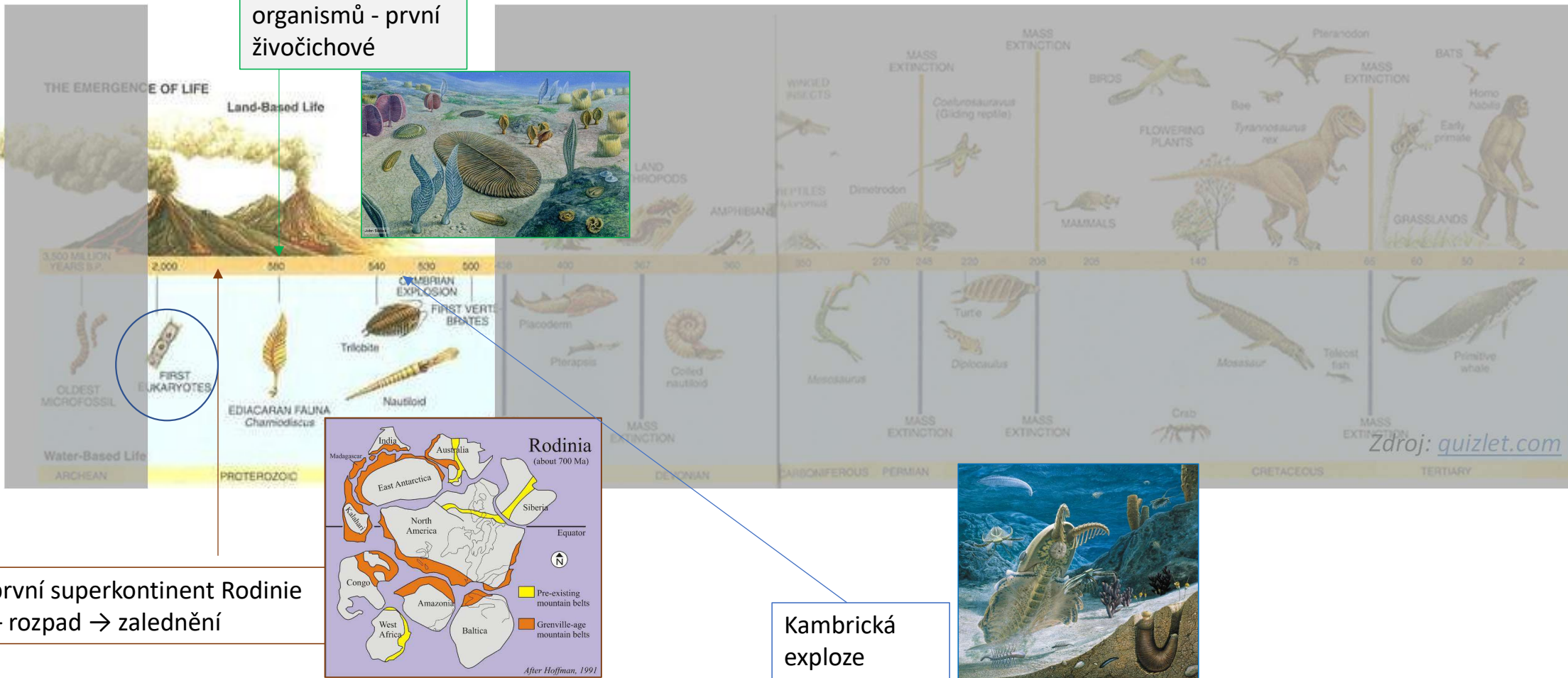
Zdroje: Ligrone, R. (2019). *The Great Oxygenation Event*. In: *Biological Innovations that Built the World*. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-16057-9_5; [Ozone Formation](#)



Milníky ve vývoji života na planetě

➤ období před 2,1 - 0,5 mld let

Ediakara –rozvoj organismů - první živočichové



Milníky ve vývoji života

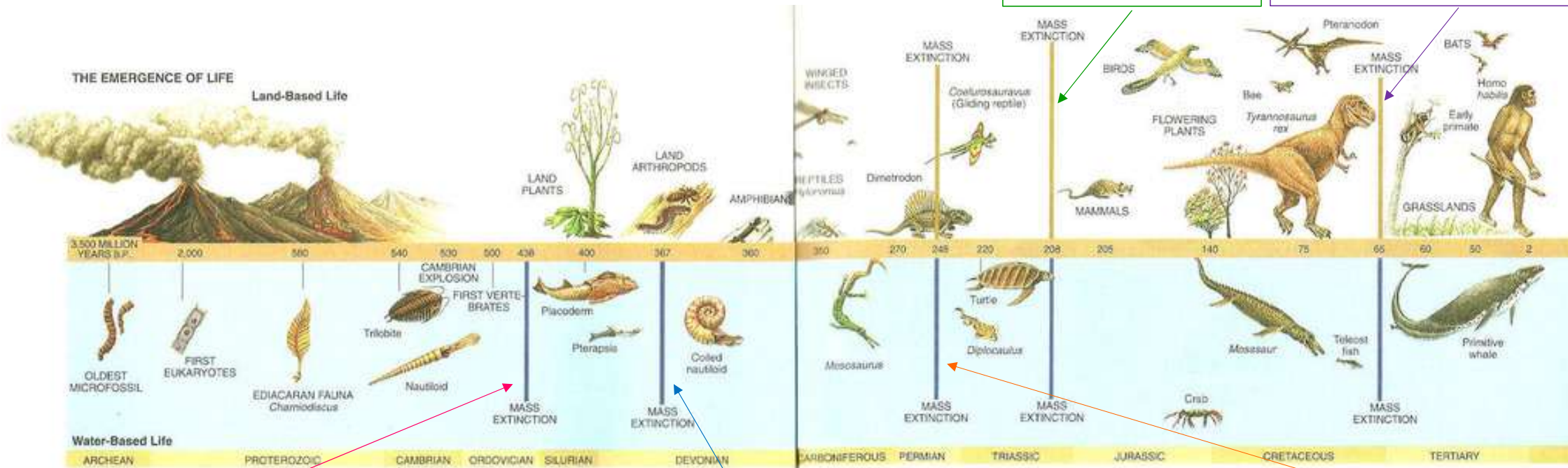
➤ 5 masových vymírání: před 430 – 65 mil let

Trias

- 48 % druhů
- vulkanická č.
- kolísání hladiny
- rozpad Pangey
- vesmírná tělesa?

Křída

- 85 % d. (dinosaurů!)
- dopad meteoritu/ů
- vulkanická č.
- změny v atm.
- kolísání hladin



Ordovik

- 85 % druhů
- ochlazení
- změny v mořských prostředích, složení, kyslík. režimu

Devon

- 75 % druhů moří
- ochlazení – změny mořské hladiny
- dopady vesmír. těles, El Niño

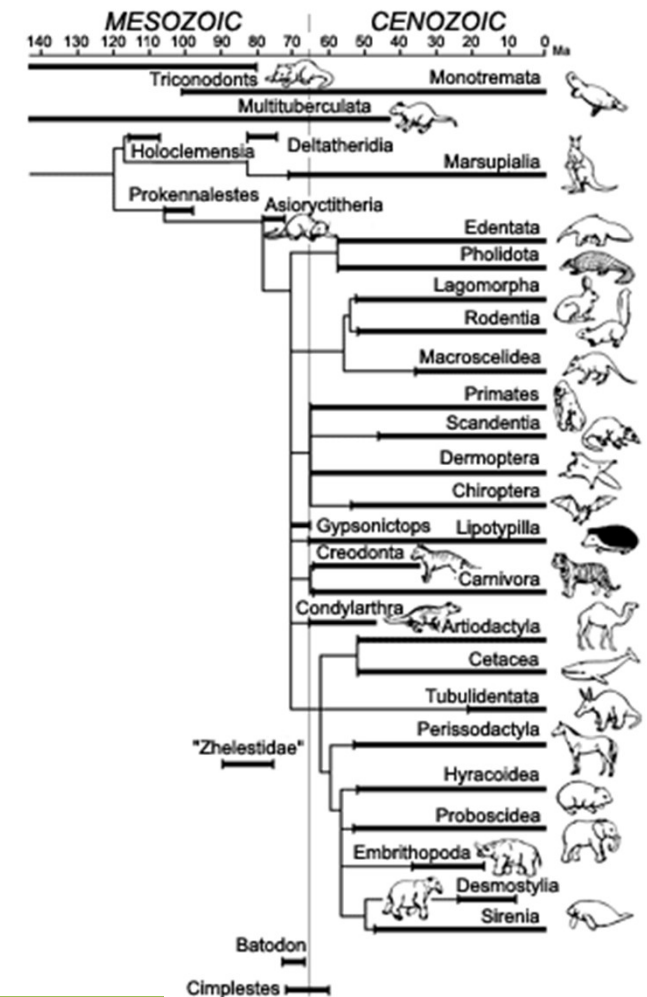
Perm

- 90-95 % d. moří, 70 % d. suchozem.
- vulkanická činnost → kyselé d.?
- Pangea

Změny ŽP v historii planety

- ZEMĚ = globální ekosystém → → → dynamický s.
- změny přírodních podmínek → vymírání/adaptace
- vymírání/změny ŽP dlouhodobé procesy – řádově desítky/stovky tisíc až miliony let
- vymření a potlačení některých druhů → → → **prostor pro rozvoj přeživších druhů**

✓ změny ŽP mění biosféru ALE i biosféra mění podmínky ŽP
✓ provázaný systém příčin a následků



Zdroj: [The Rise of Mammals \(pbs.org\)](http://TheRiseofMammals.pbs.org).

Země jako globální ekosystém

- uzavřený systém hmotnostních toků - biogeochemické cykly
- otevřený systém energie
- vlastní struktura a historie
- propojenost abio- a biotické složky
- autoregulační mechanismy
- proměny v důsledku jeho **klíčového druhu – člověka**



Měla vždy lidská populace toto postavení? Měnilo se její působení na ŽP?

Diagram illustrating the evolution of man from an ape-like ancestor to modern Homo sapiens. The sequence shows five stages of development, with corresponding skulls shown below each figure. The progression is from left to right, showing increasing bipedalism, brain size, and tool use.

Stages shown:

- Ape-like ancestor (leftmost)
- Early hominid
- Hominid with a spear
- Hominid with a spear and a club
- Modern Homo sapiens (rightmost, holding a spear)

Below the figures are five corresponding skulls, showing the transition from a small, ape-like brain to a larger, more rounded human brain.

Text below the diagram: před: 4,2 mil. let (australopithecus) → → → 120 tisíc let (homo sapiens)

- bipedalismus
- vývoj mozku

- využívání nástrojů a zbraní

→ lovecko-sběračské populace

- ✓ predace, konkurence → jako jiné druhy živočichů
- ✓ lokální vliv

Vztah lidské populace a ŽP

→ první zemědělské společnosti (10 000 př. n. l. – 3000 př. n. l.)

- pastevecko-lovecký způsob → velmi náročný na obživu → transformace na zemědělskou společnost (dlouhý proces)
- **Neolitická revoluce** → vznik prvních civilizací (před 10 500 lety (Evropa cca před 6500 lety))
- **Fyzická adaptace** na specifické podmínky
- **Změny v chování**
- **První zdroje E** – *oheň, zvířata, voda* → zásadní pro rozvoj

- ✓ predace, konkurence, ale začíná převládat **specifické (antropogenní) působení na ŽP**
- ✓ **lokální vliv**

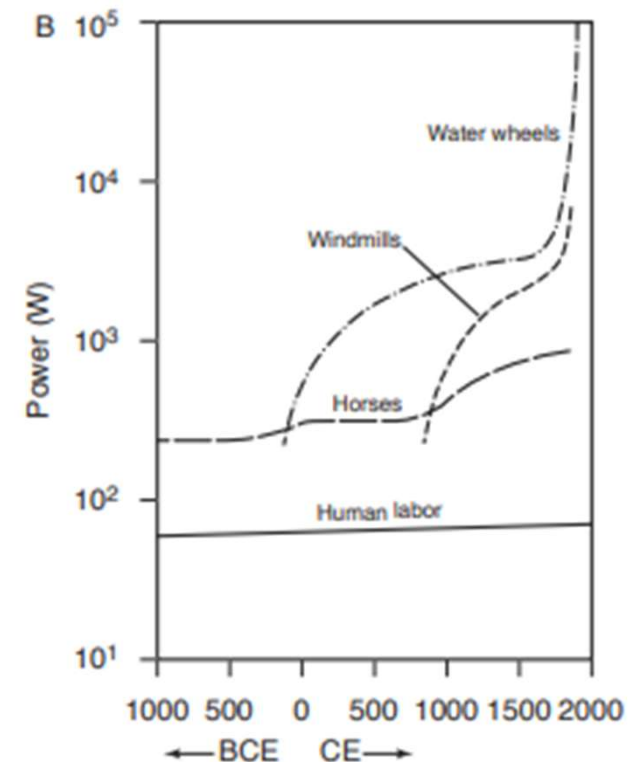
Vztah lidské populace a ŽP

→ antické civilizace a středověk (3000 př. n. l. – 1500 n. l.)

- ↑ urbanizace
- ↑ zemědělské půdy a populace
- první pandemie, např. černý mor
- nové energetické zdroje – vítr, uhlí

- ✓ specifické (antropogenní) působení na ŽP
- ✓ lokální vliv

- zásadní milník pro lidskou populaci?



Hlavní zdroje energie v posledních 3000 letech.

Zdroj: V. Smil: *World History and Energy*.

Vztah lidské populace a ŽP

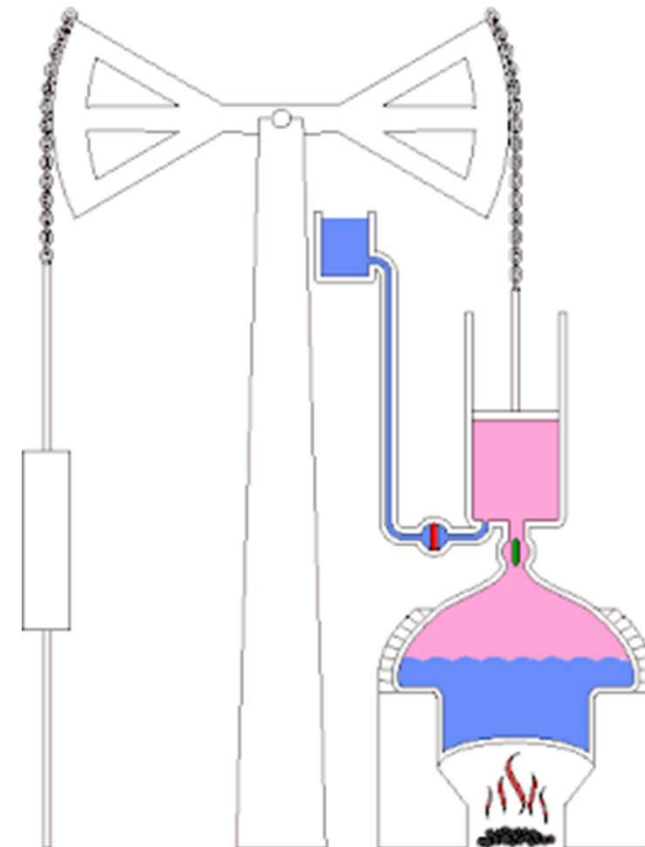
→ průmyslová revoluce (18. a 19. století)

- technologické a ekonomické změny společnosti
- průmyslové využití energetických zdrojů
- nárůst populace

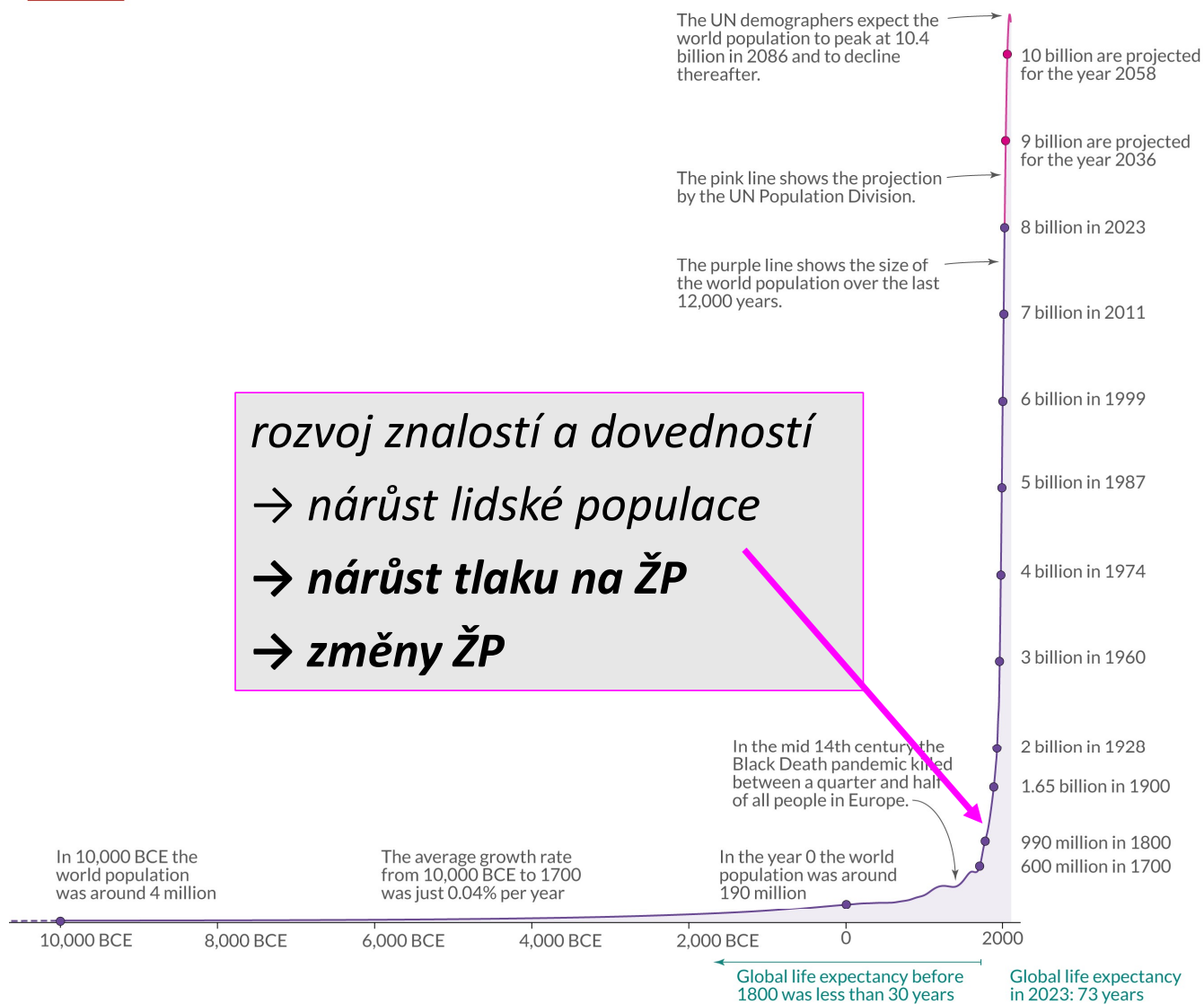
- ✓ specifické (antropogenní) působení na ŽP
- ✓ lokální vliv → globální

Atmosférický parní stroj T. Newcomena pro těžbu uhlí.

Zdroj: wikipedia.org



The size of the world population over the long-run



Based on estimates by the History Database of the Global Environment (HYDE) and the United Nations.

This is a visualization from [OurWorldinData.org](https://www.ourworldindata.org).

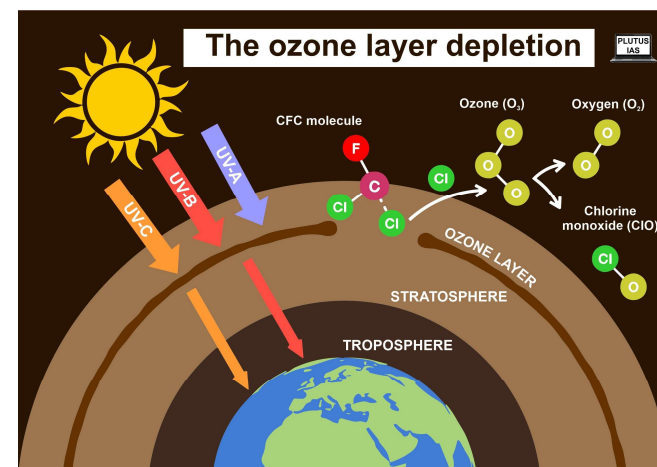
Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

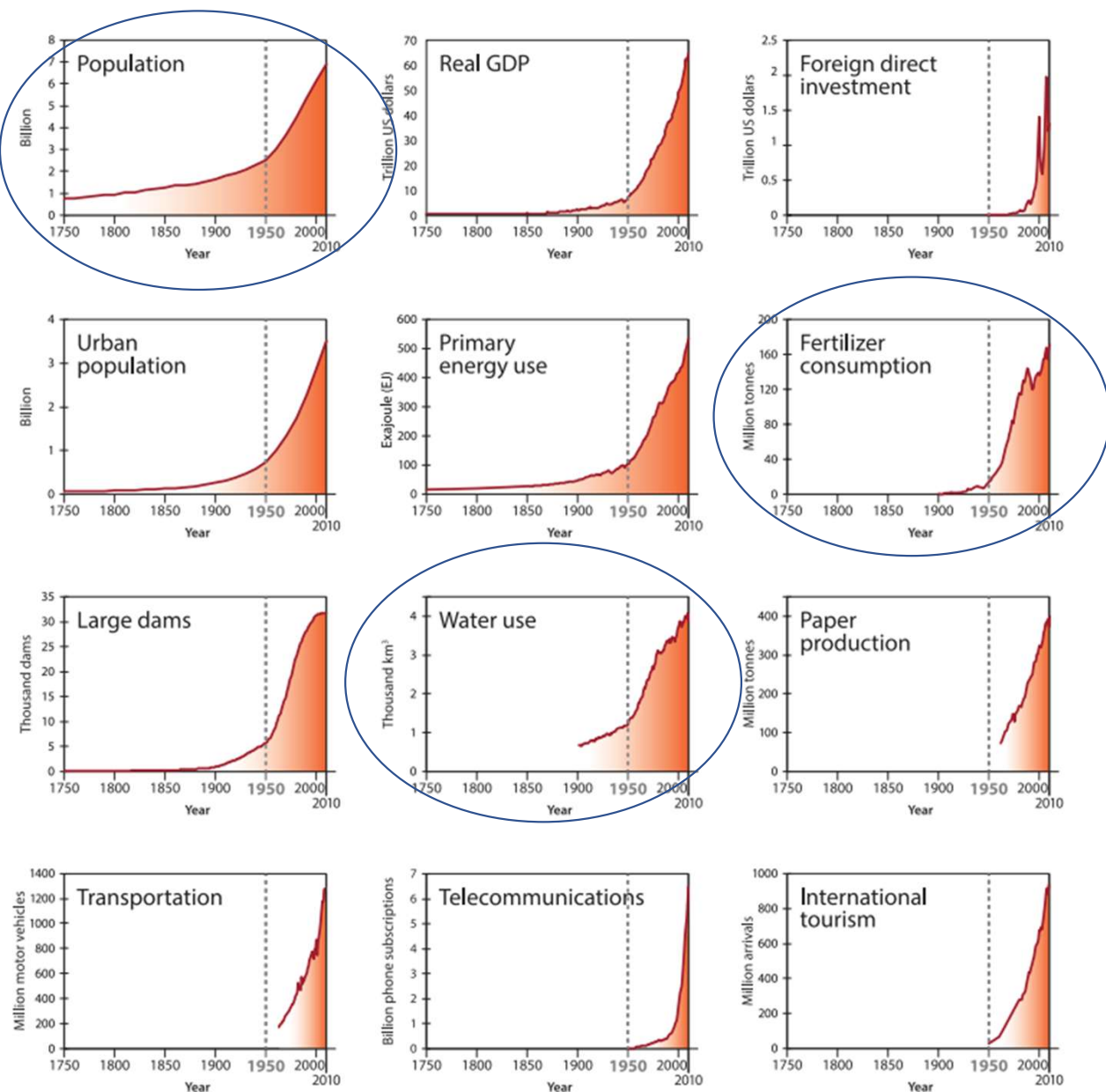
Vztah lidské populace a ŽP

→ lidská populace ve 20. století

- nárůst populace
- technologické a ekonomické změny
- nárůst využívání chemických látek a umělých materiálů
- intenzifikace zemědělství
- více člověkem dotčených prostředí než přírodních
- identifikace environmentálních problémů

- ✓ specifické (antropogenní) působení na ŽP
- ✓ lokální vliv → globální





polovina 20. století:

➤ **Green revolution**

➤ **Great acceleration**

„Velké zrychlení“: socio-ekonomické trendy.

Zdroj: Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., Ludwig, C. (2015). *The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98. doi:10.1177/2053019614564785

Vztah lidské populace a ŽP

→ současná lidská populace – nová geologická éra ANTROPOCÉN?

- **2000** – definice pojmu (geochemik P.J. Crutzen a biolog E. Stoermer)
- lidské působení zanechá stopu v litosféře/fosilním záznamu:
 - ✓ změny povrchu planety
 - ✓ změny v (bio)geochemických cyklech
 - ✓ změny v ekosystémech
 - ✓ těžba
 - ✓ nové materiály



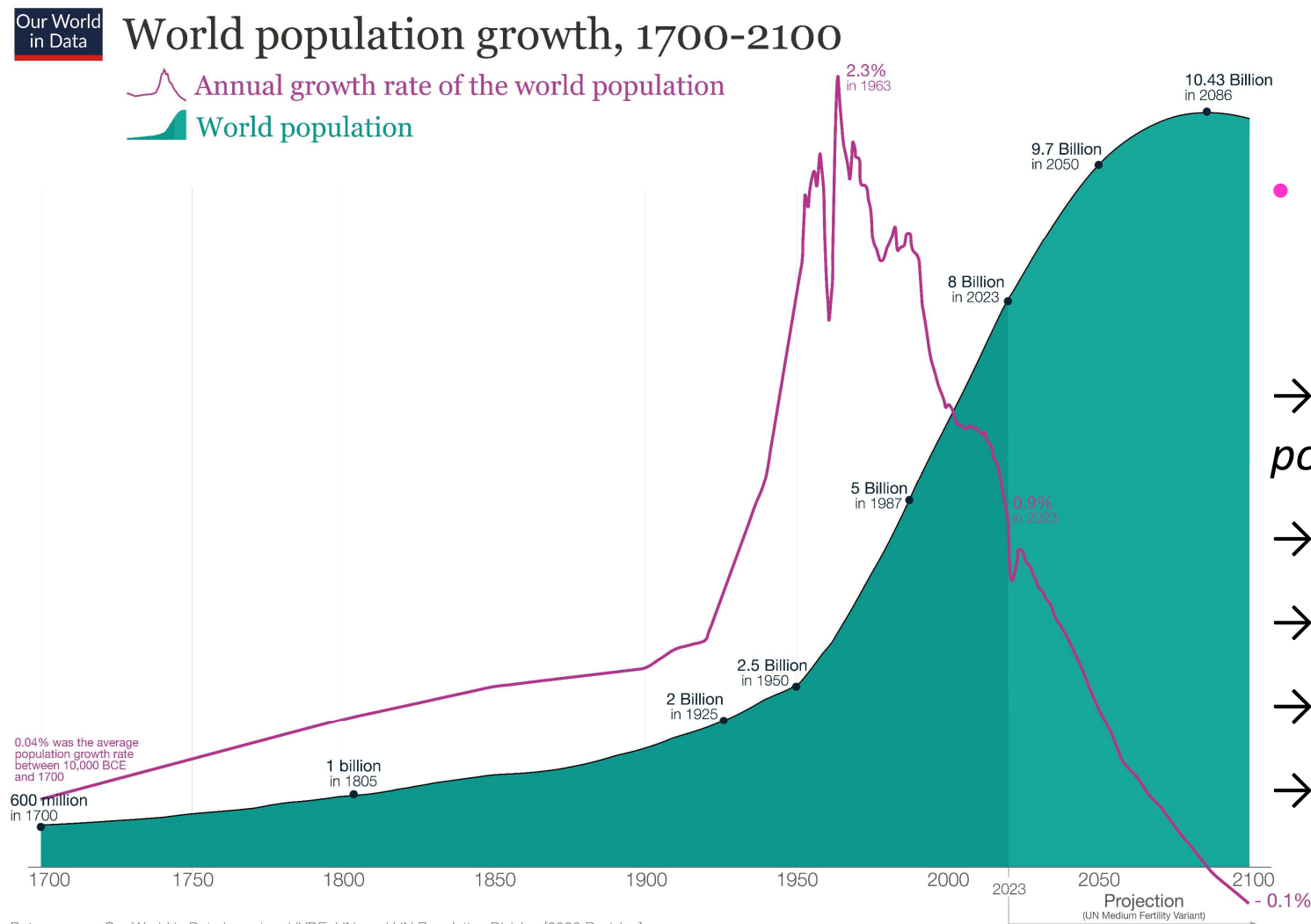
→ → → lidské působení často výraznější než přírodní procesy

Vztah lidské populace a ŽP

- lidská populace od 19. století do současnosti
 - ✓ člověk působí odlišně než ostatní druhy, lokálně i globálně
- rozvoj společnosti na mnoha úrovních:
 - ✓ průmyslu
 - ✓ dopravy
 - ✓ energetiky
 - ✓ intenzifikace zemědělství
 - ✓ nové materiály
 - ✓

změny v globálním měřítku → dopad
na biosféru včetně nás samotných

A co dál?



• *Planeta cca v ½ života, ale jak dlouho tu budou lidé?*

→ *nízká genetická variabilita populace*

→ *ztráta biotopu*

→ *změna reprodukčního chování*

→ *změny klimatu*

→ *vesmírné vlivy*

Data sources: Our World in Data based on HYDE, UN, and UN Population Division [2022 Revision]
This is a visualization from OurWorldinData.org, where you find data and research on how the world is changing.

Licensed under CC-BY by the authors Max Roser and Hannah Ritchie.

A co dál? - udržitelný rozvoj lidské populace

UR = uspokojení potřeb současné generace, ale ne na úkor generací budoucích

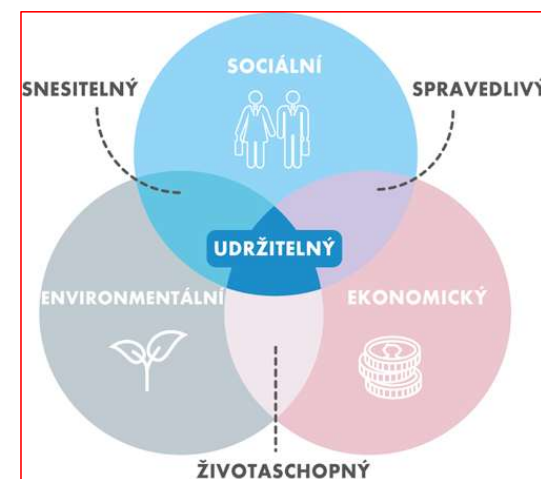
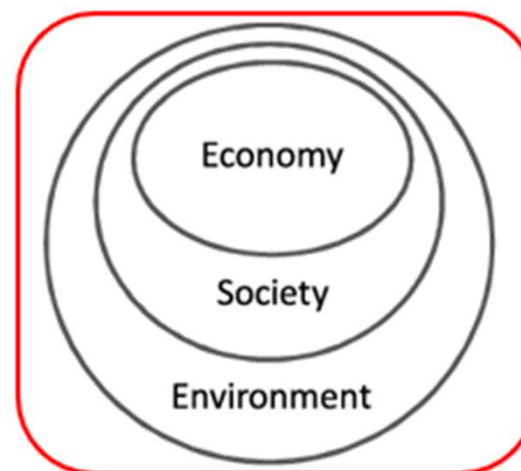
- rovnováha 3 pilířů

1) EKONOMICKÝ → hospodářský růst bez exploatace přírodních zdrojů

2) SOCIÁLNÍ → rovné podmínky

3) ENVIRONMENTÁLNÍ → šetrné využívání ŽP, ↓ znečištění

→ cílem není brzdit růst společnosti ale směřovat ho



Jsou antropogenní činnosti udržitelné?

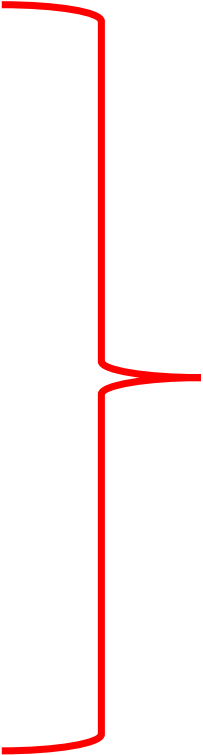
Lze predikovat dopady lidské činnosti?

- většina pravděpodobně není → složitá predikce
- pouze **dohledná budoucnost** :
 - vycházíme z dnešní úrovně znalostí
 - mnoho faktorů není předpověditelných → (+) i (–)
 - nelze spoléhat pouze na technokratická řešení

UR – problémy současnosti

- **Změny klimatu**
- Znečištění ŽP
- Demografické změny
- Poškození přirozených ekosystémů
- Ztráta úrodné půdy
- Nedostatek zdrojů pitné vody
- Ubývání fosilních zdrojů

.....



propojené

UR – ekologická stopa

- **indikátor udávající množství přírodních zdrojů, které člověk spotřebovává ve srovnání s kapacitou planety tyto zdroje obnovovat**
- jednotka: gha
- **zahrnuje:**
 - ✓ uhlíkovou stopu – spotřeba E
 - ✓ potřebu zemědělské půdy
 - ✓ spotřebu lesních zdrojů
 - ✓ využití vodních zdrojů
 - ✓ plochu pro zástavbu a infrastrukturu



UR – ekologická stopa

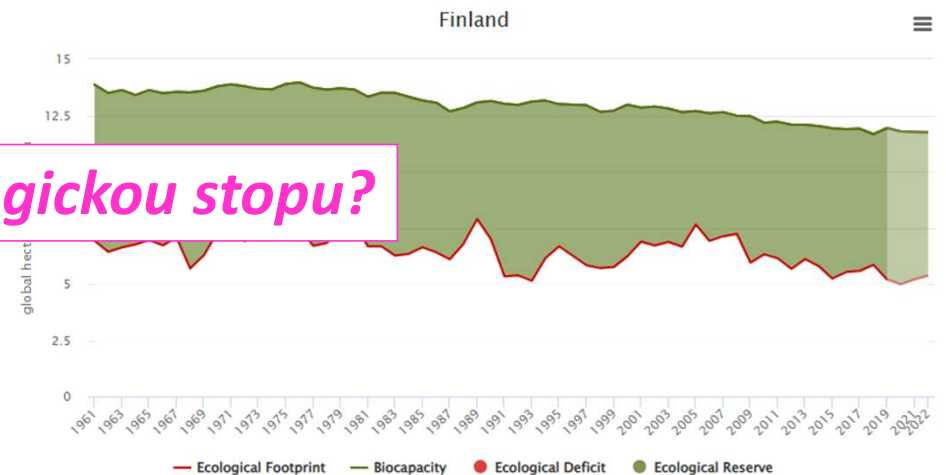
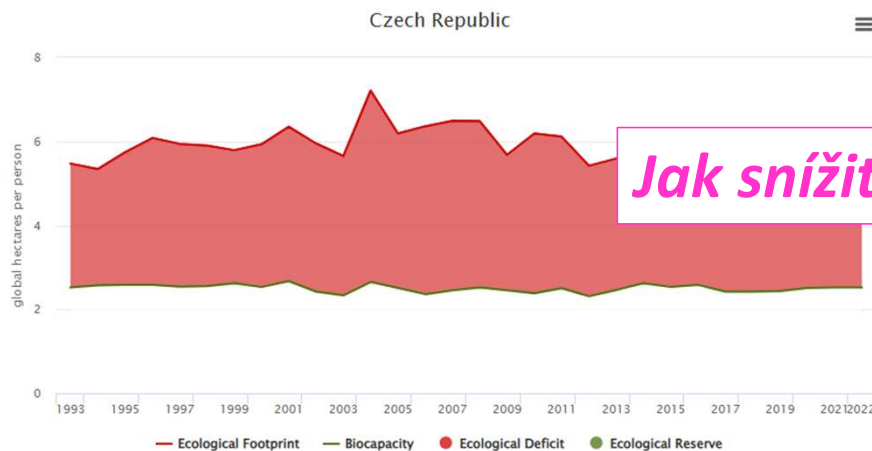
- **Biokapacita planety = množství obnovitelných zdrojů, kt. Země vyprodukuje za rok**

- průměrná bioakapacita (ČR) **2,5 gha/osoba**
- průměrná ES (ČR) **5,1 gha/osoba**

ekologická stopa > bioakapacita → **ekologický dluh**

- průměrná bioakapacita (FIN) **11,8 gha/osoba**
- průměrná ES (FIN) **5,4 gha/osoba**

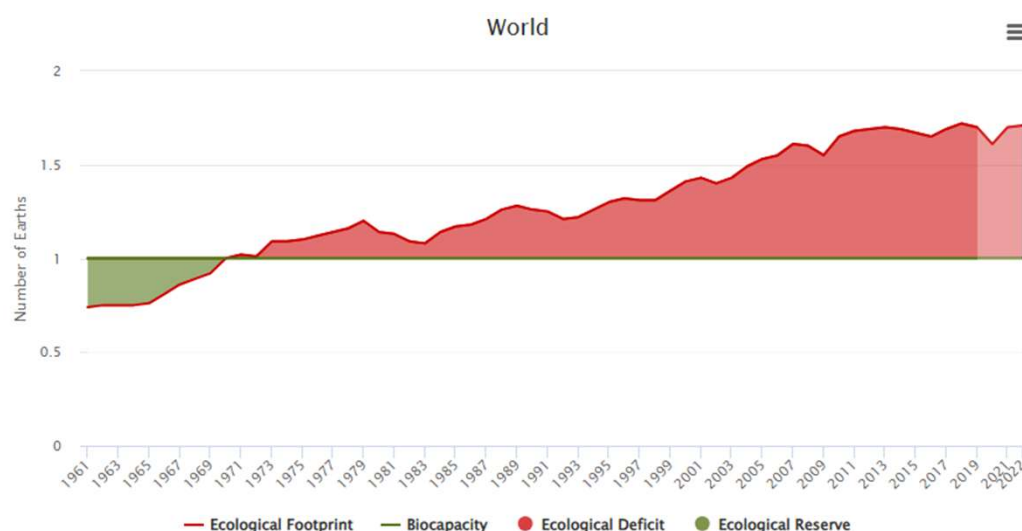
ekologická stopa < bioakapacita → **dostatek zdrojů**



Zdroj: [Global Footprint Network](https://www.globalfootprintnetwork.org/)

UR – ekologická stopa

- *Ize vyjádřit potřebným počtem planet*



Zdroj: [Global Footprint Network](https://globalfootprintnetwork.org/)

Jakou máte ekologickou stopu?



[Hra o zemi – kalkulačka ekologické stopy](#)

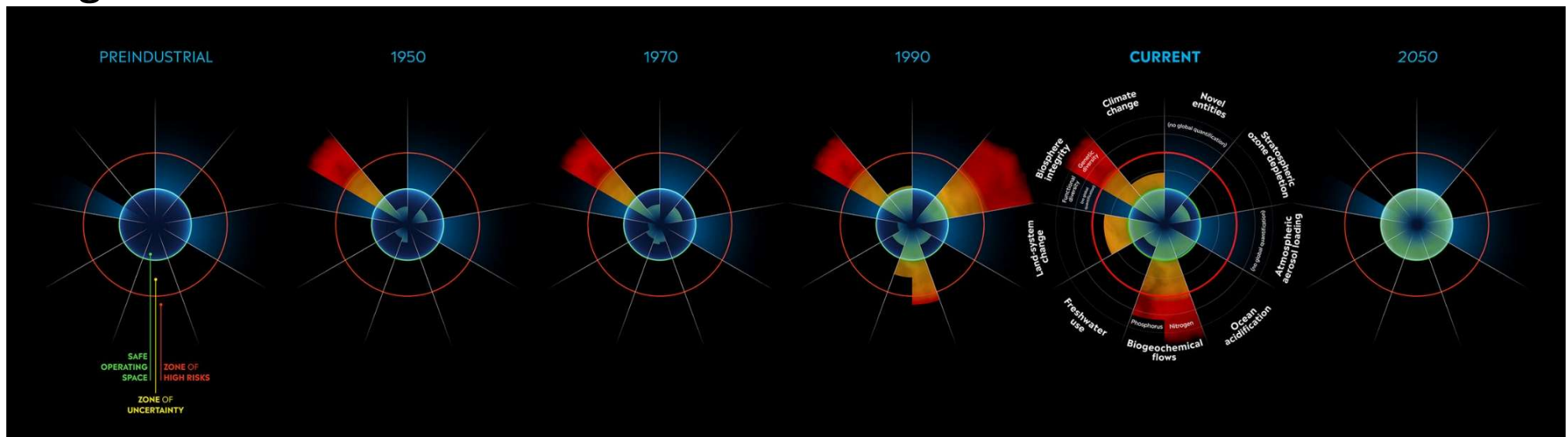


UR – koncept planetárních mezí

2009 – představen koncept planetárních mezí (J. Rockström a kol.: [A safe operating space for humanity](#). Nature 461 (2009))

2015 – aktualizovaná a rozšířená verze (W. Steffen a kol.: [Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet](#). Science 347 (2015))

- **planetární meze** = environmentální limity, ve kterých může lidstvo bezpečně fungovat



UR – koncept planetárních mezí

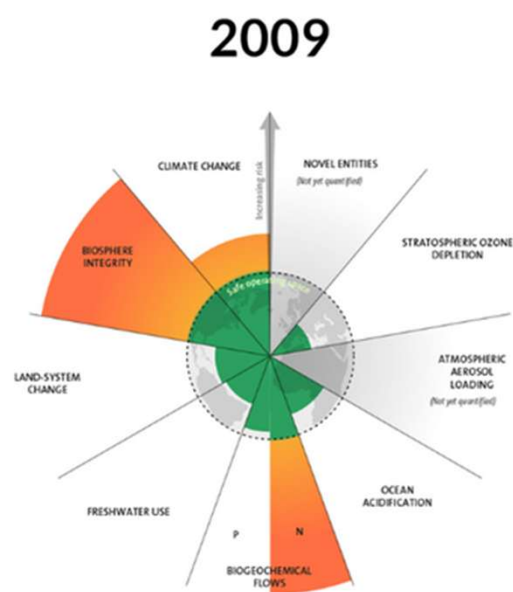
Planetární meze:

- 1) *změna klimatu*
- 2) *změna integrity biosféry (dříve ztráta biologické rozmanitosti)*
- 3) *změny biogeochemických cyklů fosforu a dusíku*
- 4) *nové entity (mikroplasty, pesticidy, jaderný odpad atd.)*
- 5) *změna využití území*
- 6) *změna využití vody (tzv. zelená – neviditelná voda, tzv. modrá – viditelná voda)*
- 7) *úbytek stratosférického ozonu*
- 8) *acidifikace oceánu*
- 9) *atmosférický aerosol*

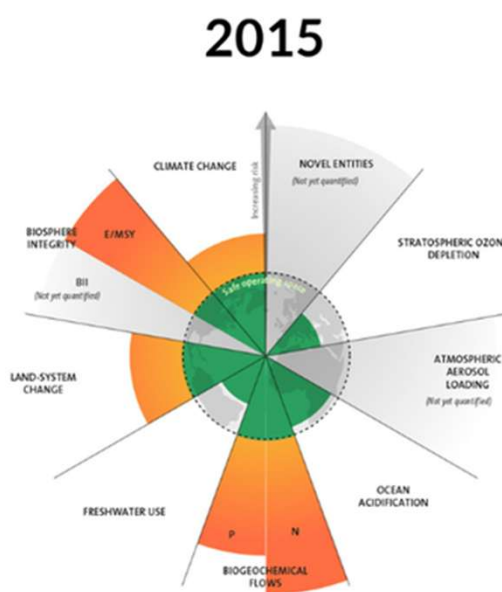


UR – koncept planetárních mezí

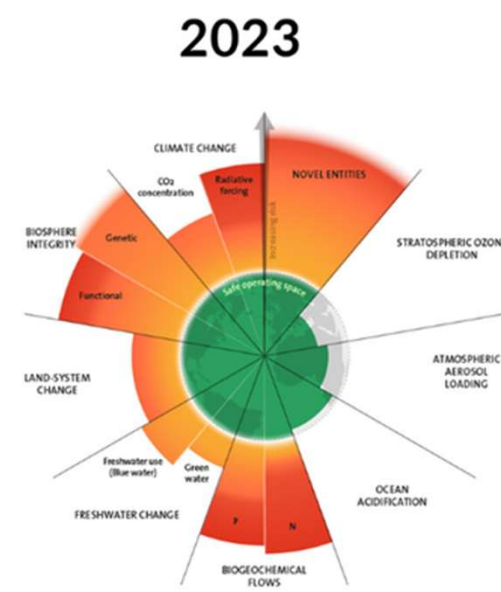
Planetární meze:



7 boundaries assessed,
3 crossed



7 boundaries assessed,
4 crossed



9 boundaries assessed,
6 crossed

Zdroj: <https://www.the-rewire.com/blog/the-sustainability-north-star>

UR - základní mezinárodní úmluvy

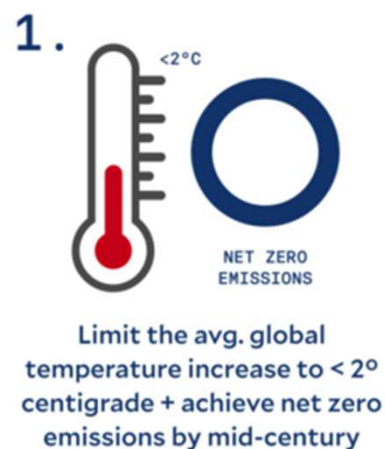
➤ Pařížská dohoda

- **2015** – přijatá v roce 2015 v rámci Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu
- od r. 2020 nahrazuje Kjótský protokol

- **Hlavní cíle:**

- ✓ udržet nárůst průměrné globální $t < 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ národní závazky k ↓ emisí
- ✓ adaptace na změnu
- ✓ financování klimatic. opatření
- ✓ dlouhodobá uhlíková neutralita
- ✓ mezinárodní spolupráce

PARIS CLIMATE AGREEMENT



UR - základní mezinárodní úmluvy

➤ ***Zelená dohoda pro Evropu*** = transformace evropské společnosti

- **12/2019** – představen EGD
- navazuje na Pařížskou dohodu
- všechny členské státy
- **2030** – závazek snížit emise skleníkových plynů nejméně o 55 % oproti r. 1990 → balíček opatření „**fit for 55**“
- **2050** – Evropa jako první klimaticky neutrální kontinent



UR – European green deal

➤ ***Vybrané mechanismy zelené dohody pro Evropu:***

- 1) snižování emisí GHGs a revize obchodování s emisními povolenkami
- 2) revize nařízení o využívání půdy, změn ve využívání půdy a lesnictví
- 3) „ekologičtější“ energetika – OZE, ↑ účinnost
- 4) „ekologičtější“ mobilita – nízkoemisní automobily; infrastruktura pro alternativní paliva
- 5) přechod na „zelenou“ ekonomiku
- 6) renovace domů a budov na energeticky účinnější
- 7) podpora a obnova biodiverzity, stanovišť
- 7) podněcování klimatických opatření na globální úrovni
- 8) sociální fond pro klima

CO JE FIT FOR 55



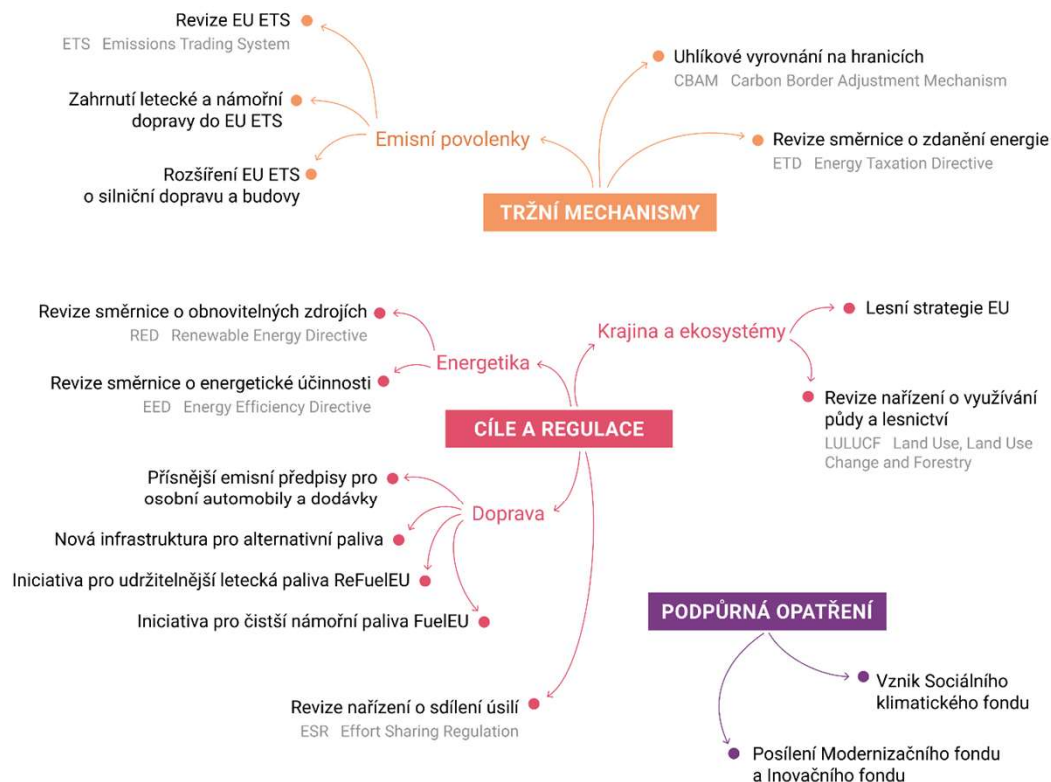
Soubor opatření pro přípravu dosažení 55% snížení emisí a současně **zajištění spravedlivé transformace** v celém hospodářství, společnosti i průmyslu.

ŠIRŠÍ KONTEXT FIT FOR 55

- **2019 Zelená dohoda pro Evropu**
Evropská unie se hlásí k cíli klimatické neutrality do roku 2050.
- **2020–2021 Evropský klimatický zákon**
Evropský parlament a členské státy schvalují právní závaznost klimatické neutrality do roku 2050.
Evropští lídři schvalují návrh Komise na průběžný cíl snížit emise o 55 % do roku 2030 (oproti roku 1990).
- **2021 Fit for 55**
Evropská komise vytváří návrh souboru opatření, která by měla zajistit snížení emisí o 55 % do roku 2030.

PRINCIPIY FIT FOR 55

- Přiměřenost a účinnost opatření**
Široké využití tržních mechanismů a doplnění netržními opatřeními tam, kde by trh nefungoval efektivně.
- Znečišťovatel platí**
Pokud firmy nesou náklady spojené s dopadem svých emisí, jsou motivovány k zavádění čistých technologií.
- Solidarita**
Cílená a systematická podpora pro skupiny obyvatel, které mohou být opatřeními neúměrně zasaženy.



VERZE 2022-01-20 LICENCE CC BY 4.0

více info na faktaoklimatu.cz/fit-for-55

zdroj dat: Evropská komise

UR - základní mezinárodní úmluvy

- ***Agenda 2030 pro UR (OSN, 2015)*** - 17 Cílů udržitelného rozvoje
 - od klimatických opatření po rovnost pohlaví
 - ***Vídeňská úmluva (1985) a Montrealský protokol (1987)*** – regulace látek poškozujících ozonovou vrstvu
 - ***Úmluva o biologické rozmanitosti (1992)*** – ochrana ekosystémů a genetických zdrojů

UR – ČR 2030

Závazný dokument „Strategický rámec ČR 2030“

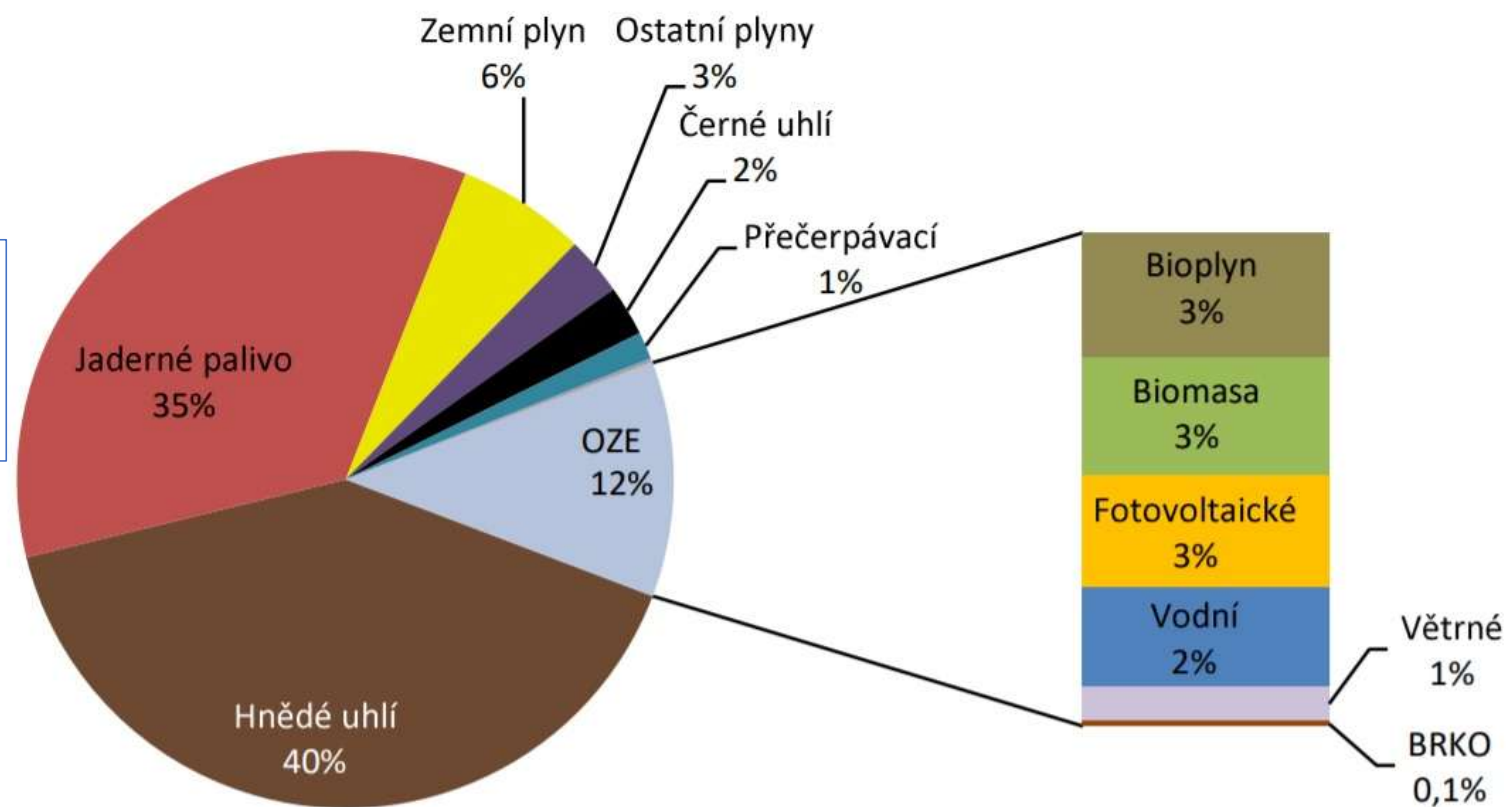
- odpověď na přijetí globální rozvojové agendy valným shromážděním OSN (NY, 2015, 17 cílů UR)
- 4/2017 – schváleno vládou
- 6 klíčových oblastí UR ČR
- [STRATEGICKÝ RÁMEC ČR 2030](#)



UR – příklad ČR

ENERGETIKA ČR

(–) a (+) nevýhody
uvedených energetických
zdrojů?



Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny v České republice. Stále dominuje uhlí, největším nízkoemisním zdrojem jsou jaderné elektrárny (zdroj ERU).

UR – příklad ČR

ENERGETIKA ČR - současnost

1) Ekonomický pilíř

- tradiční využívání fosilních paliv – zejména hnědého uhlí
- nákladnost budování nových energetických zařízení
- dotace, snižování poplatků za těžbu, výjimky z emisních limitů

2) Sociální pilíř

- zaměstnanost související s těžbou
- dopady na zdraví v souvislosti s těžbou/spalováním uhlí
- energetická chudoba - ↑ ceny energií → využívání nekvalitního paliva v domácnostech

3) Environmentální pilíř

- emise ze spalování uhlí
- vyhořelé jaderné palivo
- těžba a nutnost rekultivace
- lokální topeniště



UR – příklad ČR

ENERGETIKA ČR – směřování dle EGD a UR

1) Ekonomický pilíř

- postupný odklon od uhelné energetiky
- podpora OZE (i decentralizované) + ZEVO + nové energetické zdroje?
- nové bloky JE
- ↑ energetická účinnost zařízení
- podpora ↑ energeticky šetrnějších budov

2) Sociální pilíř

- nová pracovní místa ve výrobě zařízení využívající OZE či v provozu ZEVO
- nižší náklady pro domácnosti

3) Environmentální pilíř

- ↓ emisí
- ↓ spotřeba fosilních zdrojů
- ↓ těžby a exploatace přírody



ZEVO Chotíkov. Zdroj: zevoplzen.cz



Shrnutí

- V historii planety globální změny s různými příčinami
- Aktuálně člověk jako klíčový druh globálního ekosystému – globální změny
- Významné změny ŽP vyvolané člověkem → UDRŽITELNÝ ROZVOJ LIDSKÉ SPOLEČNOSTI



Zdroje literatury

- V. Bencko a kol.: Zdraví a přírodní podmínky (medicína a geologie), Dolin, Praha, 2011, ISBN: 978-80-905047-0-7
- J. Frouz: [*Proč je naše planeta dobré místo pro život: Samozřejmé i nesamozřejmé souvislosti*](#). Vesmír 101 (2022).
- Westall, F., Loizeau, D., Foucher, F., Bost, N., Bertrand, M., Vago, J., Kminek, G. (2013). *Habitability on Mars from a Microbial Point of View*. Astrobiology. 13. 10.1089/ast.2013.1000.
- Ligrone, R. (2019). *The Great Oxygenation Event*. Biological Innovations That Built the World, 129–154. doi:10.1007/978-3-030-16057-9_5
- S. Mihulka: [*Země kdysi pohltila svůj vlastní superoceán. Mohlo by se to stát znovu?*](#) . Vesmír (2019)
- H. Gee: *Stručná historie života na Zemi (4,6 miliardy let ve 12 kapitolách)*. Lingea, Brno, 2024.
- S. Rosypal a kol.: Nový přehled biologie. Scientia, Praha, 2003.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., Ludwig, C. (2015). *The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration*. The Anthropocene Review, 2(1), 81-98. doi:10.1177/2053019614564785
- [*Zelená transformace*](#)

Země jako globální ekosystém: zdroje energie, autoregulační mechanismy, antropogenní změny a jejich dopady

3. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

Něco k zamyšlení a k diskuzi

- *Které toky, funkce, procesy apod. propojují globálně naši planetu?*
- *Jak si myslíte, že lidská činnost nejvíce ovlivnila globální ekosystém za posledních 50 let?*
- *Co by se stalo, kdyby zanikla některá důležitá složka globálního ekosystému, např. deštné pralesy, korálové útesy...?*

Země jako globální ekosystém

Abychom mohli řešit vztah zdraví a prostředí, musíme vědět, jak funguje prostředí, v němž žijeme!

Co je to ekosystém?

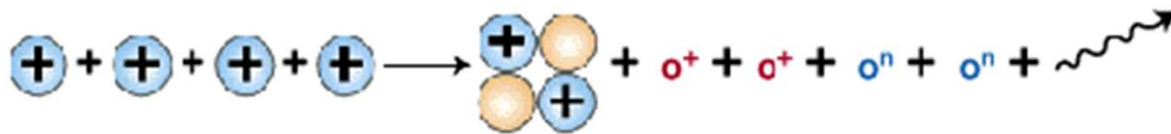
- planeta jako **jeden globální ekosystém (GES)**
- dynamiku určují **energetické a látkové toky**
- vlastní struktura a historie
- autoregulační mechanismy
- proměny v důsledku jeho **klíčového druhu – člověka**

→ základní zdroj energie?

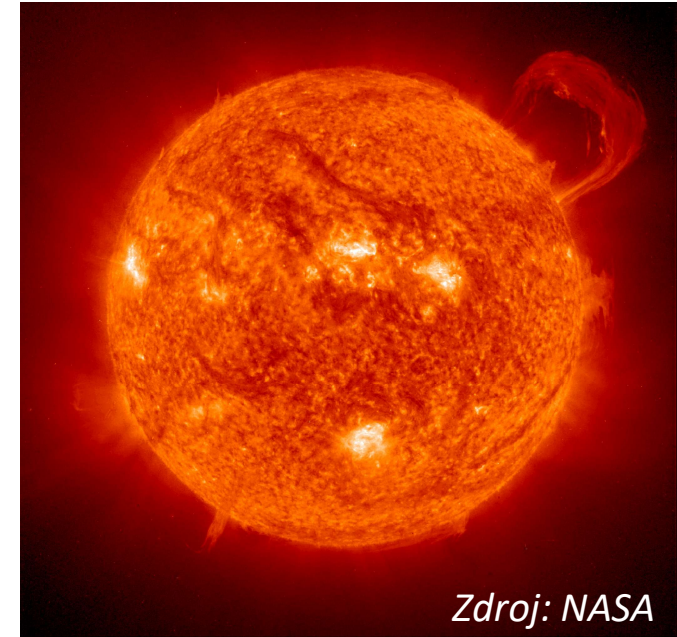


Slunce

- nejdůležitější zdroj energie
- **složení:** H_2 , He a další prvky (cca 2 % hmot.)
- **věk:** 4,6 mld. let
- **průměr:** cca 1,39 milionu km (109× více Země)
- **energie:** termonukleární fúze



Zdroj: [NASA](#)

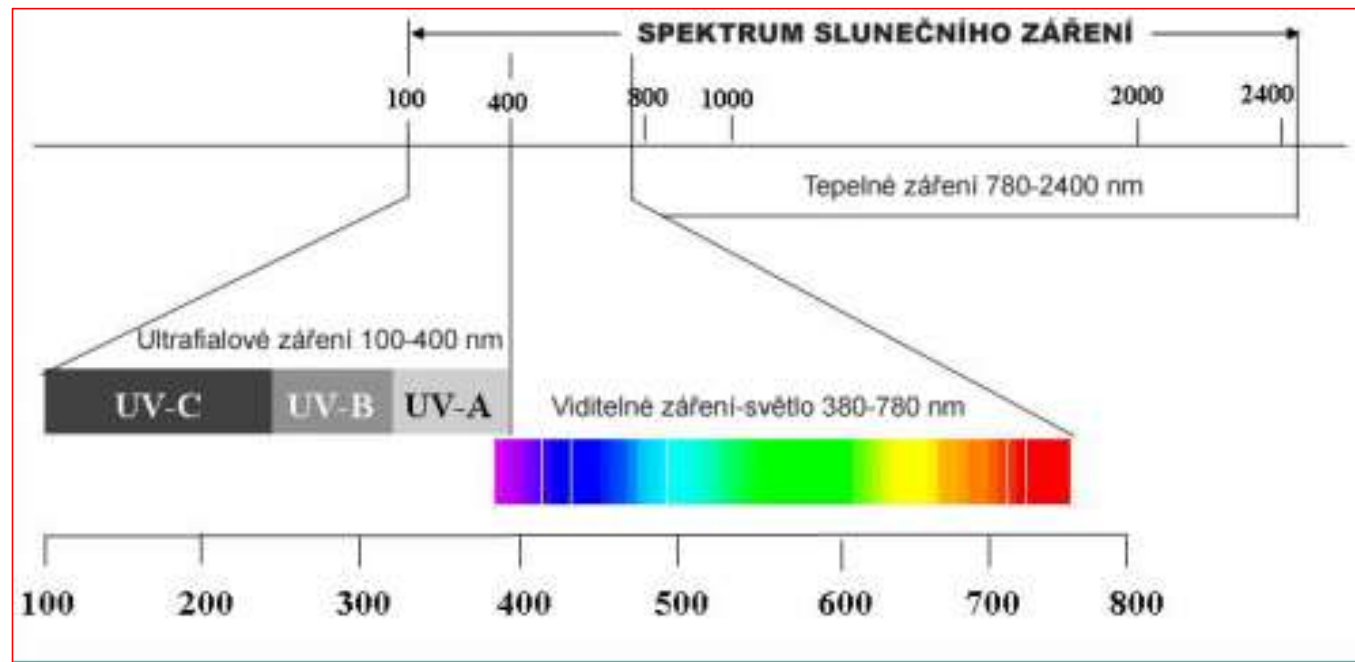


Zdroj: NASA

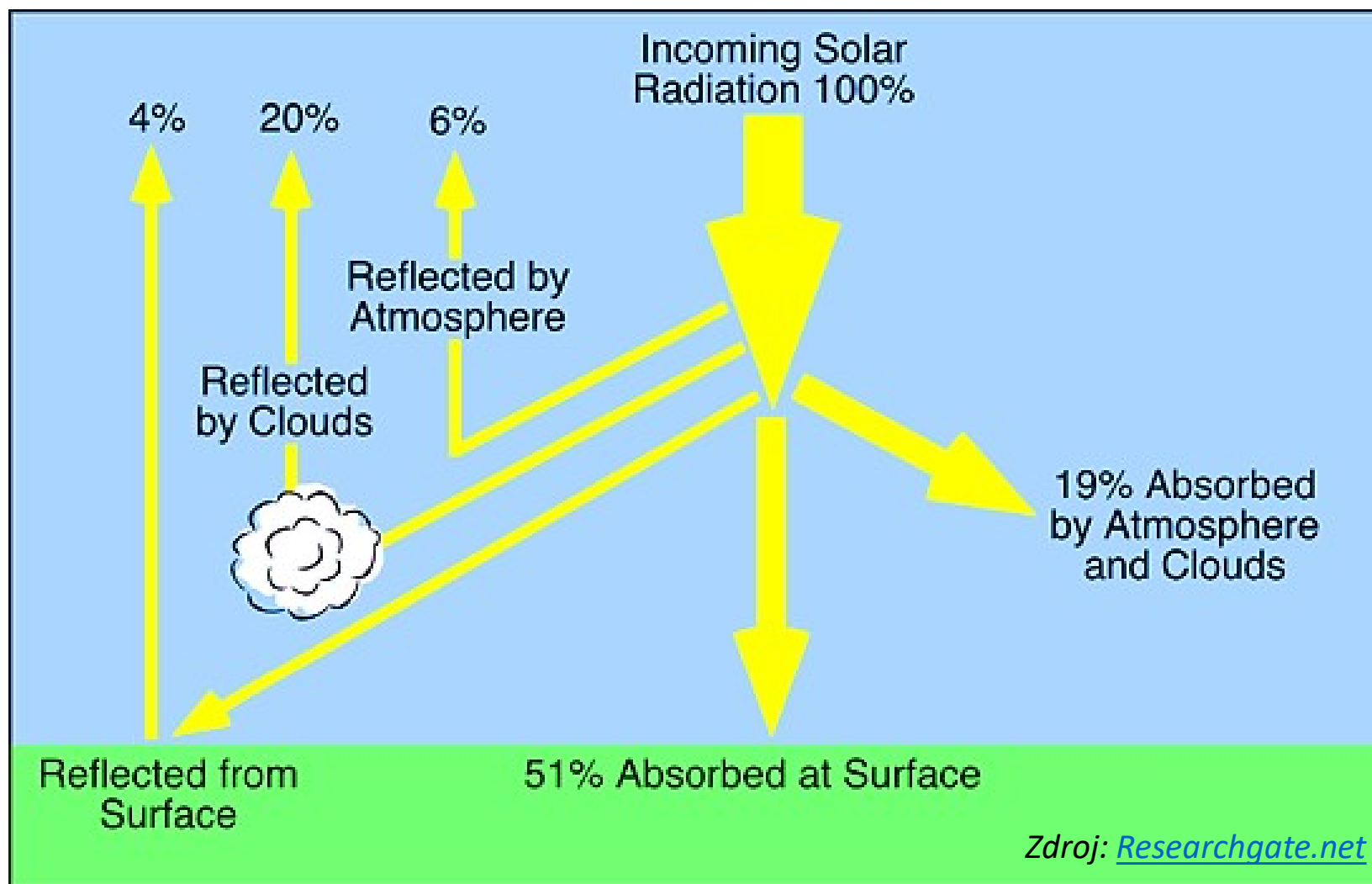
Sluneční záření

= elektromagnetické záření o charakteristickém spektru vlnových délek:

1. **UV** (λ pod 400 nm) – 7 %
2. **VIS** (λ 400 - 780 nm) – 48 %
3. **IČ** (λ nad 780 nm) – 45 %



Sluneční záření – osud v atmosféře



Sluneční záření - Význam/vliv jednotlivých složek pro biologické, atmosférické a klimatické pochody?

1)UV

2)VIS

3)IČ

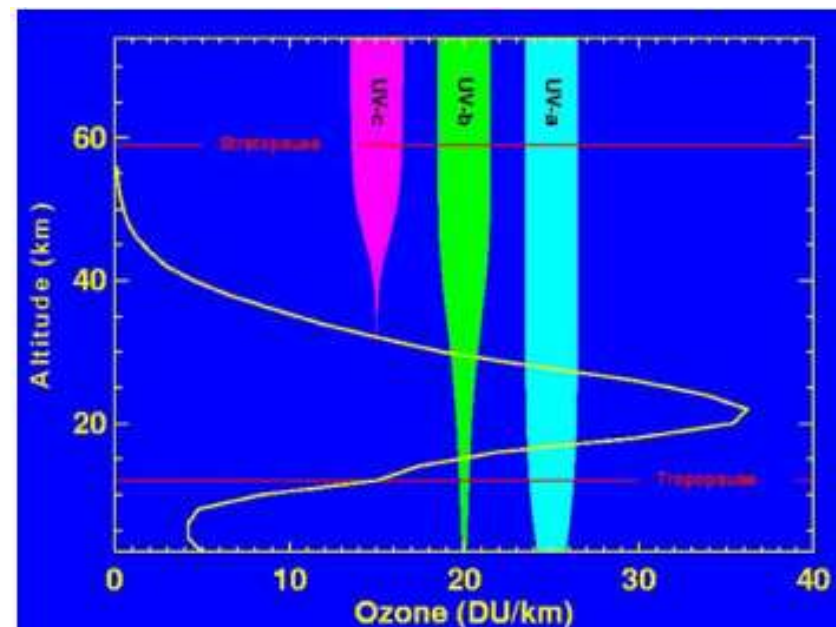
Sluneční záření - UV

1. UV (λ pod 400 nm)

✓ UVC (10-280 nm)

✓ UVB (280-315 nm)

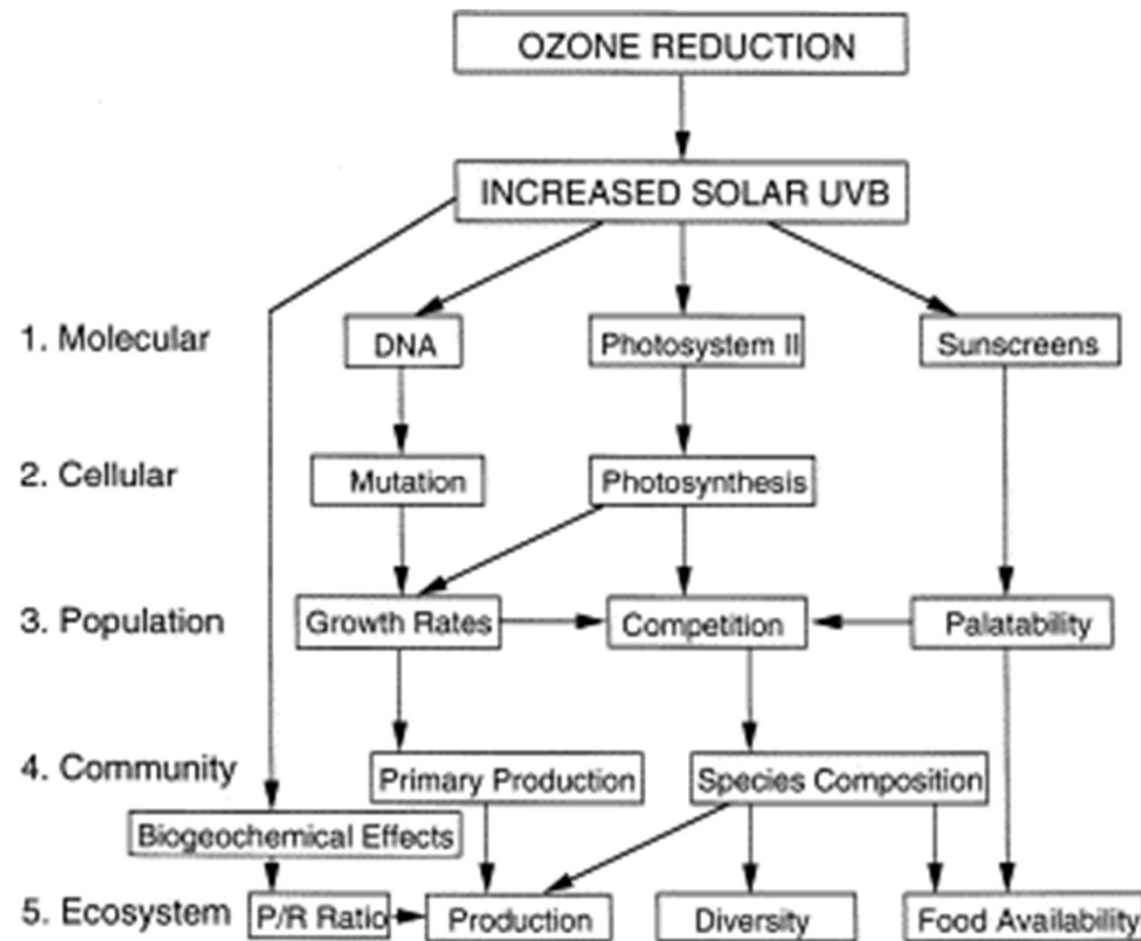
✓ UVA (315-400 nm)



Zdroj: <http://www.geology.cz>

Sluneční záření - UV

1. UV (λ pod 400 nm)

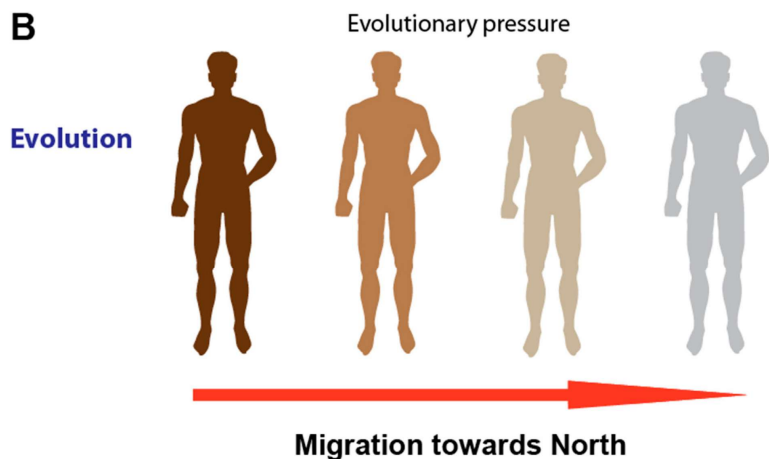
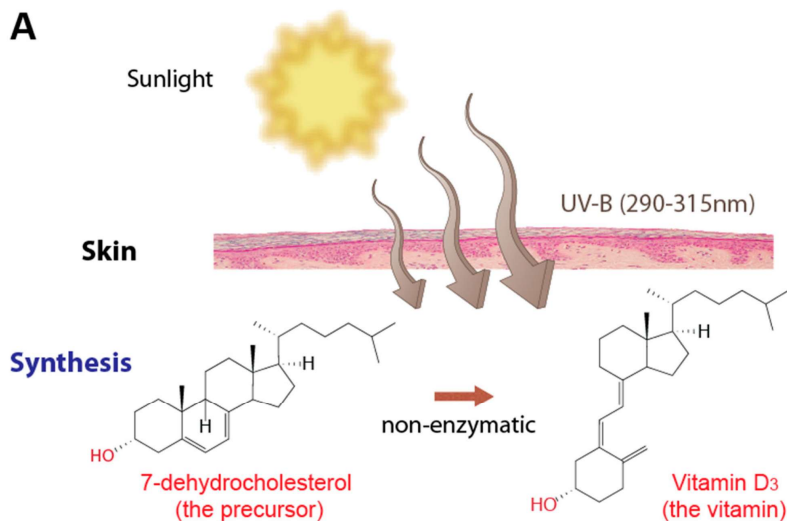


Vliv UVB na procesy ve vodních fotosyntetických organismech od molekulární úrovně až po úroveň společenstva.

Zdroj: A.T. Davidson: *The impact of UVB radiation on marine plankton*. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis 422 (1998), 119-129

Sluneční záření - UV

1. UV (λ pod 400 nm)

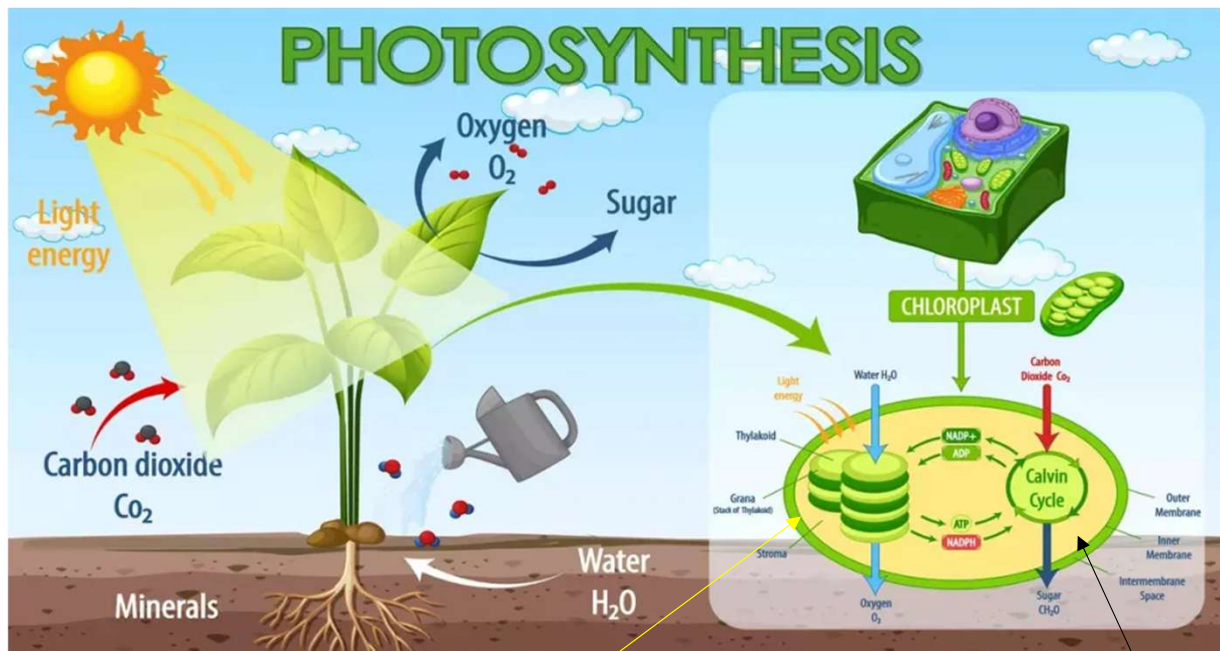


Syntéza vit. D₃ v lidské kůži vystavené UV-B záření (A). Změny v barvě kůže v důsledku migrace lidí z Afriky do Evropy před 10 - 30 000 lety – syntéza vit. D₃ jako hnací síla evoluce (B).

Zdroj: Carlberg, C. Nutrigenomics of Vitamin D. Nutrients 2019, 11, 676.

Sluneční záření - VIS

2. VIS (λ 400 - 780 nm)

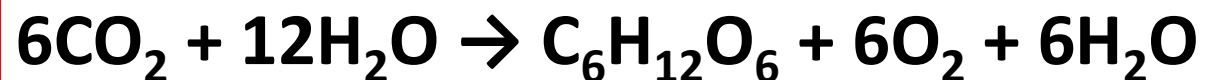


Primární

Sekundární

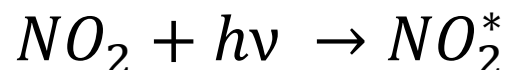
= přeměna přijaté energie slunečního záření na energii chemických vazeb za vzniku energeticky bohatých organických sloučenin z jednoduchých anorganických látek → **fotosyntéza jako vstupní brána E do ekosystémů**

Ovlivňující/limitující faktory?



Sluneční záření – atmosférické působení

- **Fotochemické reakce** - absorpce světelného kvanta → excitace molekuly (UV a VIS)



$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ (Planckova konstanta)

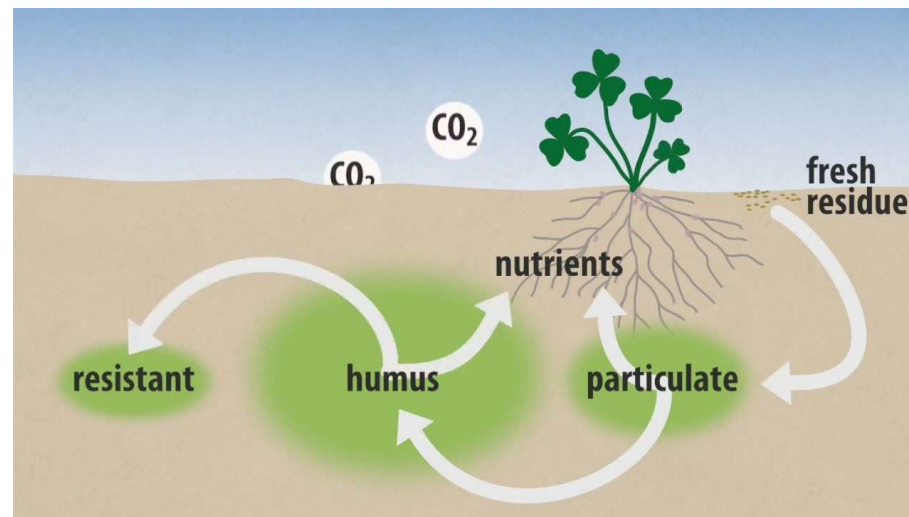
ν = frekvence pohlcovaného záření [Hz]

- vznik ozónu!
- **IČ** záření - změny vibračně-rotačních spekter → přeměna E na teplo
- excitované částice – reaktivní!

Sluneční záření – IČ

3. IČ (λ 780 nm)

- tepelné záření
- vliv na teplotu prostředí



Země jako globální ekosystém –
autoregulační mechanismy

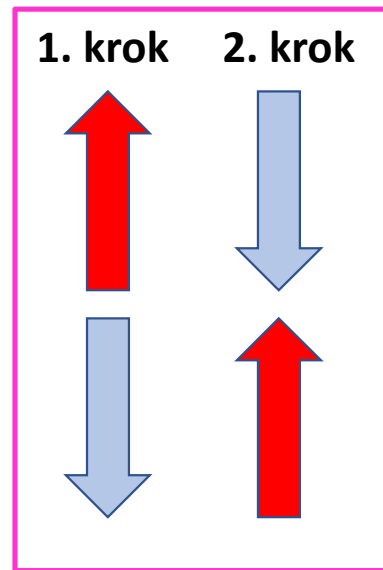
Země jako GES – autoregulační mechanismy

- autoregulační mechanismy = procesy udržující rovnováhu a stabilitu
- různé úrovně
- zásadní pro fungování biosféry a lidské populace
- často komplexní a složité procesy → **propojené!**
- **system pozitivních a negativních zpětných vazeb**

Země jako GES – autoregulační mechanismy

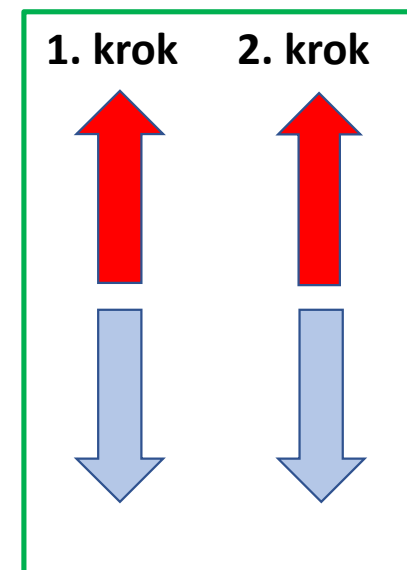
NEGATIVNÍ ZPĚTNÁ VAZBA

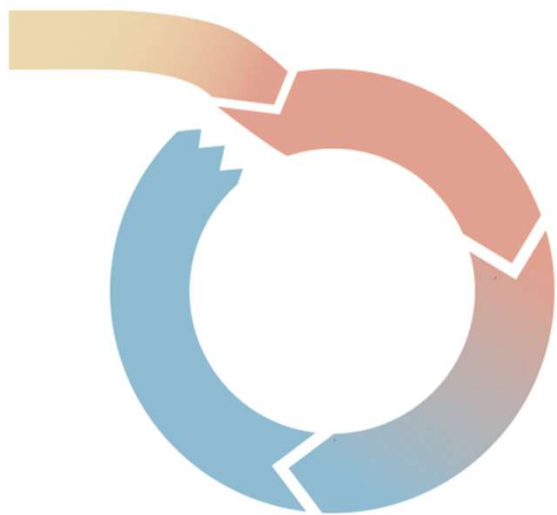
- oslabuje důsledky změn
- vede k **rovnováze**
- **zajišťuje stabilitu**



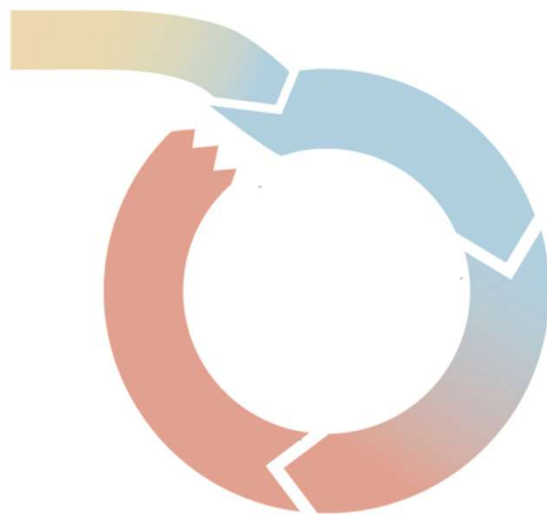
POZITIVNÍ ZPĚTNÁ VAZBA

- **zesiluje efekty změn**
- vede k **nerovnováze a destabilizaci systému**, příp. ke vzniku nových systémů





Negative Feedback Loop
Initial warming leads to cooling

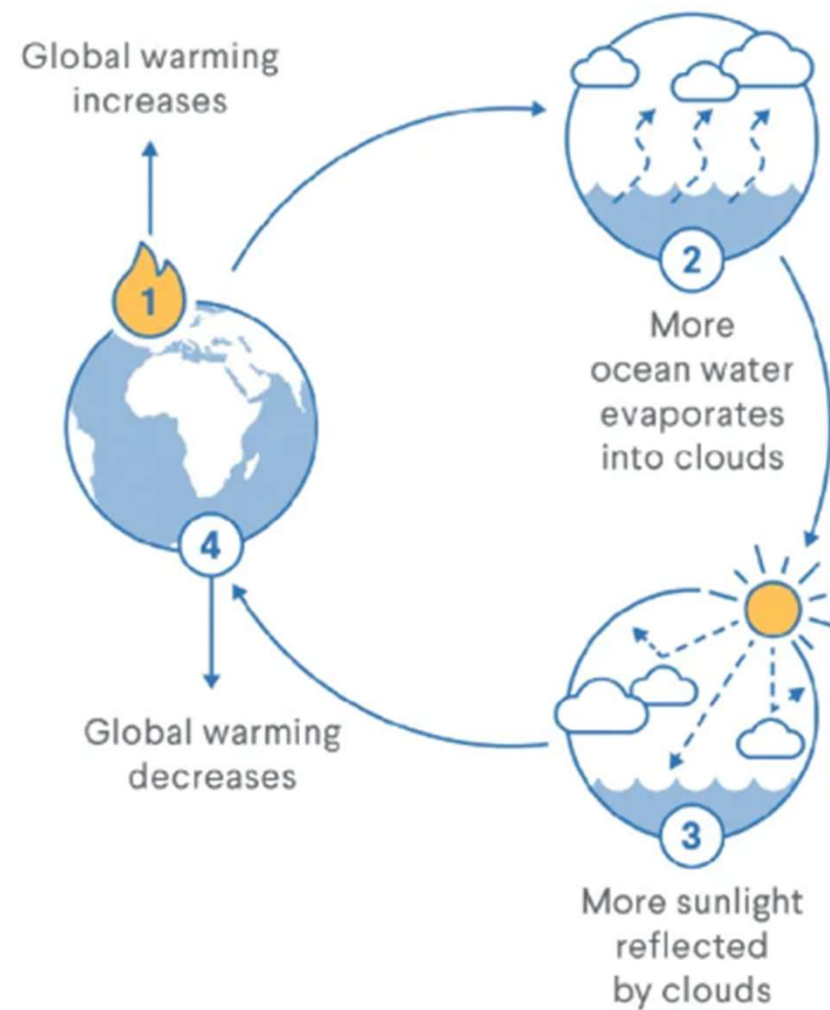


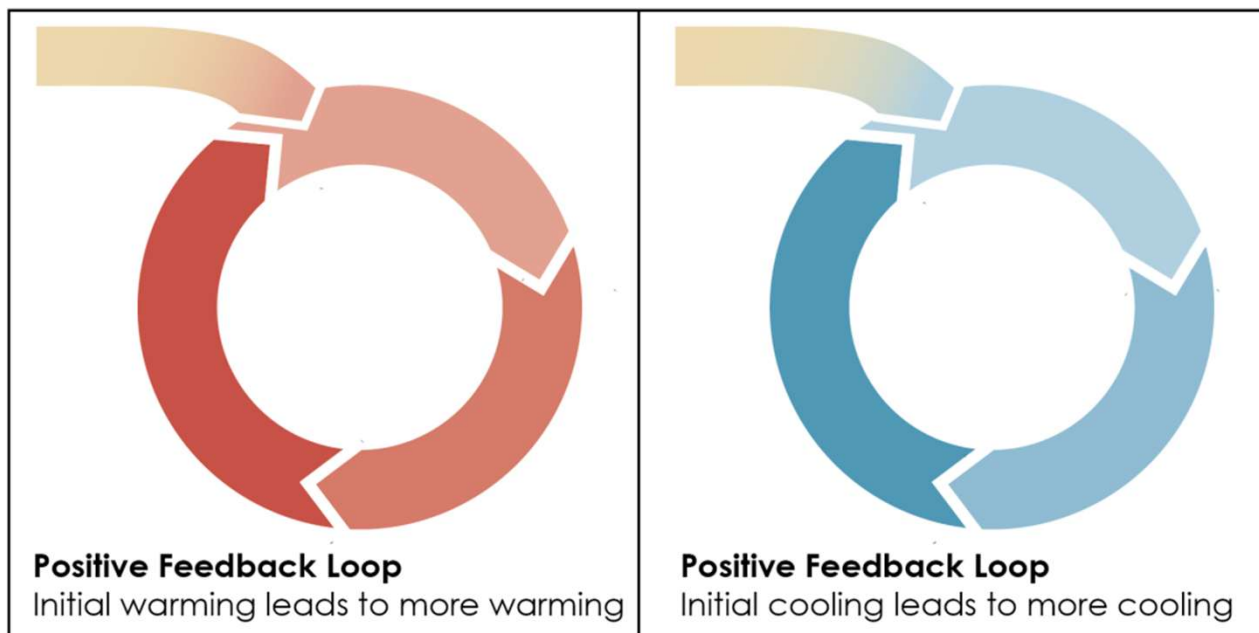
Negative Feedback Loop
Initial cooling leads to warming

↑ *Schéma a* → *příklad negativní zpětné vazby na úrovni globálního ekosystému.*

Zdroje: [Climate Feedback Loops](#), [How Climate Change Can Get Even Worse](#)

Negative feedback loop

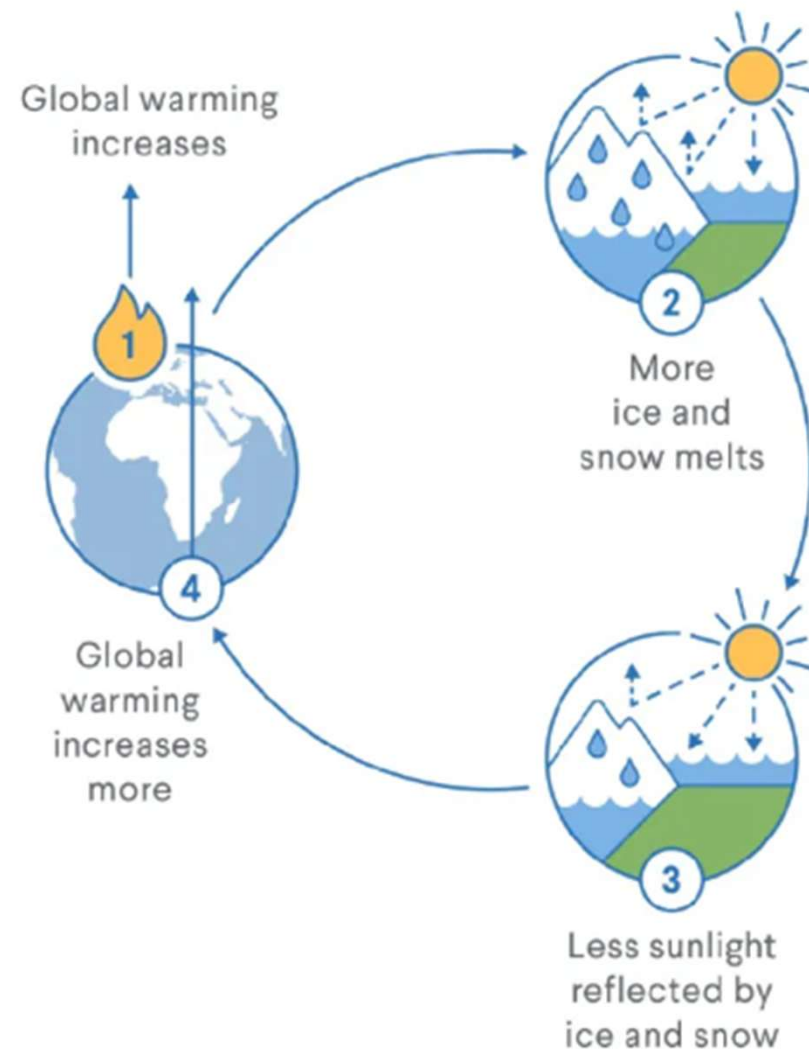




↑ Schéma a → příklad pozitivní zpětné vazby na úrovni globálního ekosystému.

Zdroje: [Climate Feedback Loops](#), [How Climate Change Can Get Even Worse](#)

Positive feedback loop

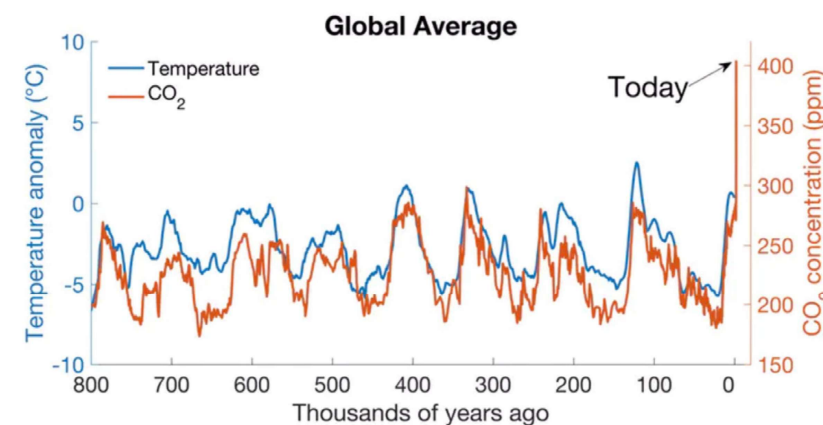
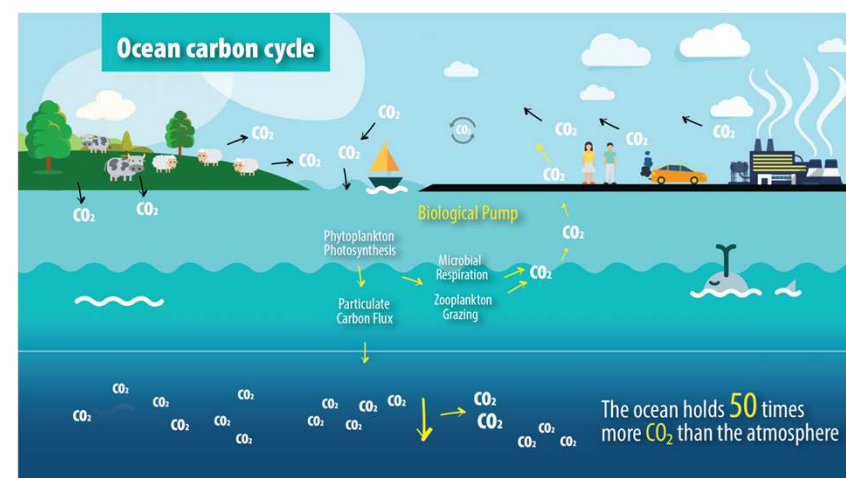


Země jako GES – autoregulační mechanismy

1) KOLOBĚHY ŽIVIN A ENERGIE

- propojení celé planety látkovými a energetickými toky

Jak souvisí teplota atmosféry s koloběhem uhlíku?



Zdroje: [IAEA](#); Schmitt R.W.: [The ocean's role in climate](#). Oceanography (2018).

Reservoir	Size, Gigatons Carbon (IPCC)	Rate of Change GtC yr⁻¹
Ocean	38,100 GtC	+2.4 GtC yr ⁻¹
Soils and Vegetation	2,410 GtC	+1.6 GtC yr ⁻¹
Atmosphere	760 GtC	+4.7 GtC yr ⁻¹
Ocean Sediments	1,750 GtC	+0.2 GtC yr ⁻¹
Permafrost	1,700 GtC	?
Fossil Fuel Reserves	1,940 GtC (max. est.)	-9.4 GtC yr ⁻¹ Fossil + Industry

Země jako GES – autoregulační mechanismy

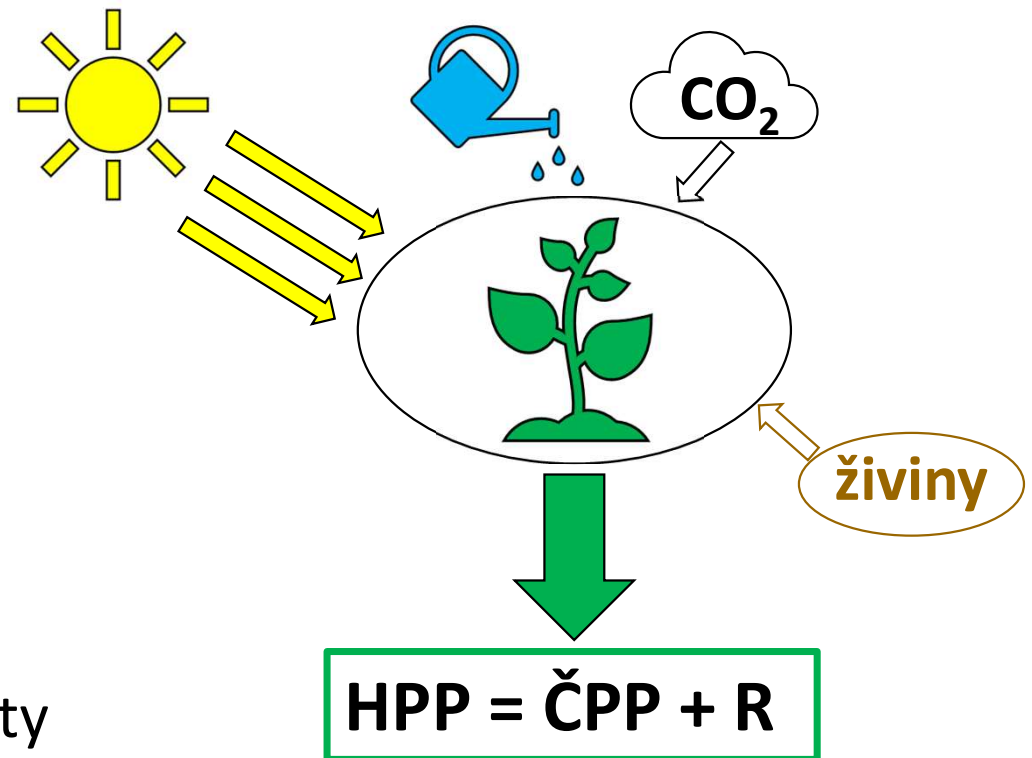
1) KOLOBĚHY ŽIVIN A ENERGIE

PRIMÁRNÍ PRODUKTIVITA – schopnost autotrofních organismů produkovat biomasu (PP – primární produkce) → **fotosyntéza**

- základ potravních řetězců
- regulace klimatu

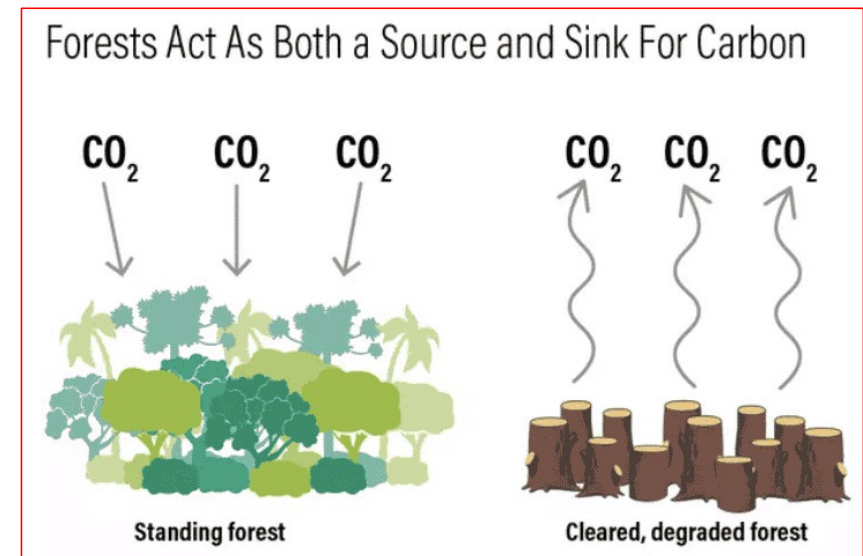
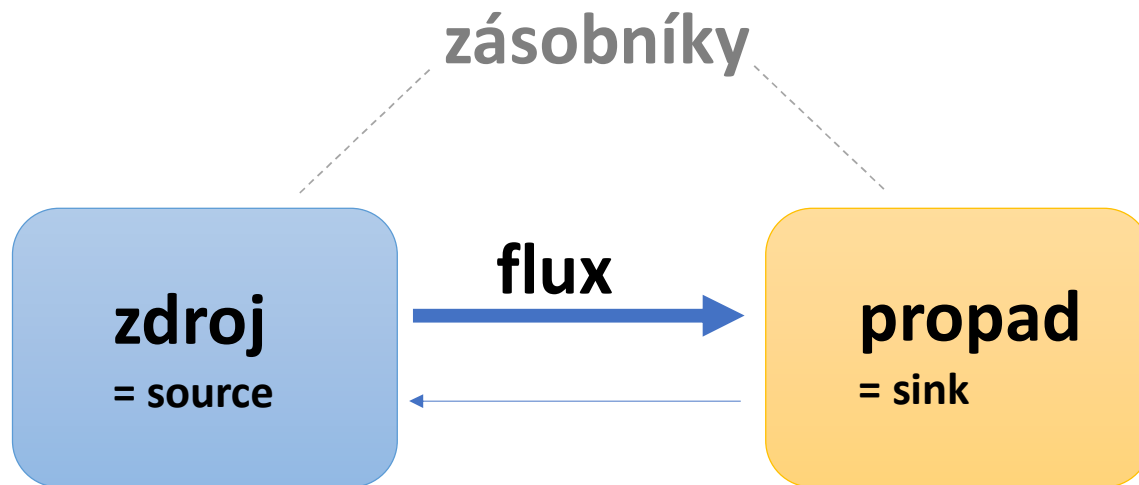
DEKOMPOZICE – rozklad organické hmoty na zpětně dostupné živiny

→ **fundamentální procesy pro tok energie a látek na planetě**



Země jako GES – autoregulační mechanismy

1) KOLOBĚHY ŽIVIN – biogeochemické cykly

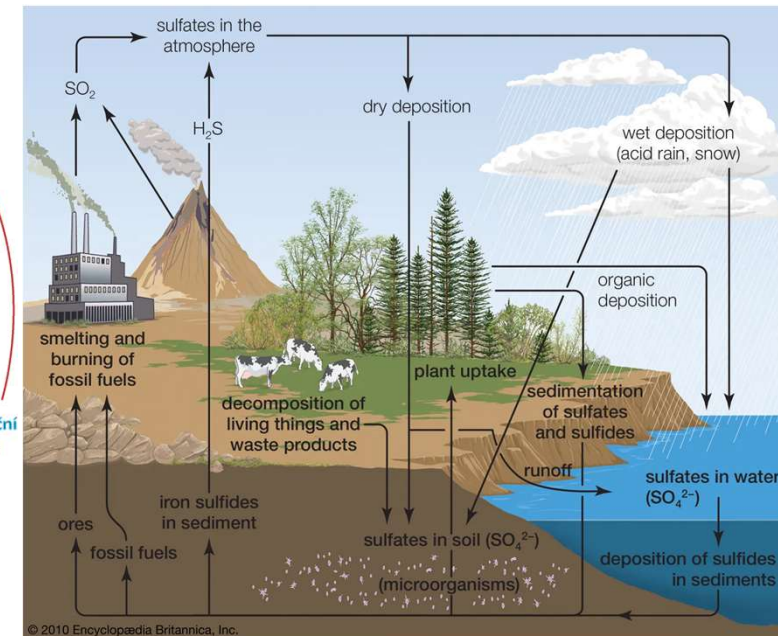
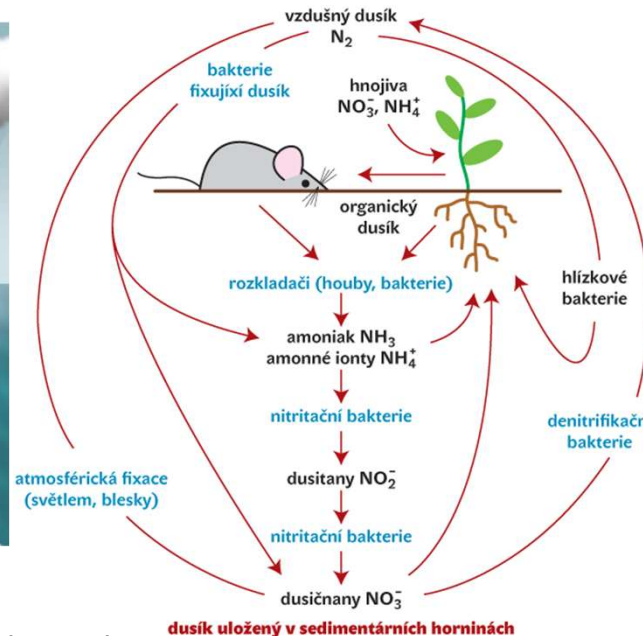
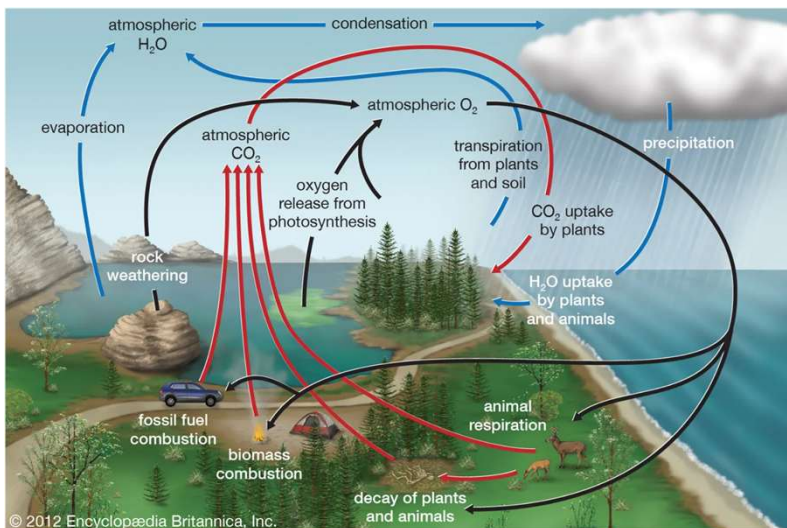


Země jako GES – autoregulační mechanismy

1) KOLOBĚHY ŽIVIN – biogeochemické cykly

ZÁKLADNÍ BIOGENNÍ PRVKY

- C, O, H, N, P, S
- vliv na biosféru → regulace klimatu a biodiverzity



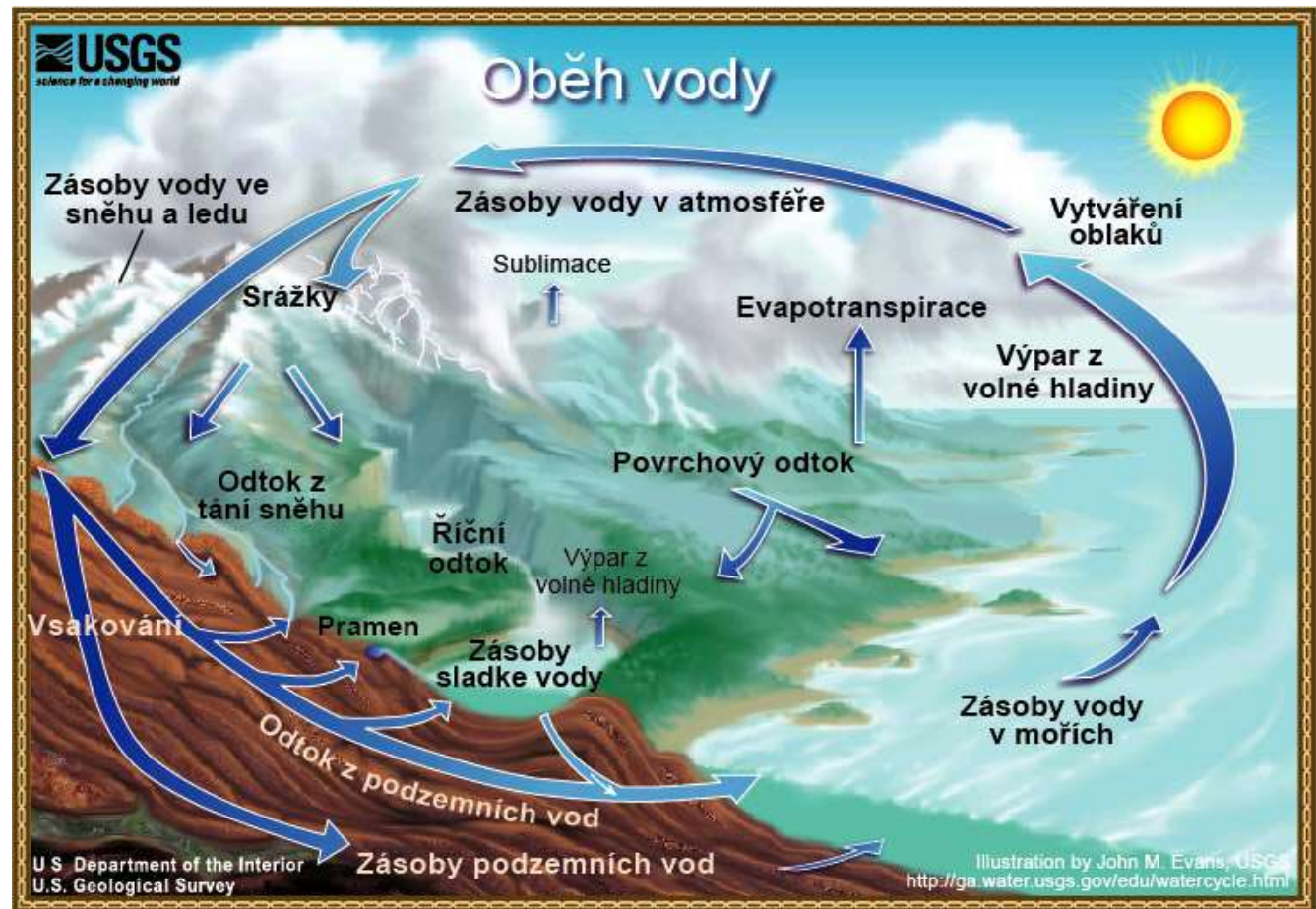
Pohyb O, N a S v prostředí. Zdroje: britannica.com a vesmir.cz

Země jako GES – autoregulační mechanismy

1) KOLOBĚHY ŽIVIN – hydrologický cyklus

- globální cyklus
- zásobárna – oceány
- regulace klimatu
- vliv na biodiverzitu

- ***Zastoupení sladké a slané vody?***
- ***Je množství vody na planetě konstantní?***



Země jako GES – autoregulační mechanismy

1) KOLOBĚHY ŽIVIN A ENERGIE – antropogenní vliv

- ↑ emise CO_2
- používání umělých hnojiv
- odlesňování
- intenzivní zemědělství a eroze půdy
- znečištění
- a další



Země jako GES – autoregulační mechanismy

2) REGULACE KLIMATU

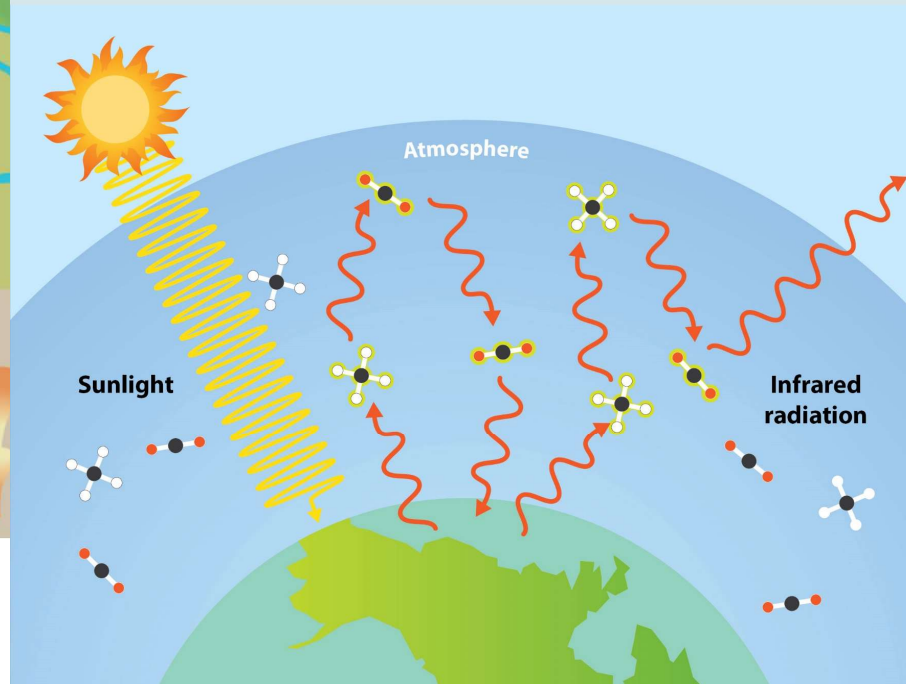
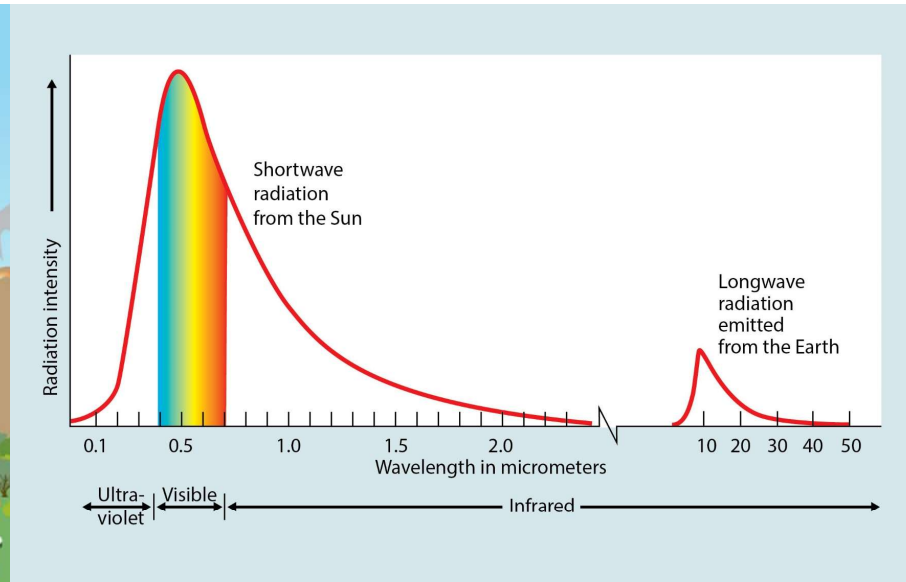
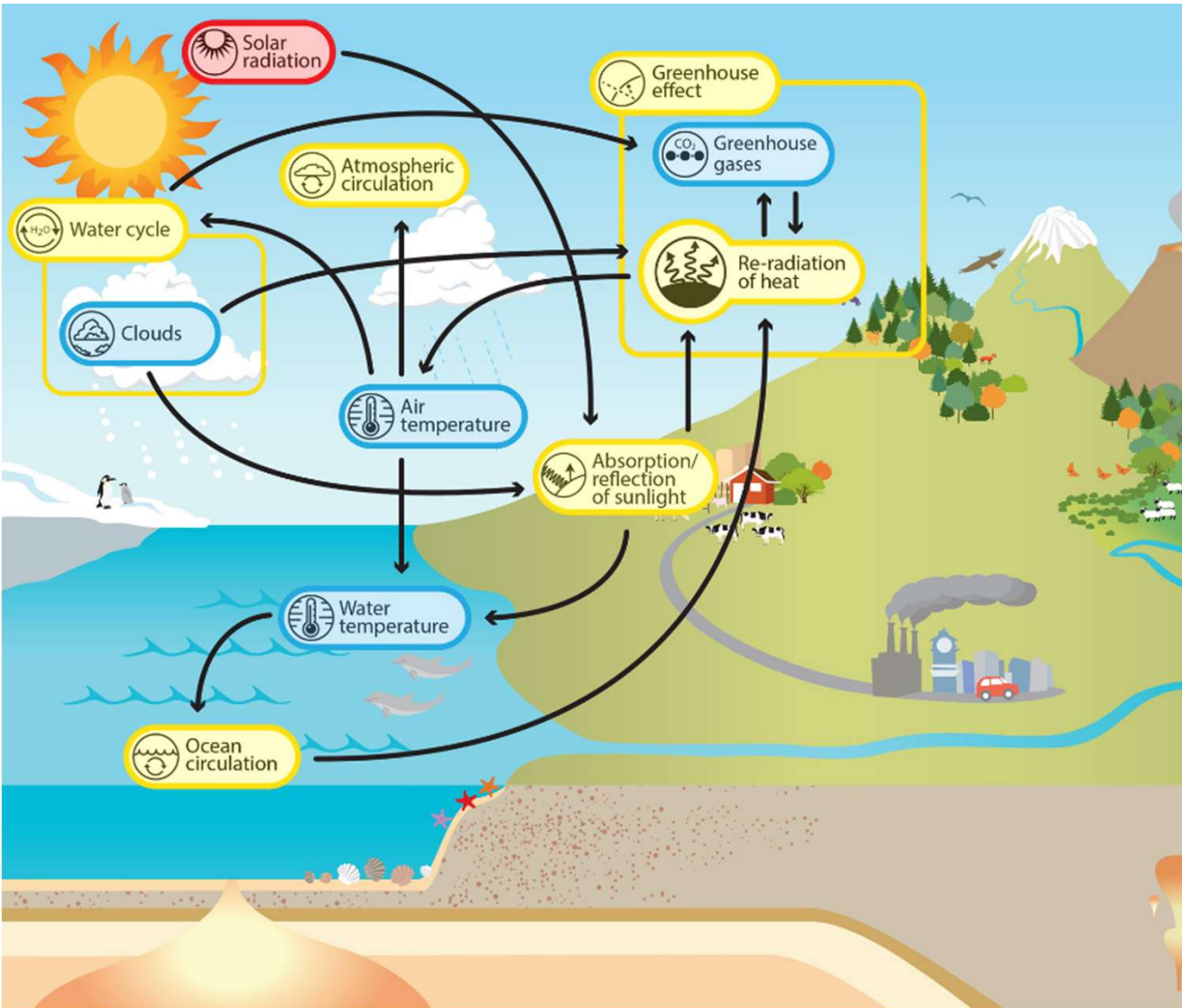
➤ *Atmosférická regulace*

- složení atmosféry ovlivňuje klima
- zásadní vliv biosféry
- sopečná činnost



Skleníkový efekt. Zdroj: [NASA](https://climate.nasa.gov)

- přírozený vs. antropogenního původu
- IČ záření

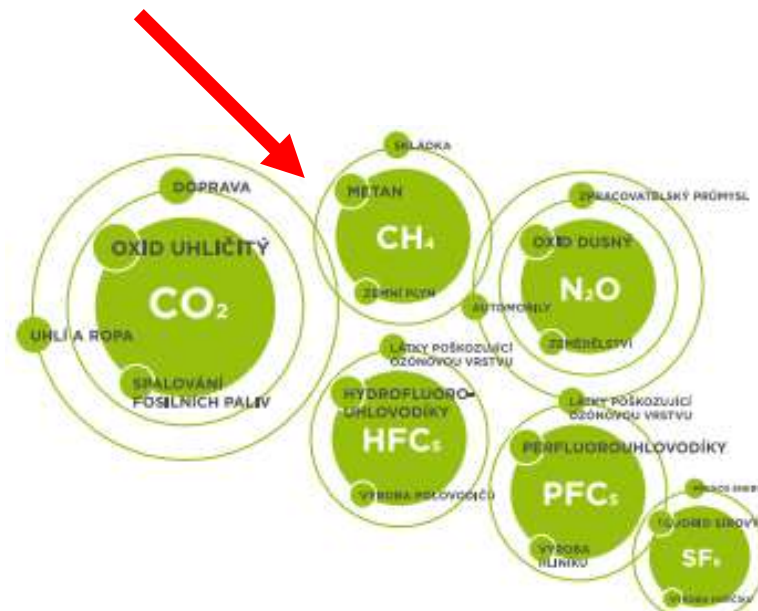
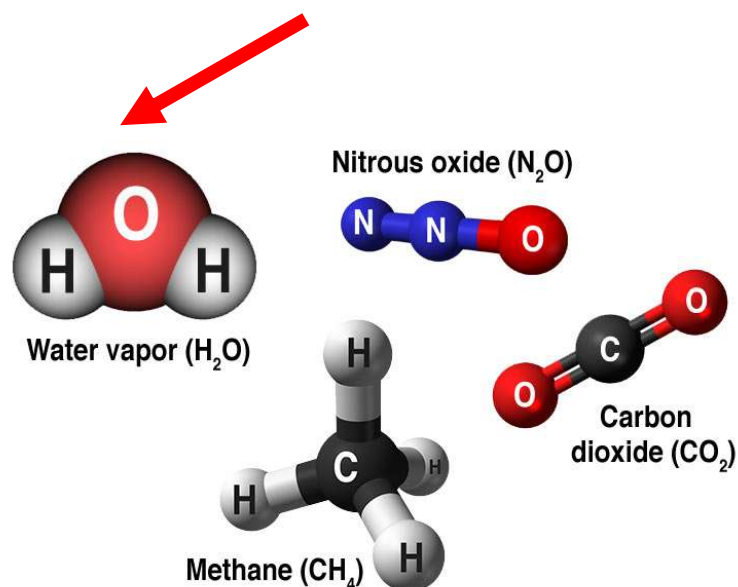


Zdroj: [Re-radiation of heat](#)

Země jako GES – autoregulační mechanismy

Skleníkové plyny (GHGs – greenhouse gases)?

přírodního vs. antropogenního původu



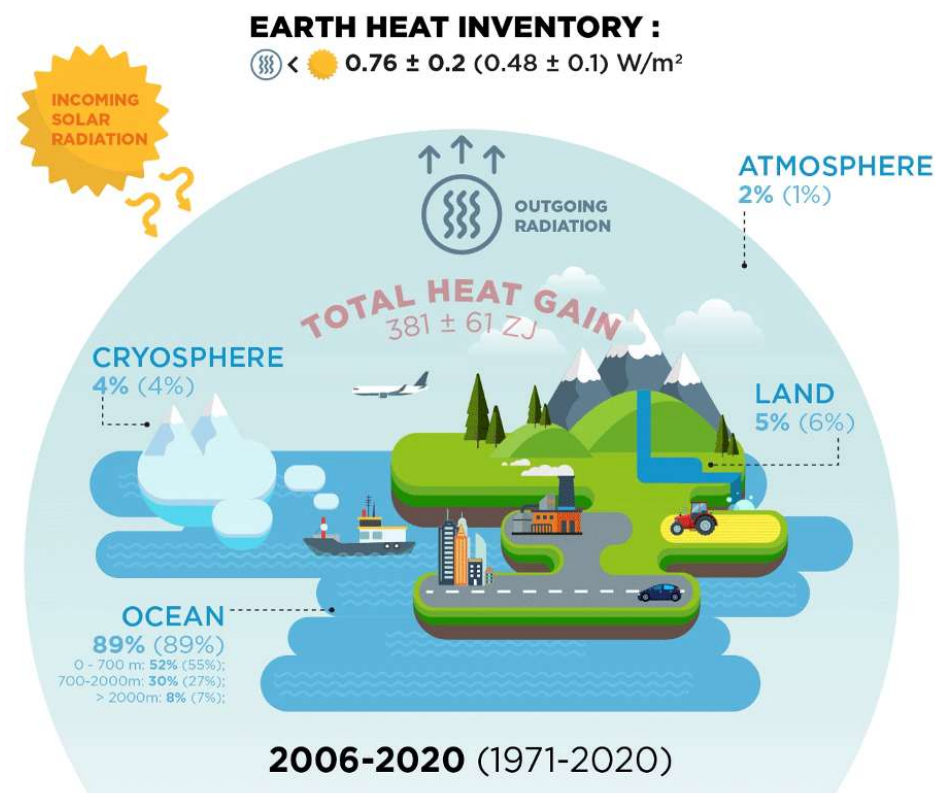
Země jako GES – autoregulační mechanismy

2) REGULACE KLIMATU

➤ Teplotní rovnováha oceánů a atmosféry

	Total Mass	Unit Heat Capacity	Total Heat Capacity
Atmosphere	5.148×10^{18} kg	$993 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}$	$5.1 \times 10^{21} \text{ J K}^{-1}$
Ocean	1.366×10^{21} kg ($= 1.3324 \times 10^{18} \text{ m}^3 \times 1,025 \text{ kg m}^{-3}$)	$3985 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}$	$5.4 \times 10^{24} \text{ J K}^{-1}$

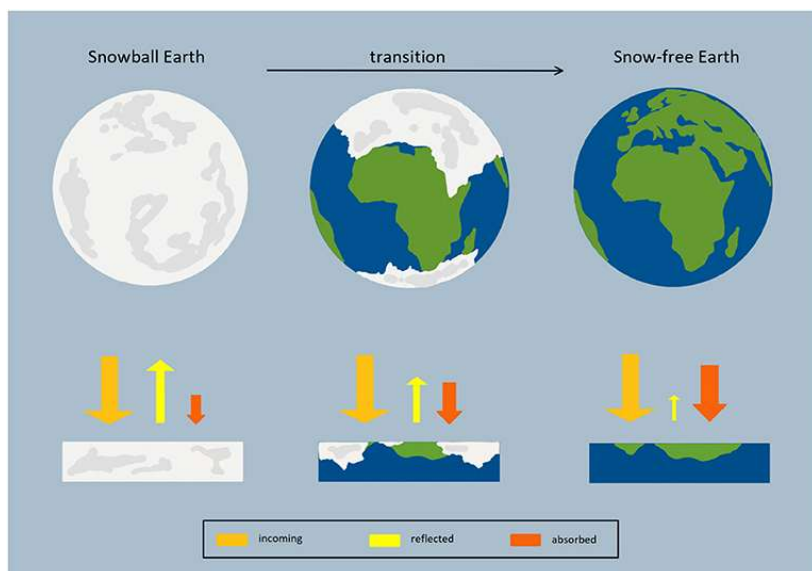
Zdroje: Schmitt R.W.: [The ocean's role in climate](#). Oceanography (20180);
K. von Schuckmann a kol.: [Heat stored in the Earth system 1960–2020: where does the energy go?](#) Earth Syst. Sci. Data, 15, 1675–1709, 2023



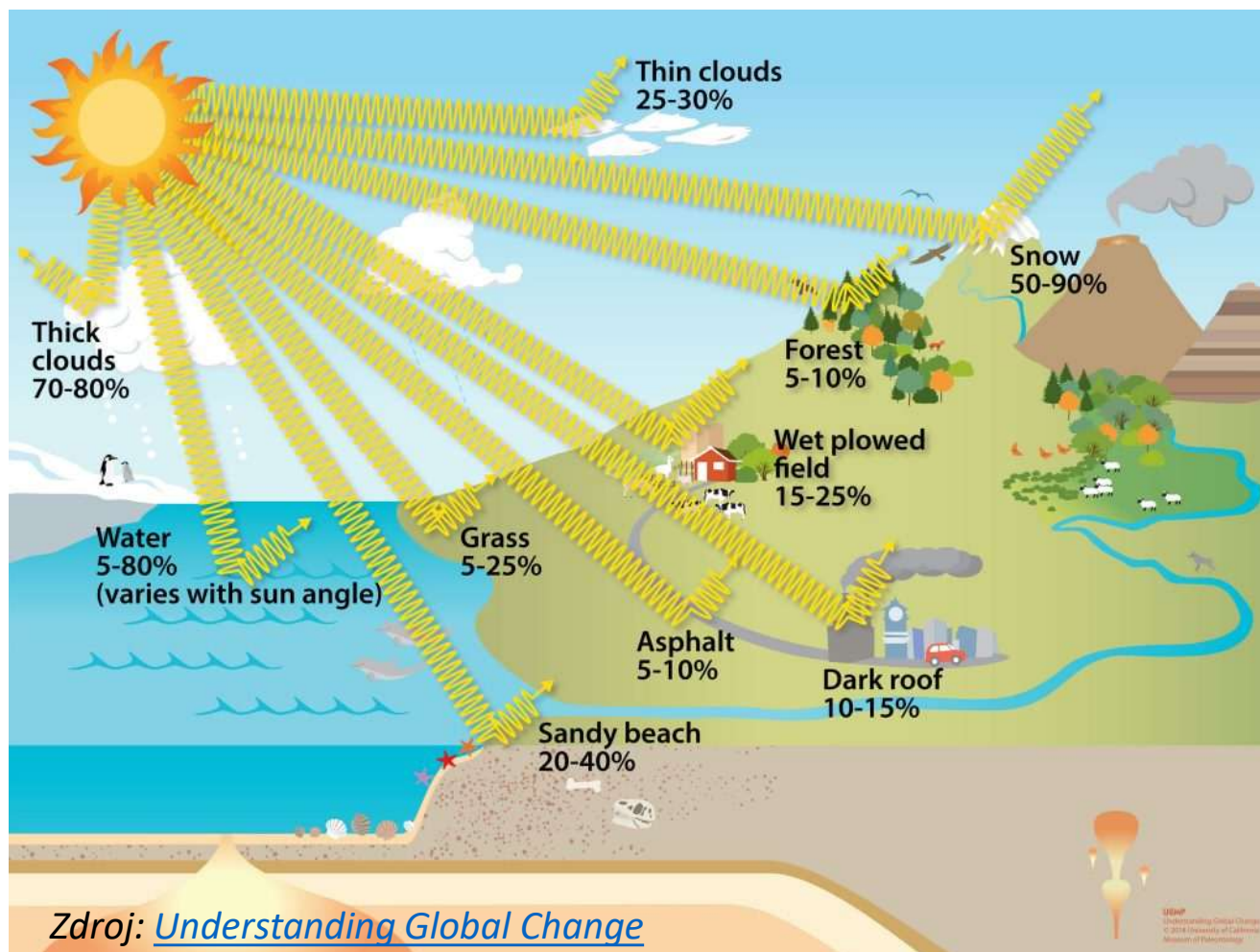
Země jako GES – autoregulační mechanismy

2) REGULACE KLIMATU

➤ *Albedo efekt*



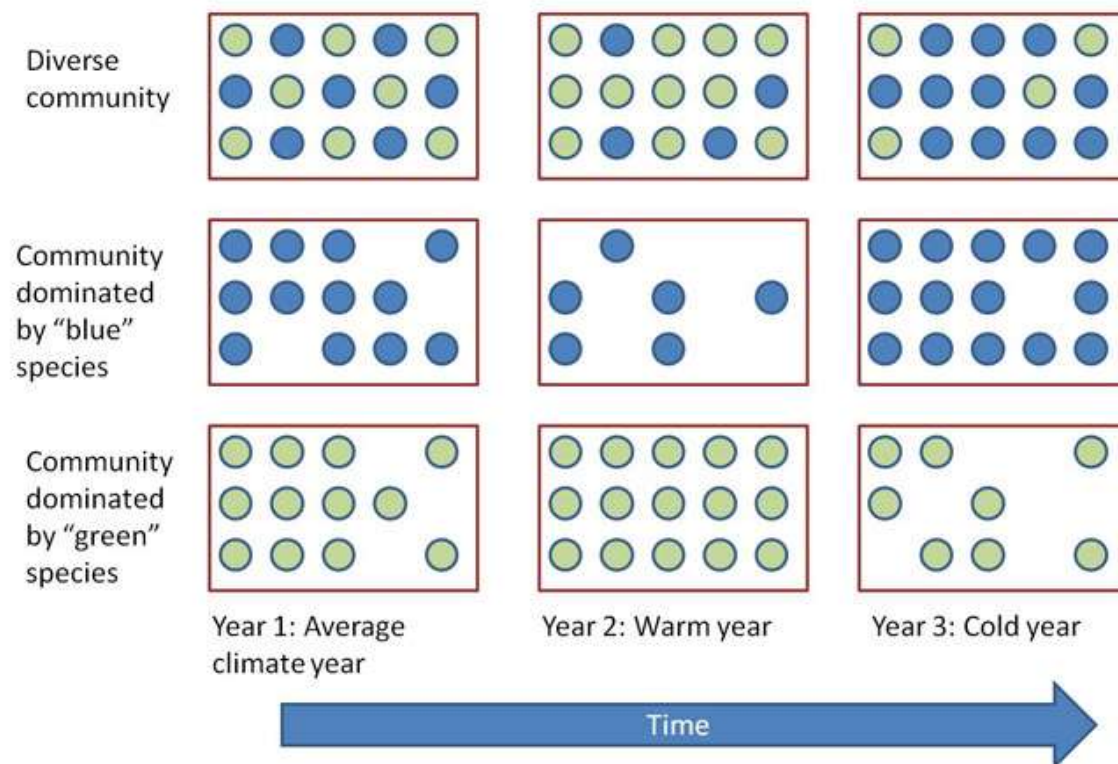
Zdroj: L. Esters a kol.: [What Is Albedo and What Does It Have to Do With Global Warming?](#).



Země jako GES – autoregulační mechanismy

3) BIODIVERZITA

- $\uparrow$ biodiverzita $\approx$ $\uparrow$ stabilita
- zajištění ekosystémových služeb
- stabilita potravních sítí
- adaptace na změnu prostředí
- přirozená regulace populací



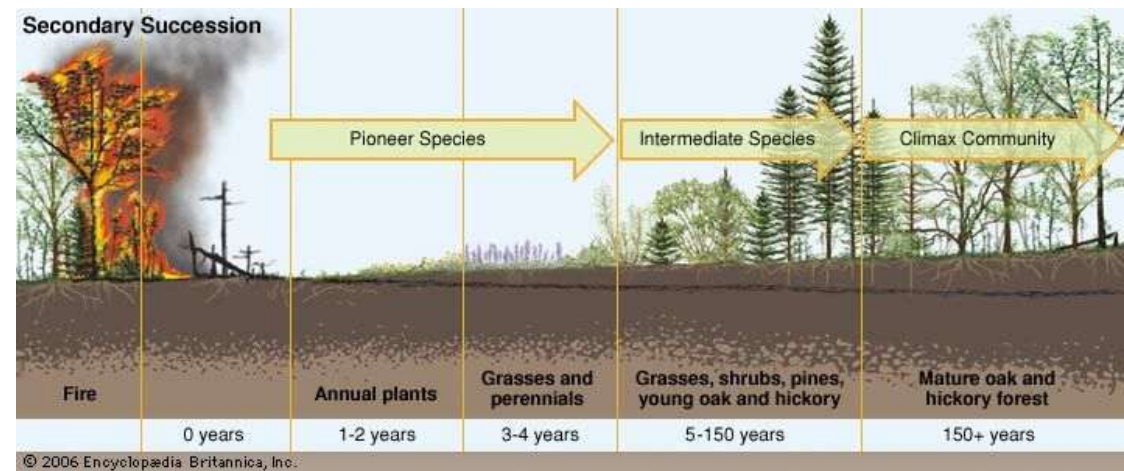
Koncepční diagram ukazující, jak může rostoucí diverzita stabilizovat fungování ekosystému.

Zdroj: Cleland, E. E. (2011) [Biodiversity and Ecosystem Stability](#). Nature Education Knowledge 3(10):14

Země jako GES – autoregulační mechanismy

4) PŘIROZENÁ SUKCESE A REGENERACE EKOSYSTÉMŮ

- limitující:
 - nedostatek zdrojů
 - invazní druhy
 - klimatické faktory
 - antropogenní zásahy/činnosti
 - biodiverzita a klíčové druhy
 - kvalita okolního prostředí

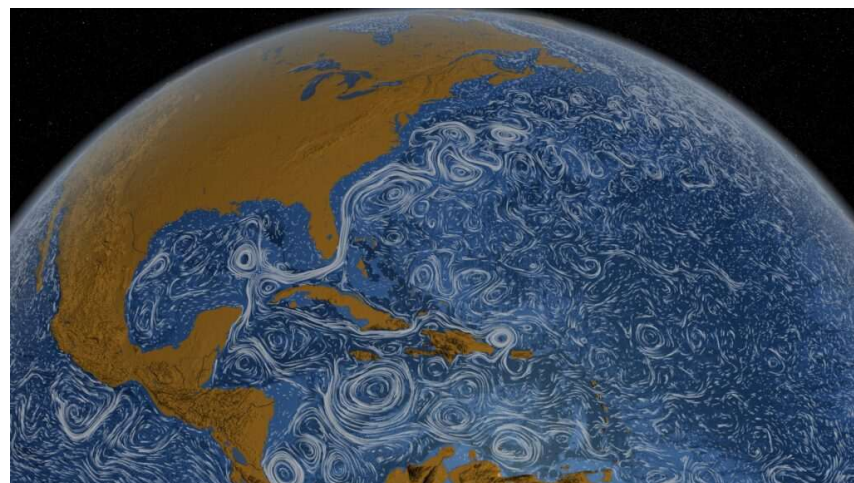


Co bude limitující pro obnovu smíšeného lesa po požáru?

Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- *Příčiny pohybu vody v oceánech?*



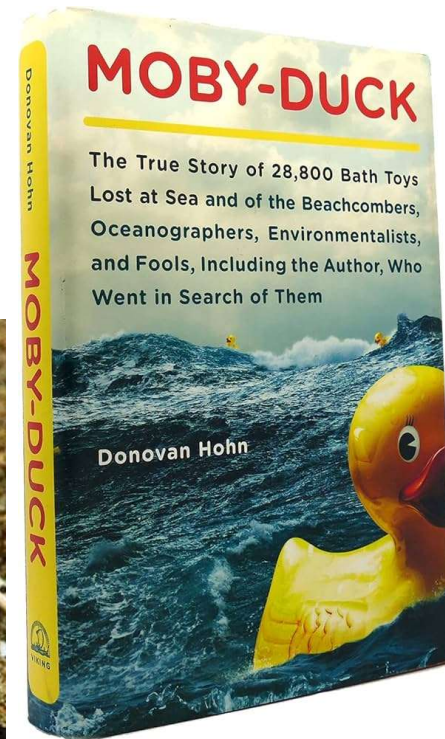
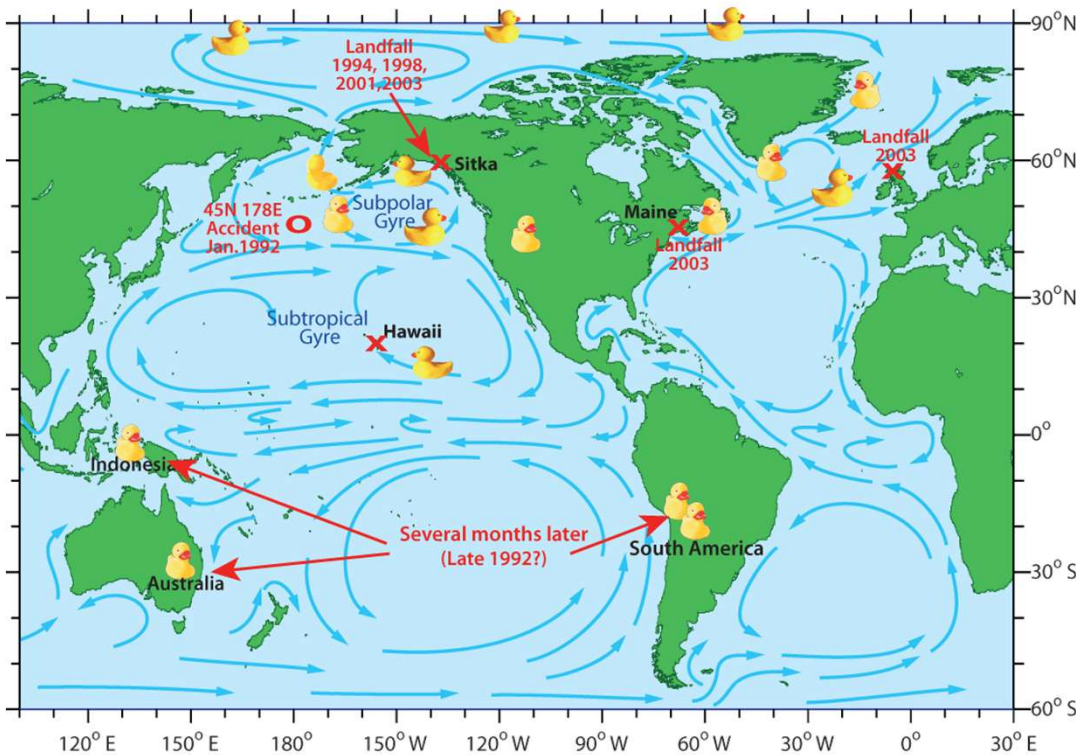
Vizualizace mořských proudů.

Zdroj: [NASA](#)

Video: [How do ocean currents work? - Jennifer Verduin](#)

Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE



Zdroje: A. Oppelt: [Migration route of the Common Pacific Rubber Duck](#), amazon.com

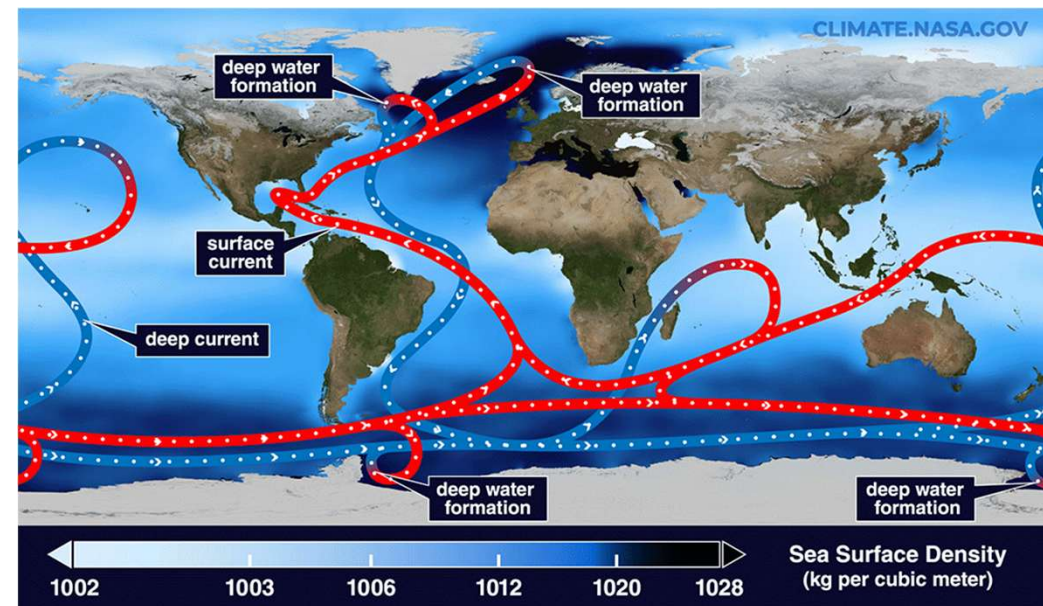
Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- *Příčiny pohybu oceánské vody?*

- 1) vítr
- 2) slapové jevy
- 3) rotace planety
- 4) změny v hustotě vody

→ reliéf ovlivňuje rychlost či směr pohybu



Tzv. oceánský dopravní pás (termohalinní cirkulace). Zdroje: [Environmental geology](#)

Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- *Jak funguje?*

- 1) změna hustoty vody
- 2) tvorba hlubinných proudů
- 3) pohyb hlubinné vody
- 4) vztlak teplé vody

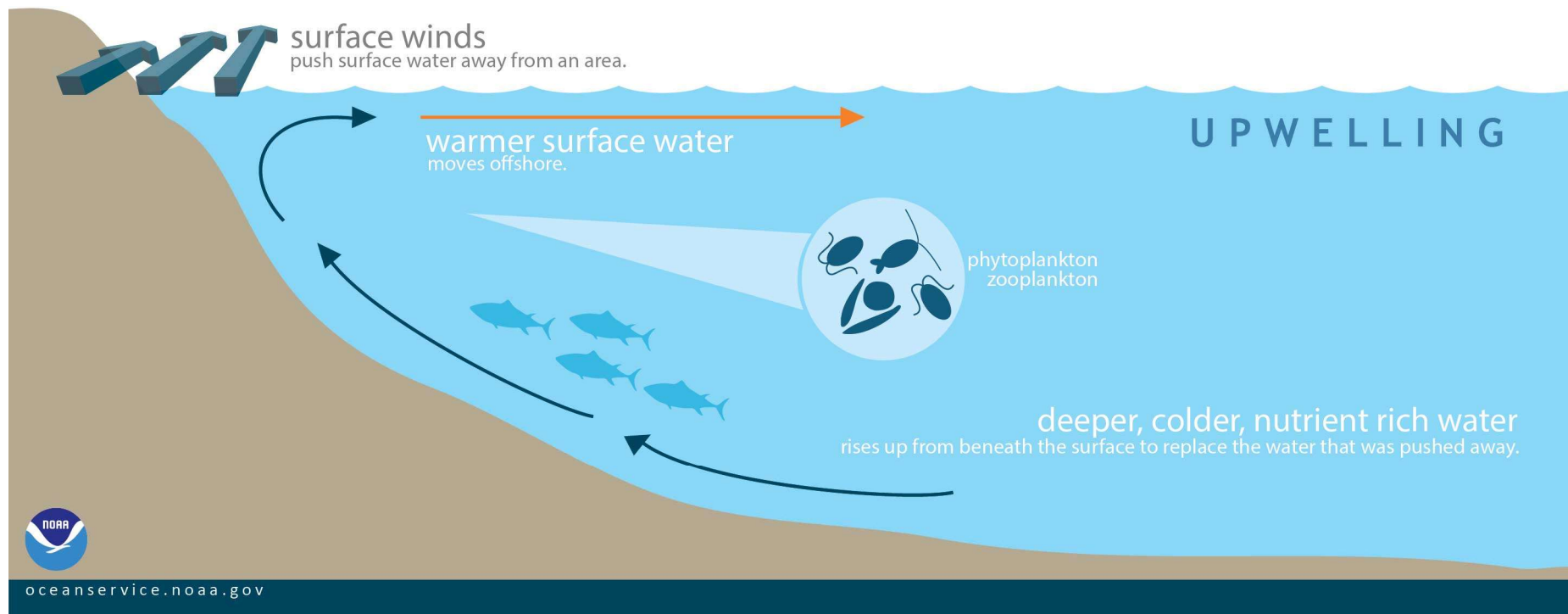


Změna salinity/hustoty vody a tvorba hlubinných proudů v polárních oblastech. Zdroj: [NOAA](#)

Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

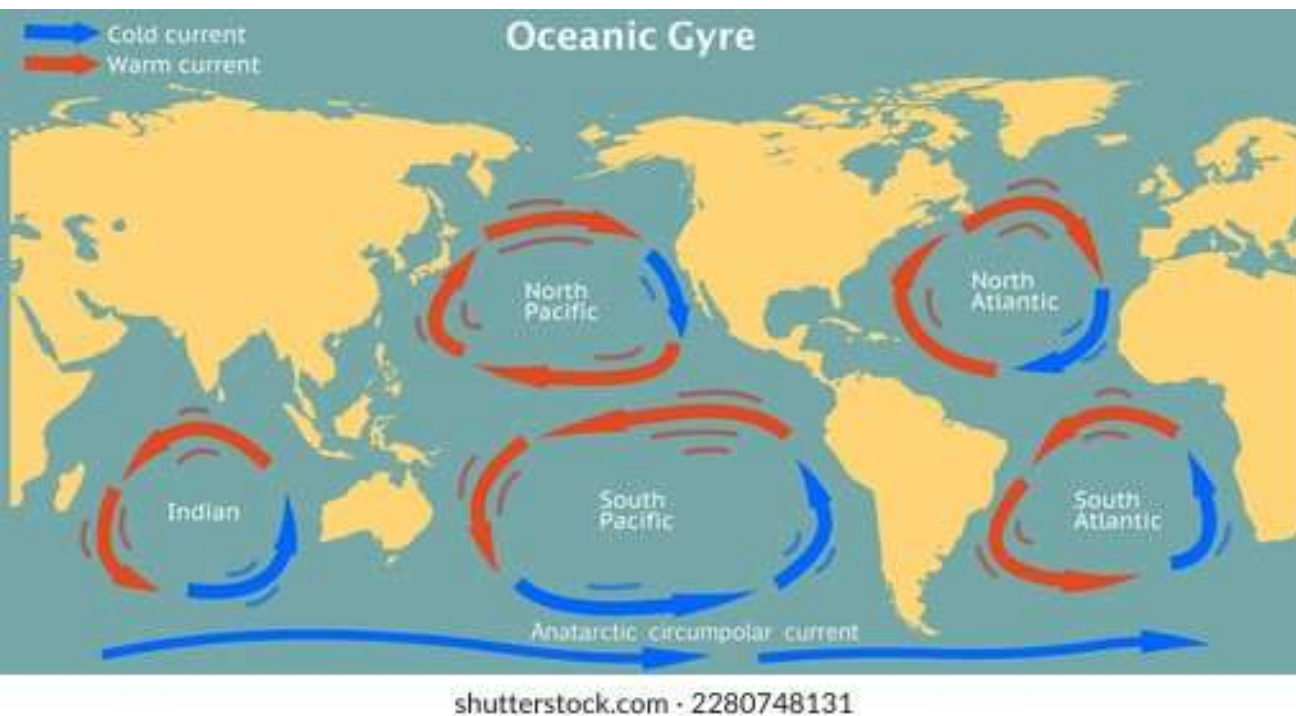
- přenos i živin → lokální i globální dopad



Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

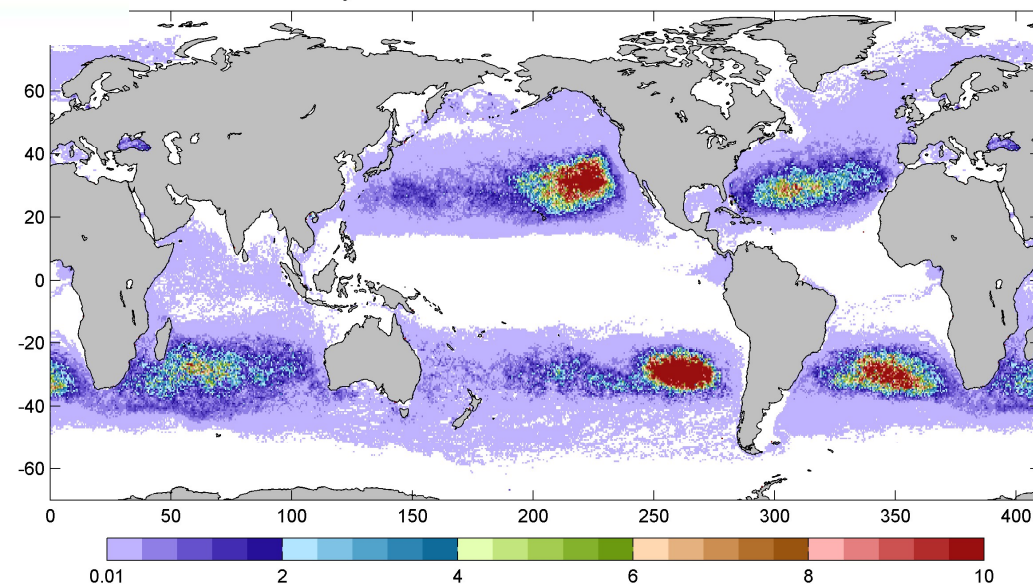
- oceánské gyry
 - průměr několik set km
 - poháněné větrem, Coriol. silou, ΔT , kontinent. bariérami
 - tvořené kombinací mořských proudů
 - ovlivňují distribuci živin, kyslíku a T v oceánech → PP, biodiverzita
 - přenos i pevných látek → vznik oceánských **odpadkových skvrn**



Oceánské gyry – Severní a Jižní atlantský gyr, Severní a Jižní tichomořský gyr a Indický gyr.

Model akumulace plastového odpadu v oceánech.

Zdroj: [Great oceanic garbage patches](#)

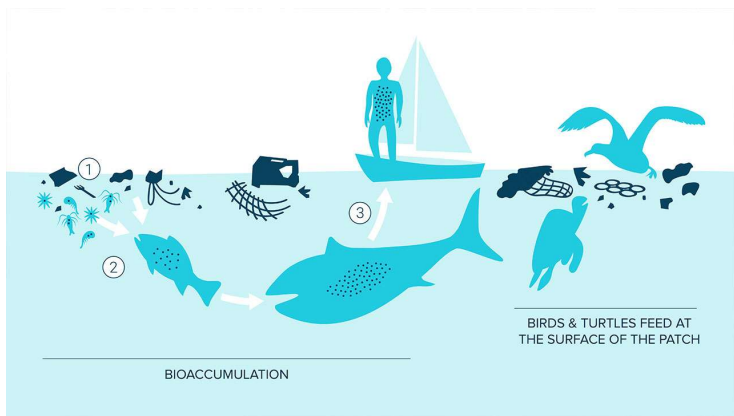


Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- **Odpadkové skvrny:**

- v oblasti všech 5 gyrů
- rozpad plastů na fragmenty
- vliv na organismy (až 70 % potravy želv v této oblasti tvoří plasty)



Zdroj: *The Great Pacific Garbage Patch*
([The Ocean Clean Up](#))

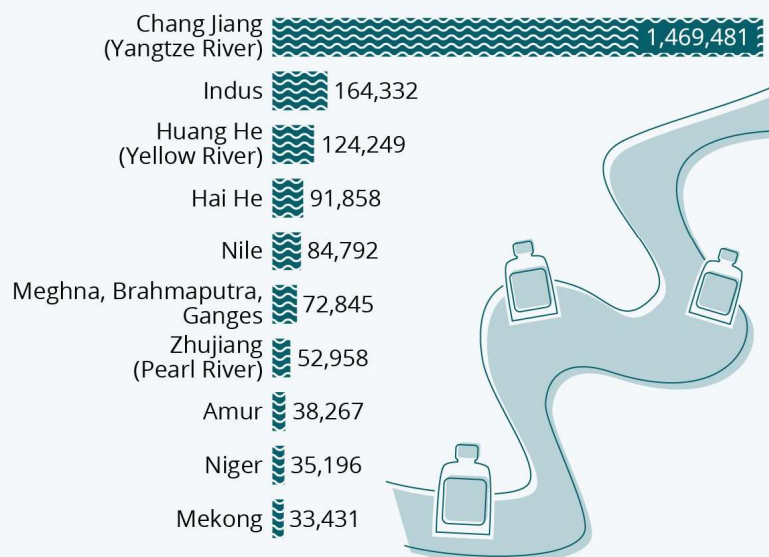
Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- **Odpadkové skvrny**
 - 60-90 % plastů

The Rivers Filling The Oceans With Plastic

Global rivers ranked by tonnes of plastic load carried into oceans each year*



* Data published in 2017.

Source: "Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea" via United Nations



statista

Zdroje odpadu:

80 % z pevniny

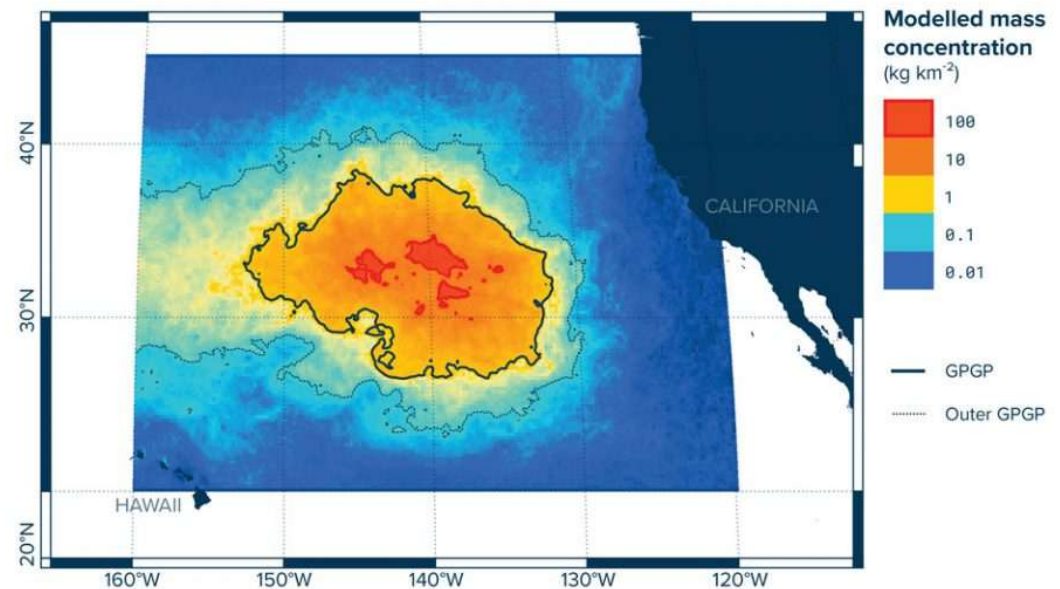
20 % z moře

Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- ***Velká tichomořská odpadková skvrna*** (Great Pacific Garbage Patch)
 - největší
 - 1997 – první pozorování
 - 1,6 km² (3x rozloha Francie)
 - předpoklad: 100 000 t odpadu
 - mezi Havají a Kalifornií

Zdroj: Lebreton, L. a kol.: [Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic](#). *Sci Rep* 8, 4666 (2018)



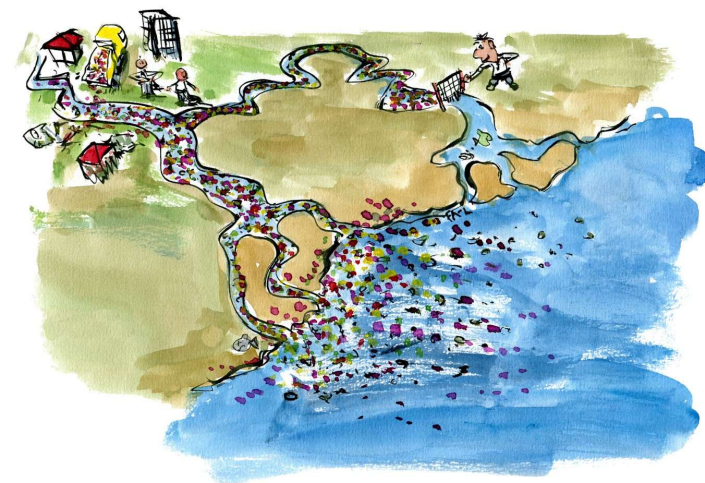
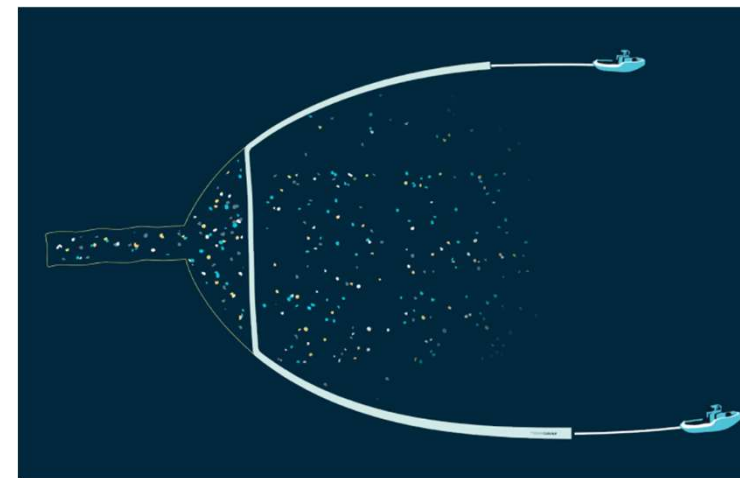
Země jako GES – autoregulační mechanismy

5) OCEÁNSKÉ PROUDY A TERMOHALINNÍ CÍRKULACE

- *Odpadkové skvrny*

Co s tím?

- předcházení vzniku odpadů
- správné nakládání s odpady
- předcházení úniku odpadu do moří
- odstraňování/záchyt odpadu na moři



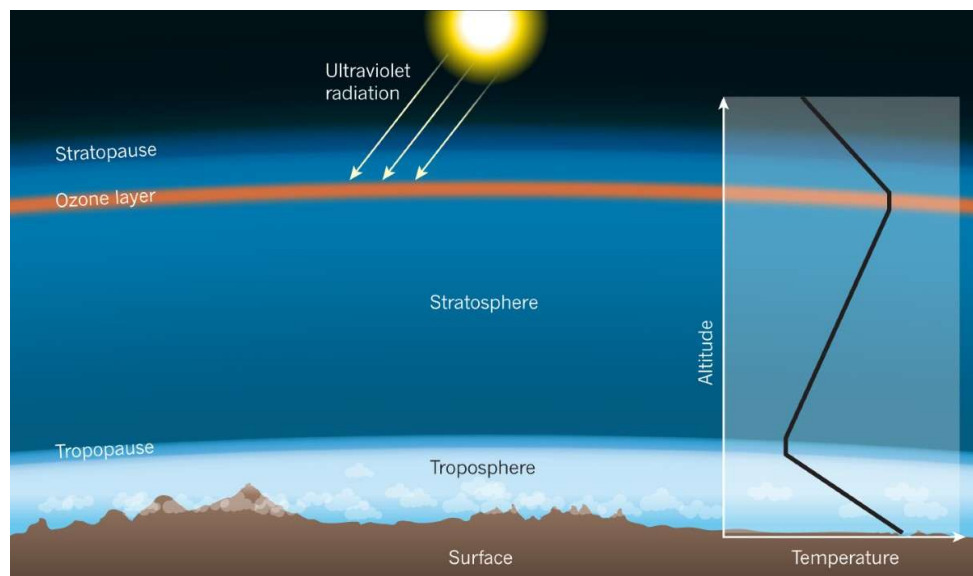
Zdroje: [Ocean Cleanup](#), [Frits Ahlefeldt](#)

Much of the plastics in the oceans comes from the rivers

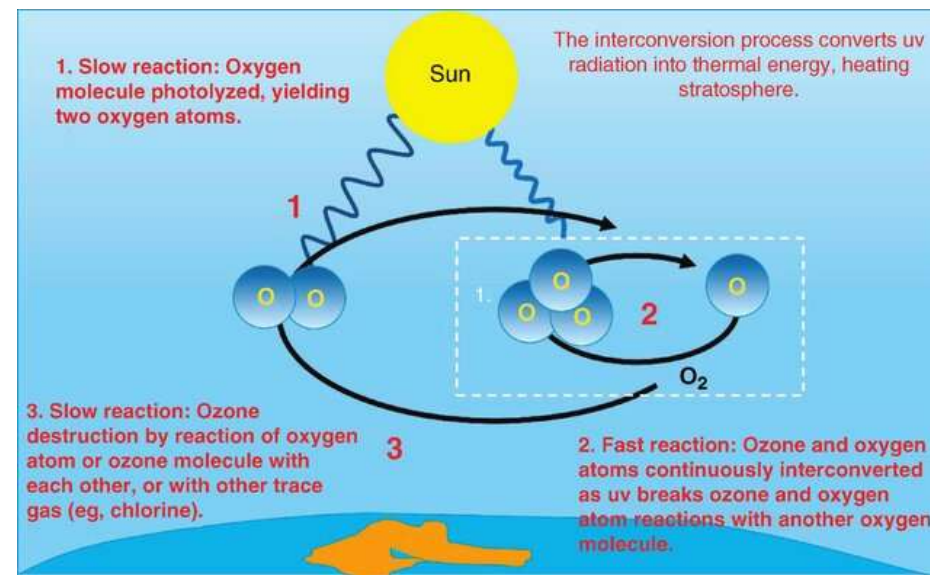
Země jako GES – autoregulační mechanismy

6) OZONOVÁ VRSTVA

- koncentrace O_3 je konstantní → vznik/zánik v rovnováze
- výška < 30 km – převládá rozpad nad vznikem



Spodní vrstvy atmosféry. Zdroj: Heng, K. Ozone-like layer in an exoplanet atmosphere. *Nature* 548, 38–39 (2017). <https://doi.org/10.1038/548038b>



Vznik a zánik ozonu ve stratosféře. Zdroj:

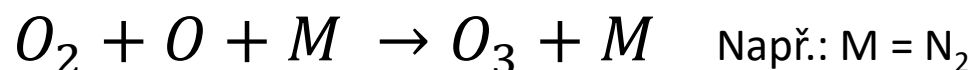
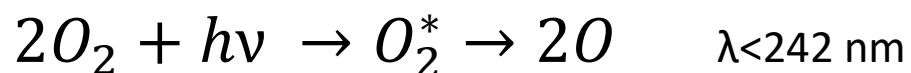
D.A.Vallero: Air Pollution.

<https://doi.org/10.1002/0471238961.01091823151206.a01.pub3>

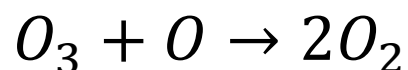
Země jako GES – autoregulační mechanismy

6) OZONOVÁ VRSTVA

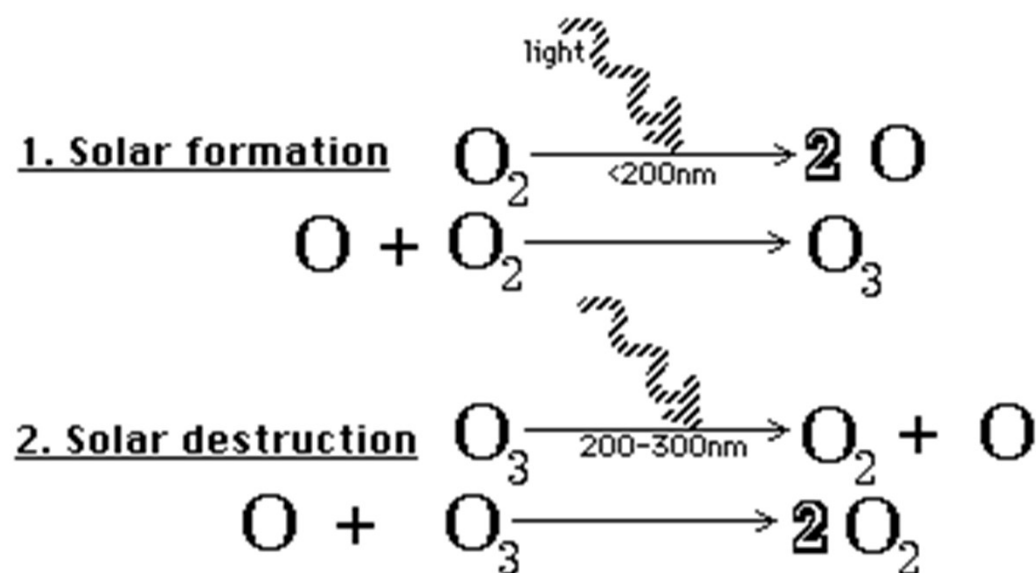
1. Vznik ozonu



2. Rozpad ozonu



→ *nepostihuje všechny reakce*



Reakce Chapmanova cyklu.

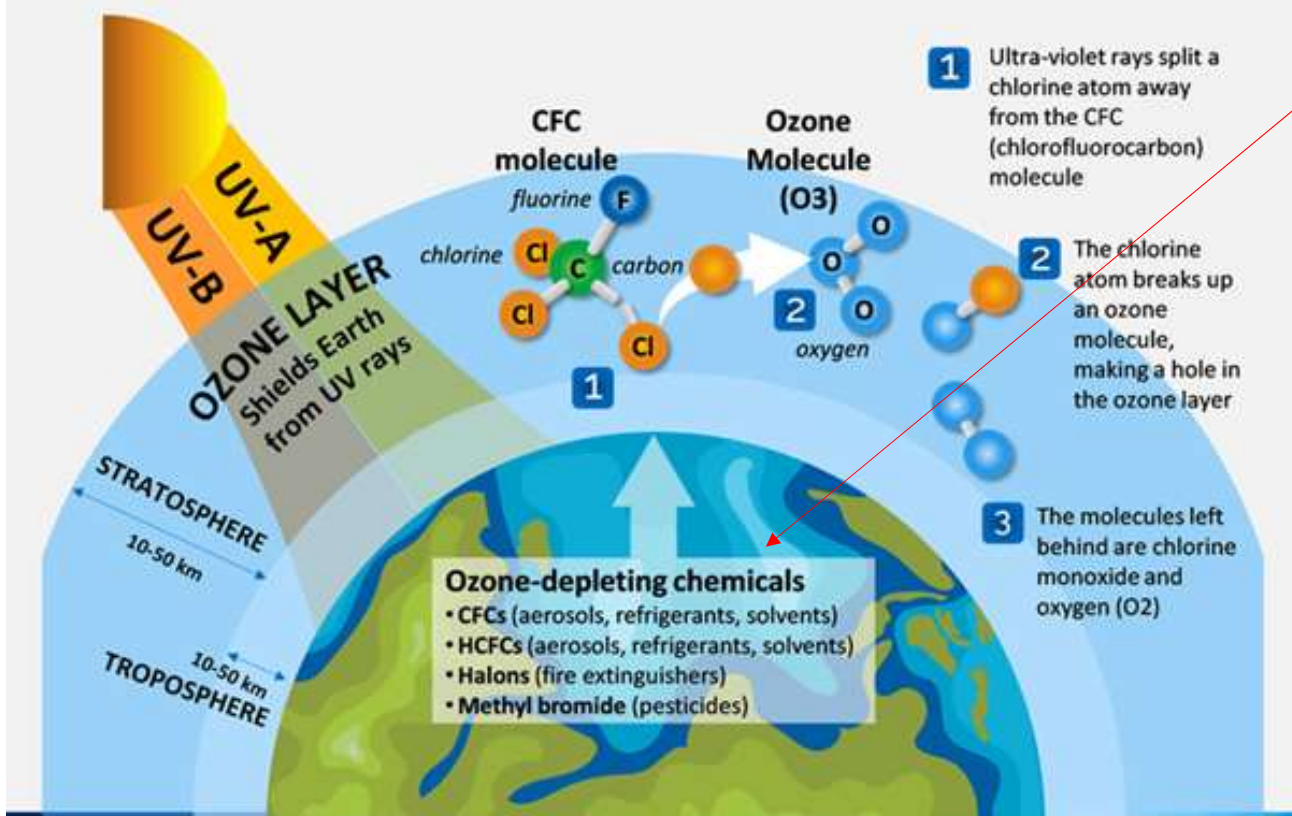
Zdroj: [Ozone chemistry \(nasa.gov\)](https://ozonechemistry.nasa.gov/)

Země jako GES – autoregulační mechanismy

6) OZONOVÁ VRSTVA - poškození

OZONE LAYER DEPLETION

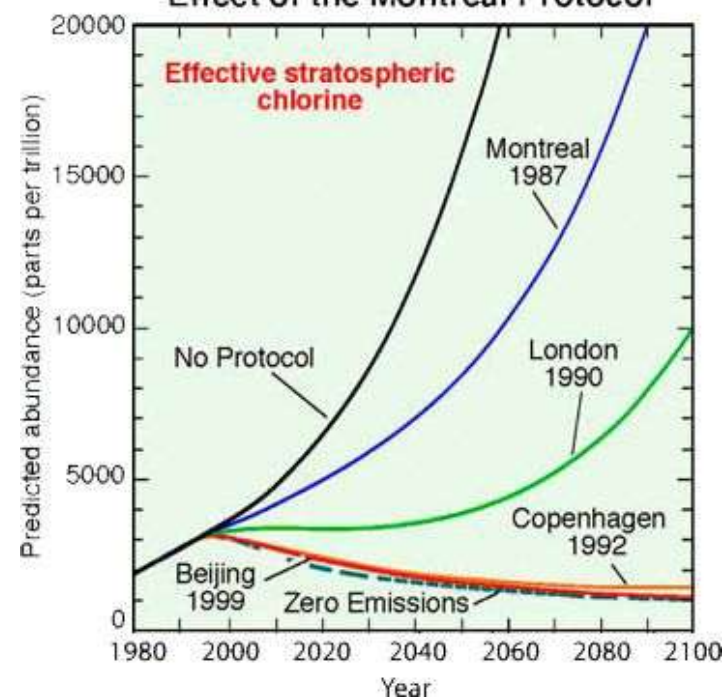
Zdroj: [Ozone Layer Depletion](#)

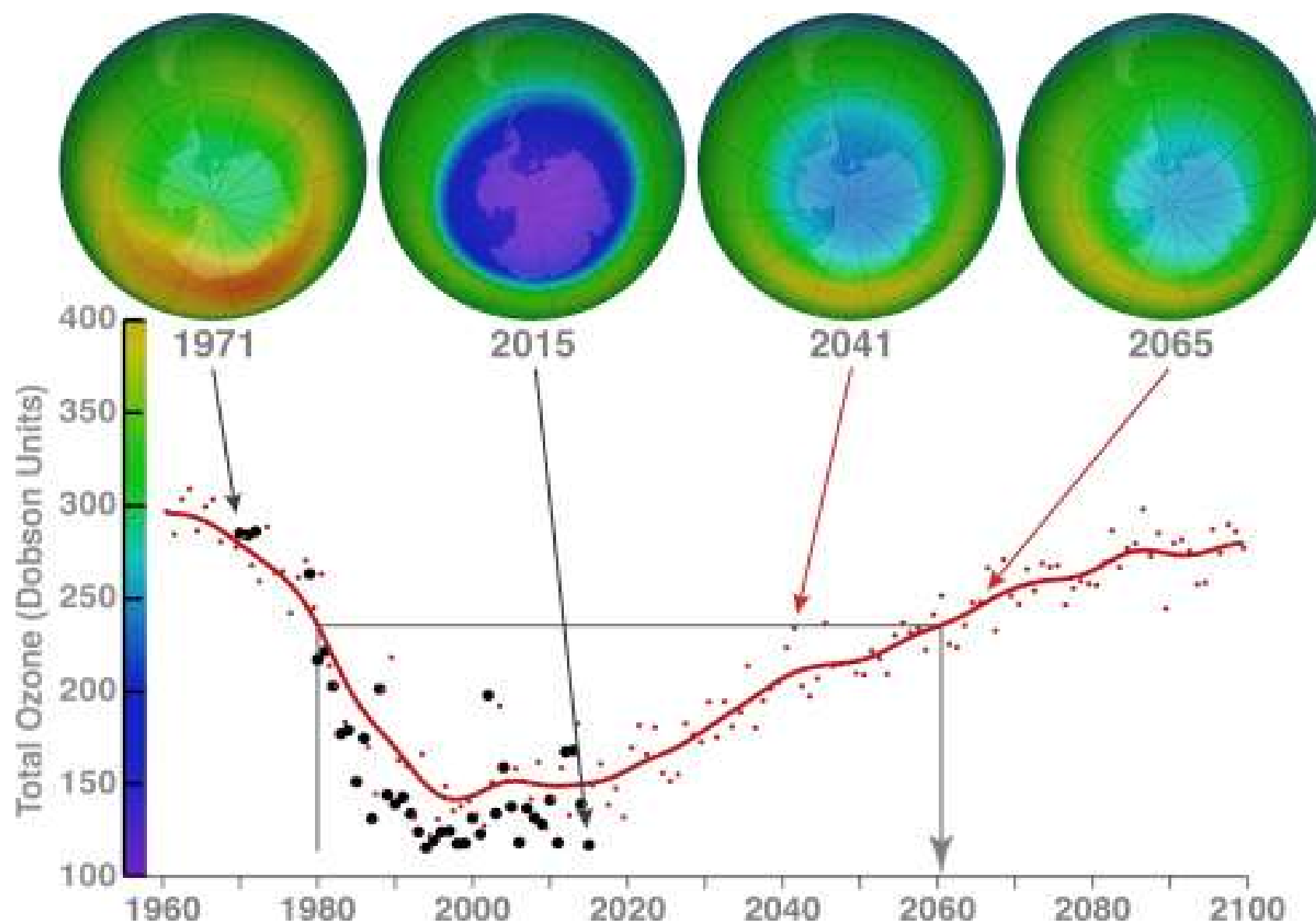


Regulace/zákaz:

→ Montrealský protokol

Effect of the Montreal Protocol





Zdroj: Paul A. Newman: The way forward for Montreal Protocol science, *Comptes Rendus Geoscience* 350 (2018) 442-447.

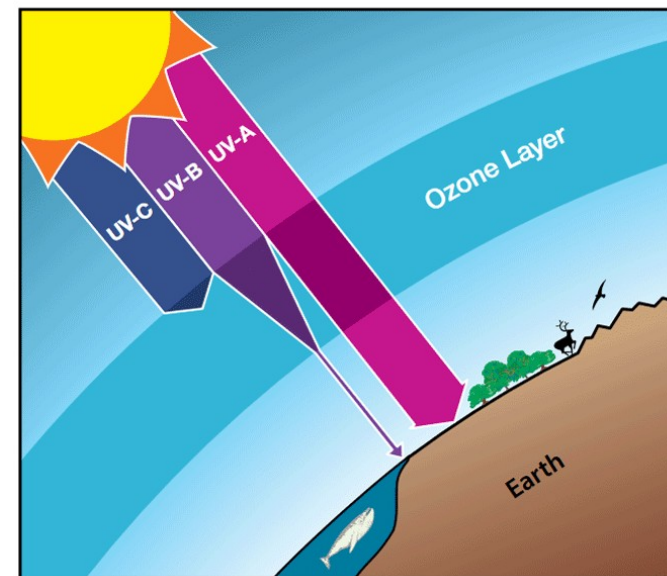
Země jako GES – autoregulační mechanismy

6) OZONOVÁ VRSTVA – poškození → důsledky?

1) *Pro lidskou populaci?*

2) *Pro přírodní ekosystémy?*

UV Protection by the Stratospheric Ozone Layer

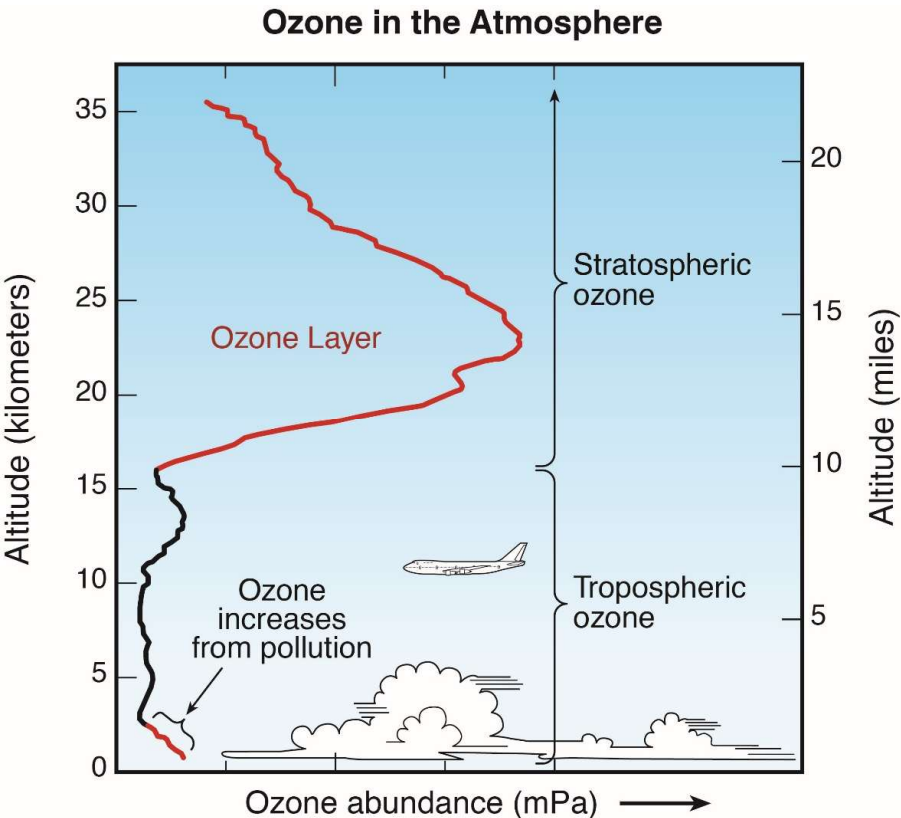


Zdroj: [EPA](#)

- ***Troposférický (přízemní)*** - narůstá
- ***Stratosférický (výškový)*** - klesá



PROBLÉM



Různé druhy ozonu?

Vertikální rozvrstvení koncentrace ozonu v atmosféře.

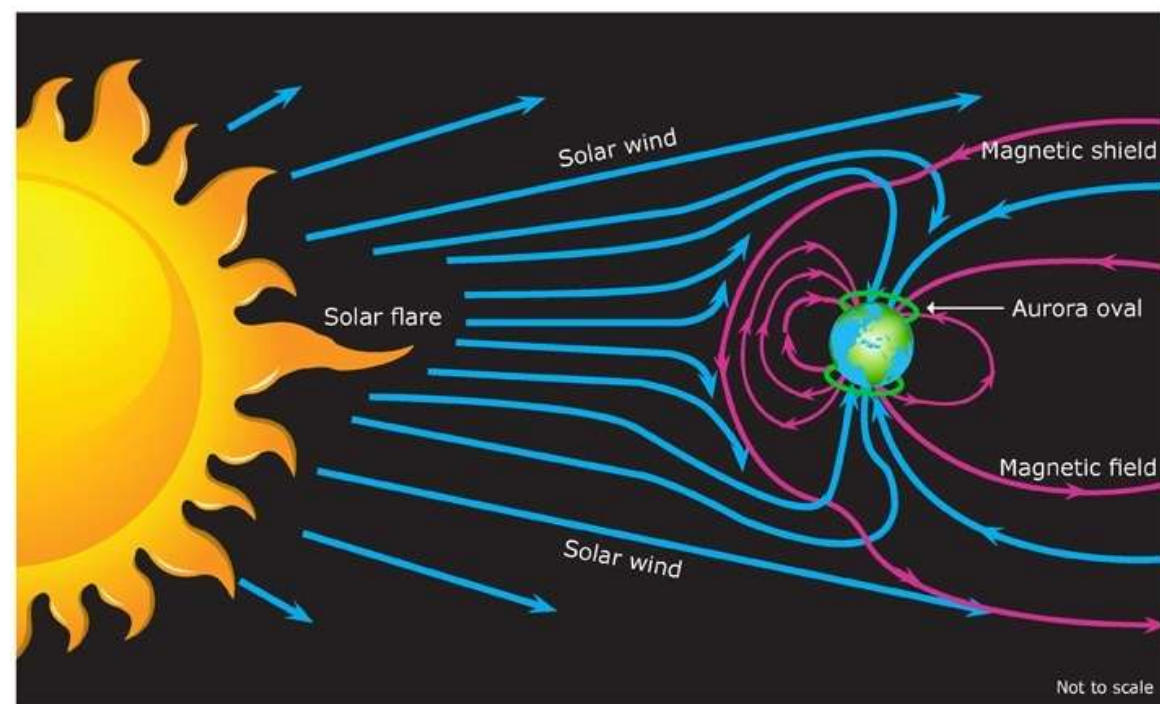
Zdroj: [Ozone layer and ultra-violet radiation | Copernicus](#)

Země jako GES – autoregulační mechanismy

6) MAGNETICKÉ POLE

Magnetosféra = oblast ve které se projevují magnetické síly tělesa

- (polo)tekuté jádro Fe-Ni → gyromagnetický efekt
- ochranný obal



Země jako GES – autoregulační mechanismy

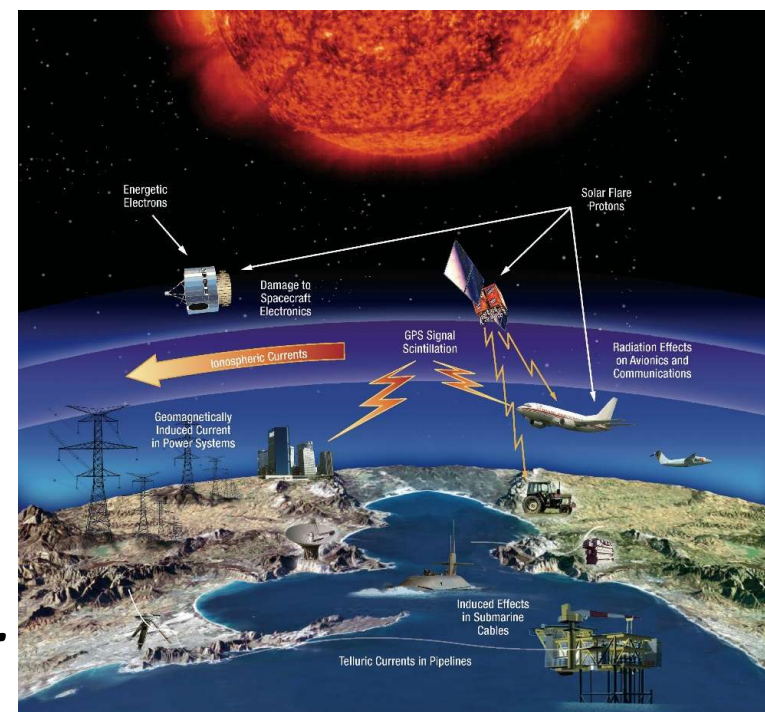
6) MAGNETICKÉ POLE

(Elektro-, geo-)magnetické bouře = náhlé rozkolísání magnetického pole

- několik hodin – dní
- silný výron energie ze Slunce
- hrozba „blackoutů“ – vznik stejnosměrných proudů

Technologie a infrastruktura ovlivněné kosmickým počasím.

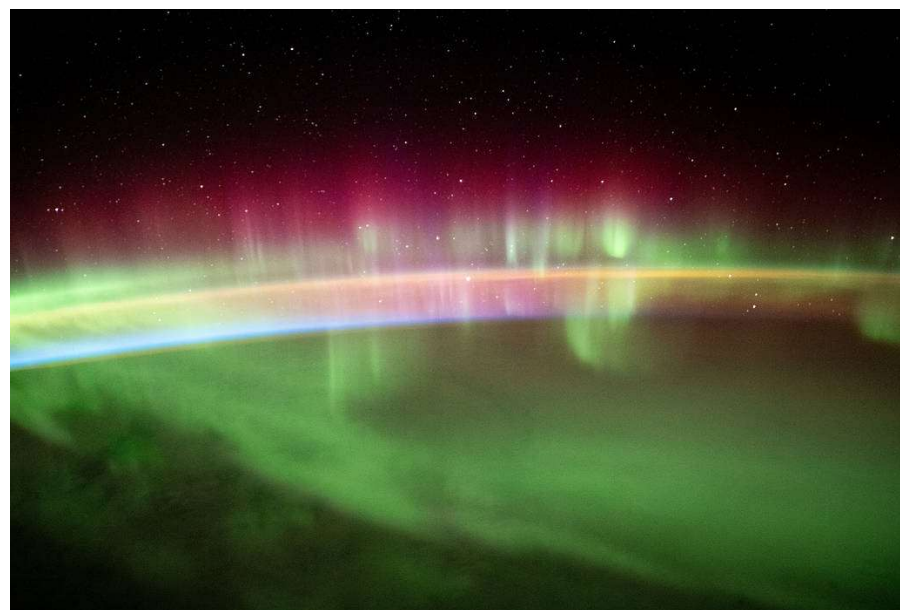
Zdroj: [How Do Space Weather Effects & Solar Storms Affect Earth?](#)



Země jako GES – autoregulační mechanismy

6) MAGNETICKÉ POLE

Polární záře (*aurora borealis (S), australis (J)*) = interakce molekul atm. a částic slunečního větru



Polární záře na Aljašce a polární záře z ISS.

Zdroje: [NASA Measuring the Pulsating Aurora](#), [Aurora Australis Lights Up the Sky](#)

Shrnutí

- znalost procesů v životním prostředí je nezbytná pro jeho ochranu
- základním energetickým zdrojem pro planetu je Slunce
- globální ekosystém je díky autoregulačním mechanismům schopen zajistit stabilní podmínky pro život
- narušení přirozených cyklů může mít zásadní dopad na celý globální ekosystém



Minerálky – prameny ČR

- pro zadanou minerální vodu/pramen zjistit následující informace:

- kde se jímá
- jaké má složení
- jaký má stupeň mineralizace
- pochází z léčivého zdroje minerální vody
- na jaké zdravotní obtíže se využívá
- jakým způsobem (koupele, pití, obklady aj.)
- má její užívání nějaká omezení a proč



*1 snímek prezentace v
powerpoint zaslat na e-mail:
lenka.janikova@uce.cz*

Aqua Maria	Magnesia	Vincentka
Bílinská kyselka	Mattoni	Vratislavická kyselka
Dobrá voda	Mlýnský pramen	Zaječická hořká
Excelsior	Poděbradka	Ondrášovka
Hanácká kyselka	Odysea	Korunní
Ida	Rudolfův pramen	Šaratica
Il-Sano		

Zdroje literatury

- V. Bencko a kol.: Zdraví a přírodní podmínky (medicína a geologie), vydavatelství Dolin, Praha 2011.
- Sunlight & Solar Heat ([NASA](#))
- Health and Environmental Effects of Ozone Layer Depletion ([EPA](#))
- The Great Pacific Garbage Patch ([The Ocean Clean Up](#))

Faktory vnějšího prostředí ovlivňující zdraví a existenci člověka – 1. část

4. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

Faktory vnějšího přírodního prostředí

- VESMÍRNÉ
- ATMOSFÉRICKÉ
- METEOROLOGICKÉ A KLIMATICKÉ
- HYDRICKÉ
- PŮDNÍ
- GEOLOGICKÉ
- IONIZUJÍCÍ A NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ



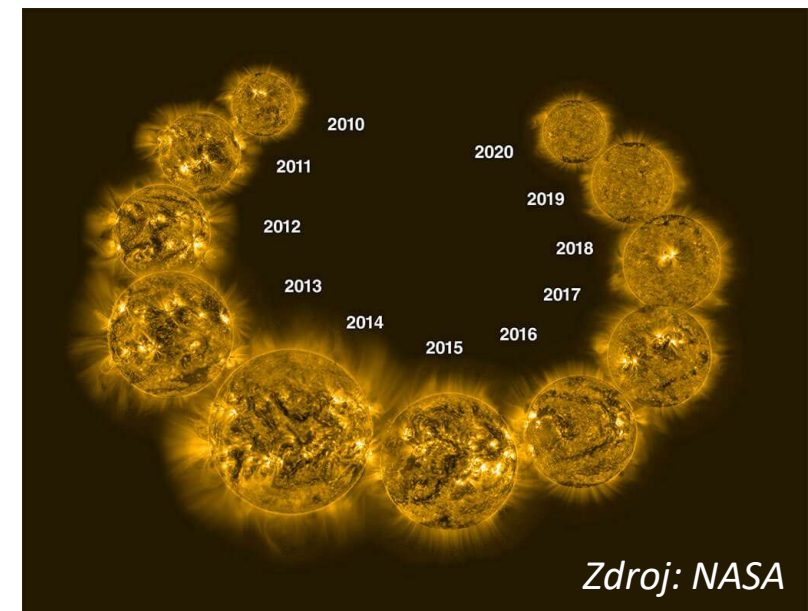
Všechny složky ŽP ovlivněné člověkem → ANTROPOGENNÍ VLIVY

Vesmírné vlivy

SLUNCE

- **Sluneční cyklus** = pravidelné změny aktivity
 - 11 let → krátkodobý
 - variace v počtu slunečních skvrn/záření/erupcí

→ *sluneční cyklus ovlivňuje klima*



Vesmírné vlivy

SLUNCE

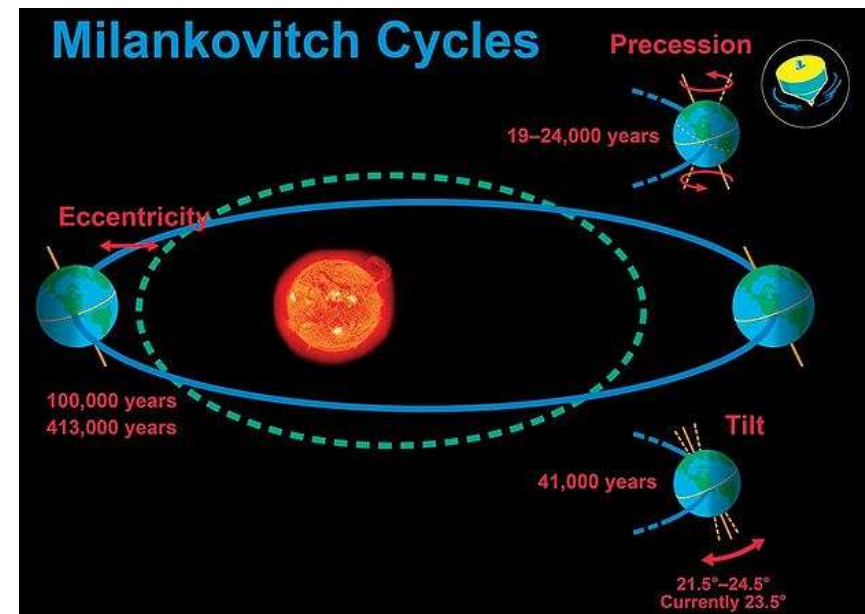
- **Milankovičovy cykly** - dlouhodobé
 - změny v distribuci záření v důsledku 3 jevů:
 - I. **Excentricity**: variace v tvaru oběžné dráhy Země
 - II. **Precese**: „Kolébání“ zemské osy ovlivňují slapové jevy Slunce a Měsíce
 - III. **Inklinace (41 000 let)**: Změny v náklonu osy Země

DALŠÍ VESMÍRNÉ VLIVY

- dopady vesmírných těles
- kosmické záření

→ významné z dlouhodobého hlediska

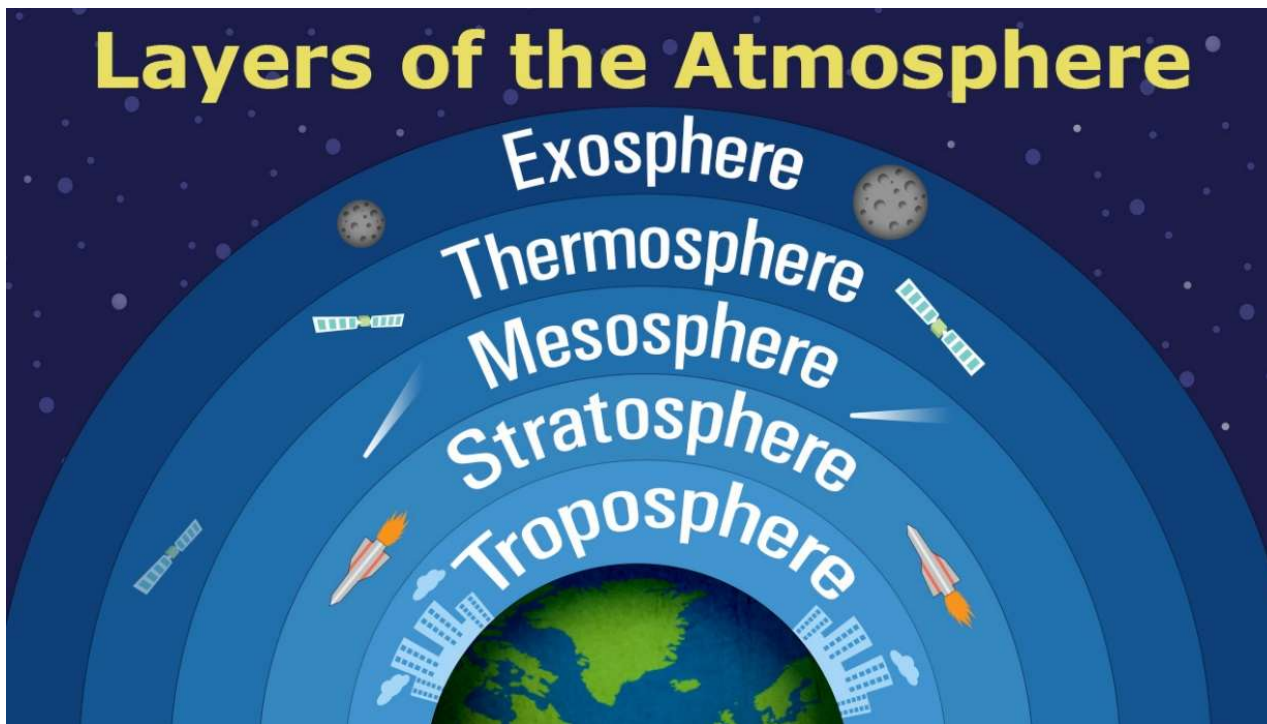
→ a/nebo lokální působení



Zdroj: [Universe today](#)

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – členění dle průběhu nadmořské výšky s T



Vertikální členění atmosféry.

Zdroj: sciencestruck.com/atmosphere-layers-in-order

TROPOSFÉRA (do 18 km)

STRATOSFÉRA (do 50 km)

MEZOSFÉRA (do 80 km)

TERMOSFÉRA (do 600 km)

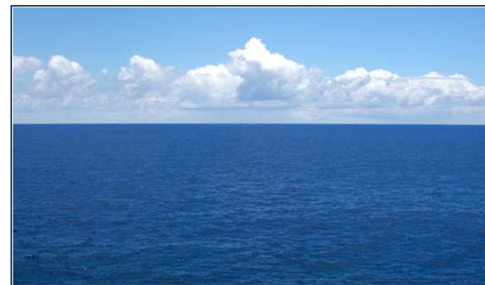
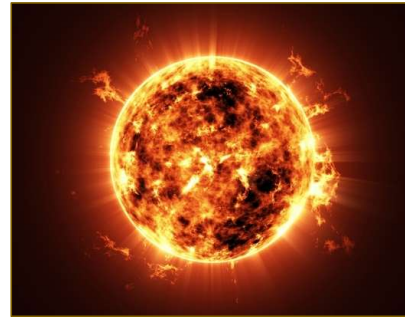
EXOSFÉRA (nad 600 km)

Hranice mezi vrstvami – **tropopauza**, **stratopauza**, **mezopauza** a **termopauza**.

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – složení atmosféry na průsečíku procesů z:

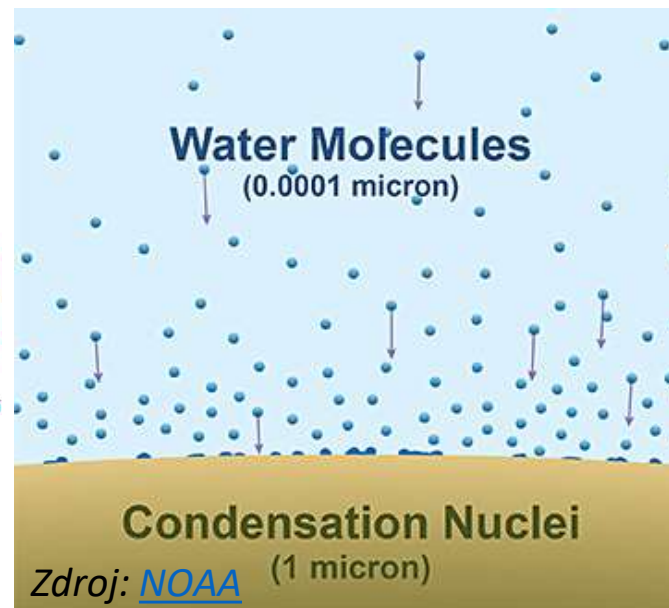
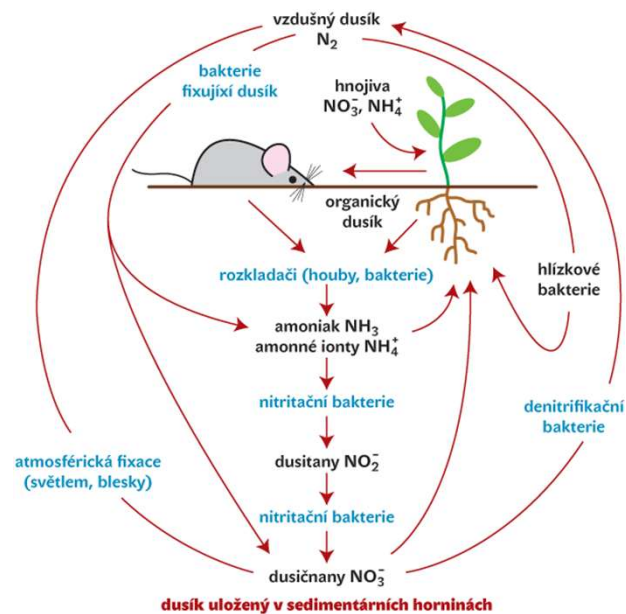
1. *vesmírných sil*
2. *vnitřních sil Země*
3. *horninového složení*
4. *hydrologického cyklu*
5. *biosféry*
6. *antropogenních čin.*



Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – role jednotlivých složek v ŽP

1. *Plynné složky – N_2 , O_2 , Ar, H_2 , He, CO_2*
2. *Voda – (g), (l), (s)*
3. *Pevné částice*

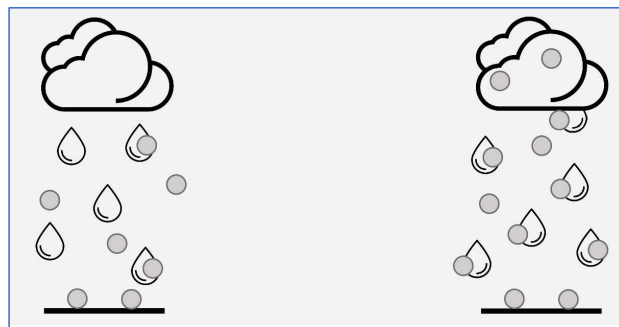


Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – suchá a mokrá depozice

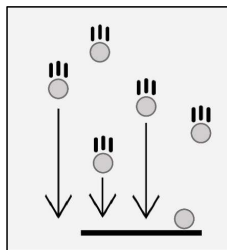
1. MOKRÁ ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE

- atmosférické srážky: vertikální nebo horizontální
- nárazově



2. SUCHÁ ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE

- sedimentace pevných částic
- difuze plynů



Zdroj: infoviz.cz

Roční depozice (suchá a mokrá) vybraných látek na plochu České republiky [t]



Jak ukazují grafy 20letého vývoje výše, depozice látek v České republice dlouhodobě klesá.

Zdroj dat: Český hydrometeorologický ústav



A high-altitude mountain landscape, likely in the Himalayas. In the background, several jagged, snow-capped mountain peaks rise against a clear blue sky. The middle ground shows a valley with a turquoise lake, surrounded by brown, rocky slopes. In the foreground, a rocky ridge is visible, with a string of colorful prayer flags (red, yellow, green, blue, white) draped across it. The overall scene is one of a remote, high-altitude environment.

Něco k zamyšlení a k diskuzi

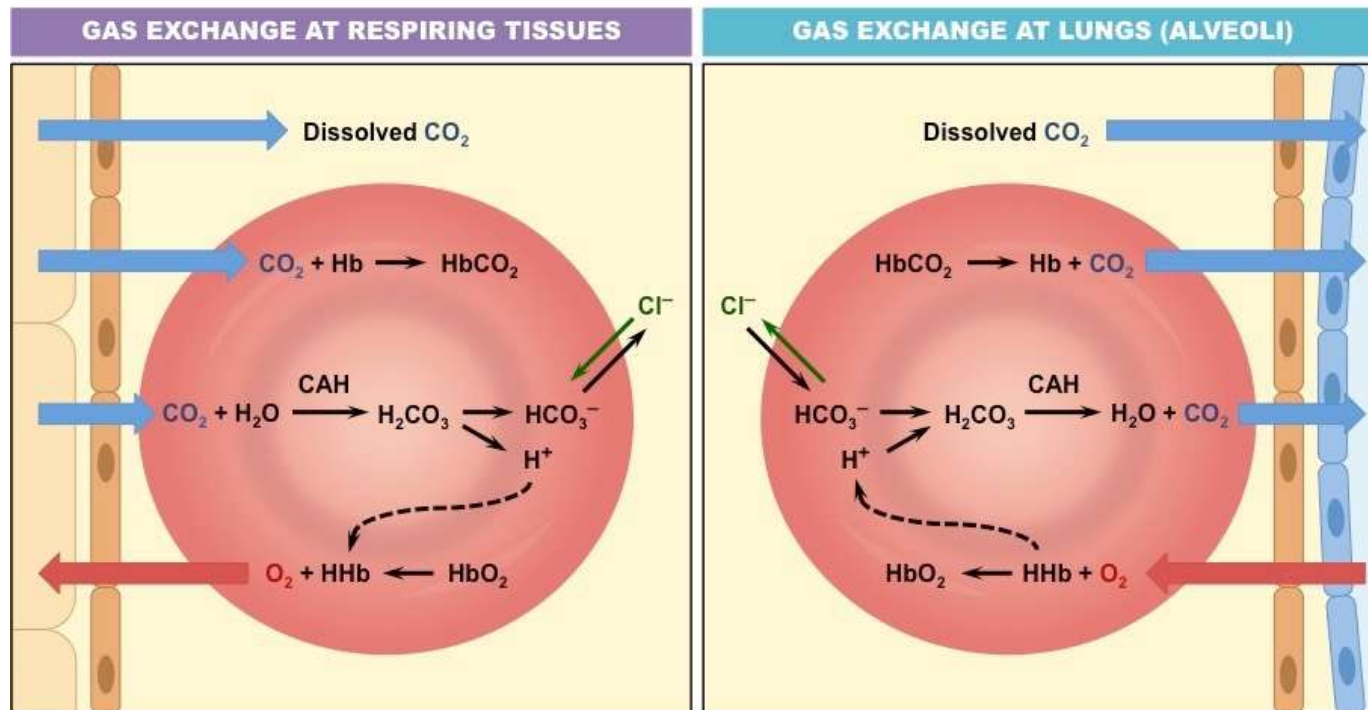
Proč může pobyt ve vysokohorském prostředí (nad 2500 m n. m.) vyvolat zdravotní komplikace? Jaké? Lze se na tyto podmínky nějak připravit?

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

1. Plynné složky – O_2 , CO_2

- **rovnováha mezi O_2 a CO_2** – jak v ŽP tak v organismu



- přenos O_2 souvisí s CO_2 v krvi
- CO_2 udržuje pH krve

Zdroj: [Carbon Dioxide Transport](#)

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

1. Plynné složky – O_2

- **prostředí s nižším obsahem O_2 (nad 2500 m n. m.):**

→ adaptace dlouhodobě se vyskytujících populací

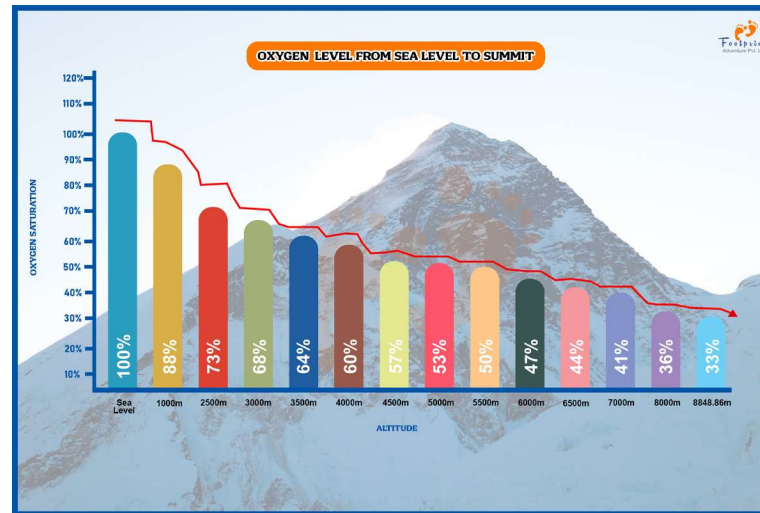
→ reakce – akutní horská nemoc



Nejvýše položená lokalita trvale osídlená lidskou populací - 5200 m n. m. (La Riconada, Peru, Andy)

Specifické podmínky:

- nízký obsah O_2
- nízké teploty
- ↑ expozice UV záření
- ↓ vlhkost vzduchu
- zemědělství - výživa



Zdroj: [Altitude Sickness](#)

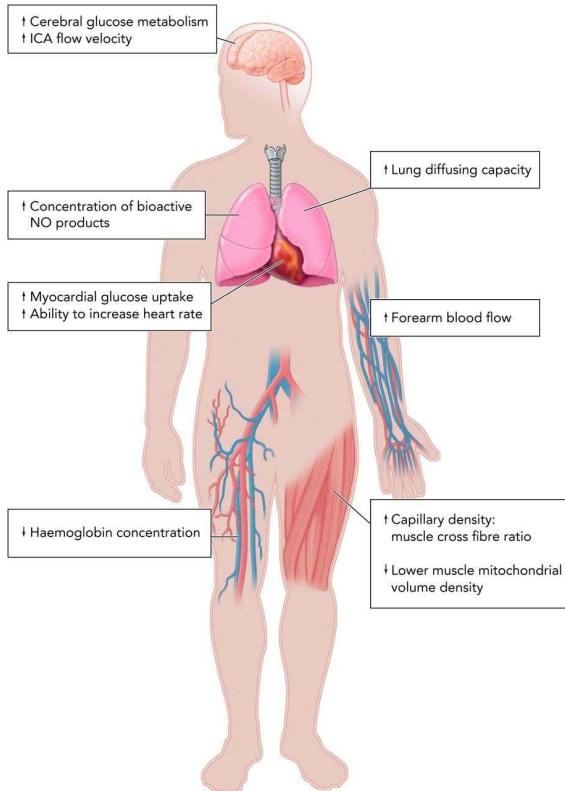
Atmosférické vlivy



ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

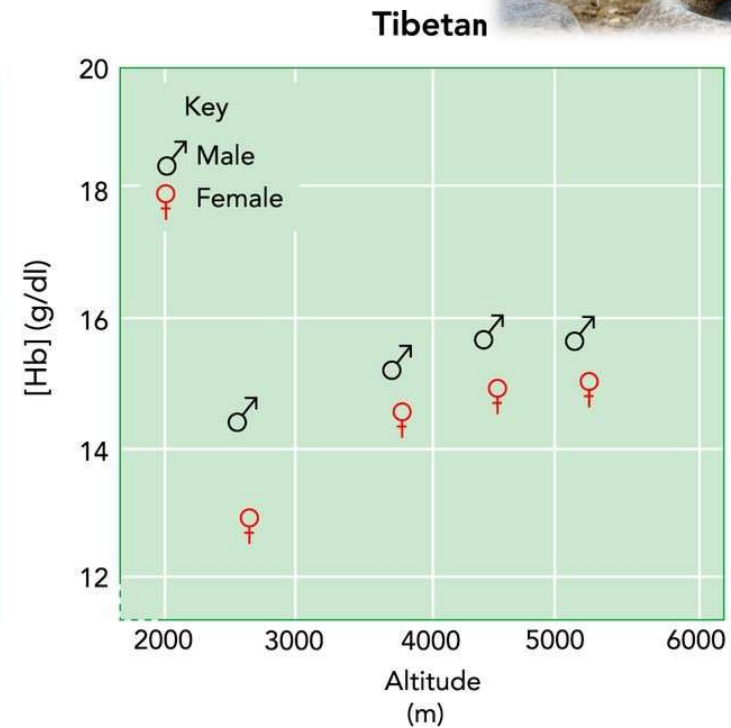
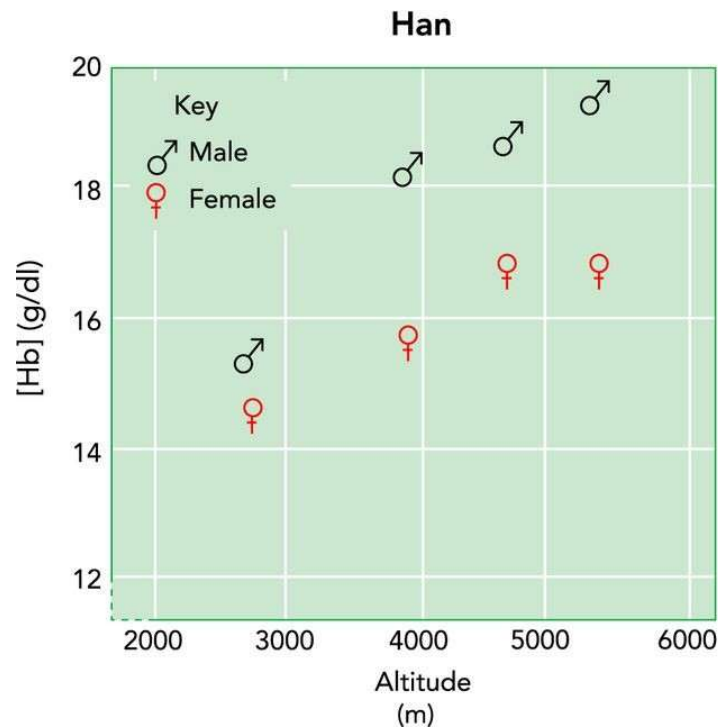
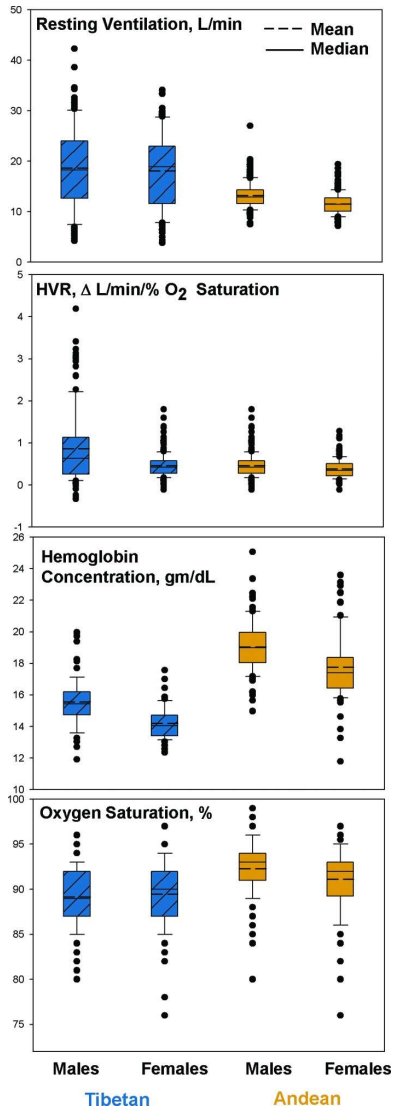
1. Plynné složky – O_2

• *prostředí s nižším obsahem O_2 (nad 2500 m n. m.)* → adaptace populací



- Populace And (Peru), Tibetu (Šerpové) a Etiopie (náhorní plošina)
- Osídlení území před cca 10 - 25 000 lety
- **Fyziologické adaptace**
- **Morfologické adaptace**
- **Genetické adaptace**

Klíčové fyziologické rozdíly mezi Šerpy/Tibeťany a obyvateli nížin



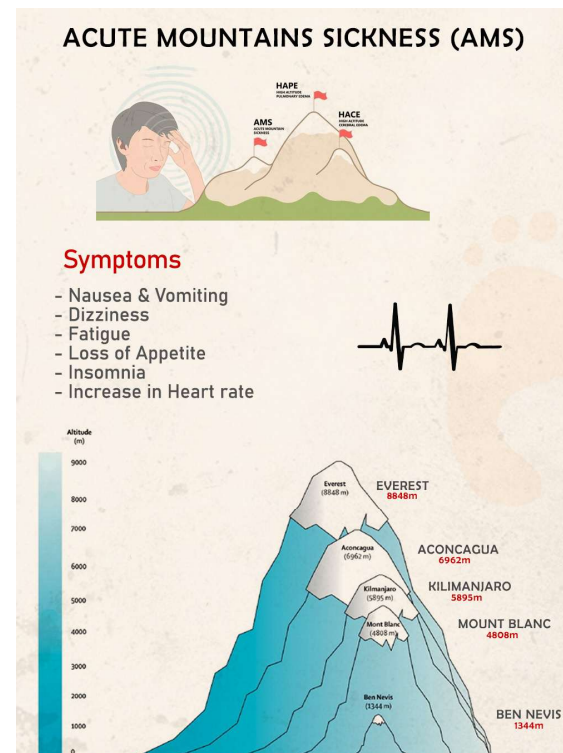
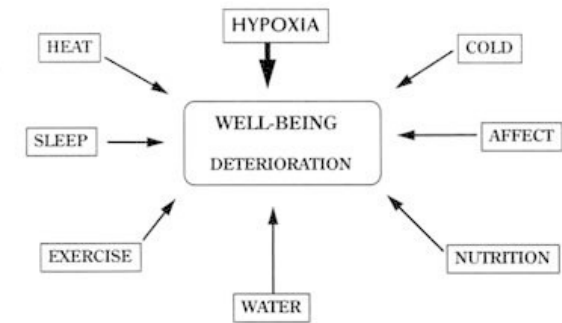
Zdroje: Gilbert-Kawai, E. T., a kol.: *King of the Mountains: Tibetan and Sherpa Physiological Adaptations for Life at High Altitude*. *Physiology*, 29 (2014); [Sherpas: how the highest mountain people live](#); Beall C.M.: Two routes to functional adaptation: Tibetan and Andean high-altitude natives. *Proc Natl Acad Sci U S A* 104 (2007).

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

1. Plynné složky – O_2

- *prostředí s nižším obsahem O_2 (nad 2500 m n. m.)* → reakce – akutní horská nemoc → riziko otoku plic (HACE) či mozku (HAPE)



HACE

High Altitude Cerebral Edema

- Hallucination
- Loss of consciousness
- Fever
- Photophobia
- Confusion
- Inability to walk



HAPE

High Altitude Pulmonary Edema

- Dry cough
- Nasal bleeding
- Shortness of breath
- Chest tightness
- Congestion
- Fainting
- Swelling



Zdroj: [Altitude Sickness](#)

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

1. Plynné složky – O_2

- *prostředí s nižším obsahem O_2 (nad 2500 m n. m.)* → reakce – akutní horská nemoc: hyperventilace, zvýšení tepové frekvence, pokles výkonnosti → postupná **aklimatizace**

Obecná pravidla aklimatizace

- ✓ vystupovat po etapách
- ✓ vždy přespat v nižší než dosažené výšce
- ✓ na každých 500 m překonané výšky 2 noci ve stejné výšce
- ✓ v průběhu 1 týdne nepřespávat v táboře výše než o 1000 m
- ✓ spát s mírně vyvýšenou horní polovinou těla
- ✓ průběh aklimatizace neurychlí žádný lék.

Death zone

The oxygen level at this altitude is extremely low so your body cells do not have oxygen to build new tissue . Your body continually struggles until death .

Extreme Altitude / Above 5000M

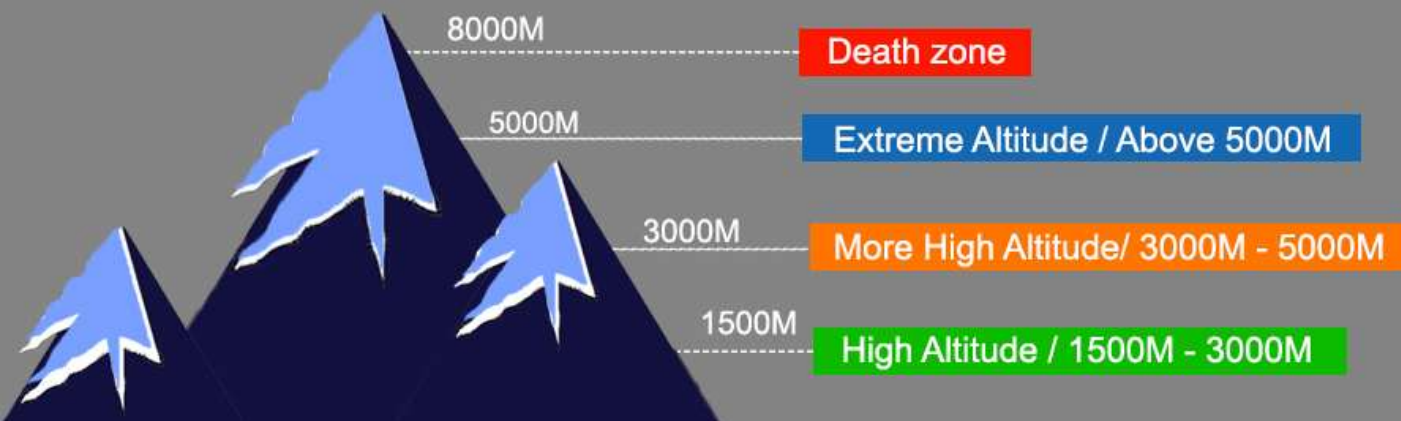
Most people will experience blackout at this altitude if not properly acclimatized .

More High Altitude/ 3000M - 5000M

Fatigue , Headaches , Bad sensations and other indications will usually begin to manifest from around 2500m and so on .

High Altitude / 1500M - 3000M

This is where mountain sickness begins to rise in some individuals . It normally begins with headaches and alters night vision .



Před výstupem je nutná důkladná příprava – fyzická, zdravotní, psychická, technická



10/2024 - Adriana Brownlee jako nejmladší žena (23 let), která zdolala všech 14 osmitisícových vrcholů

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

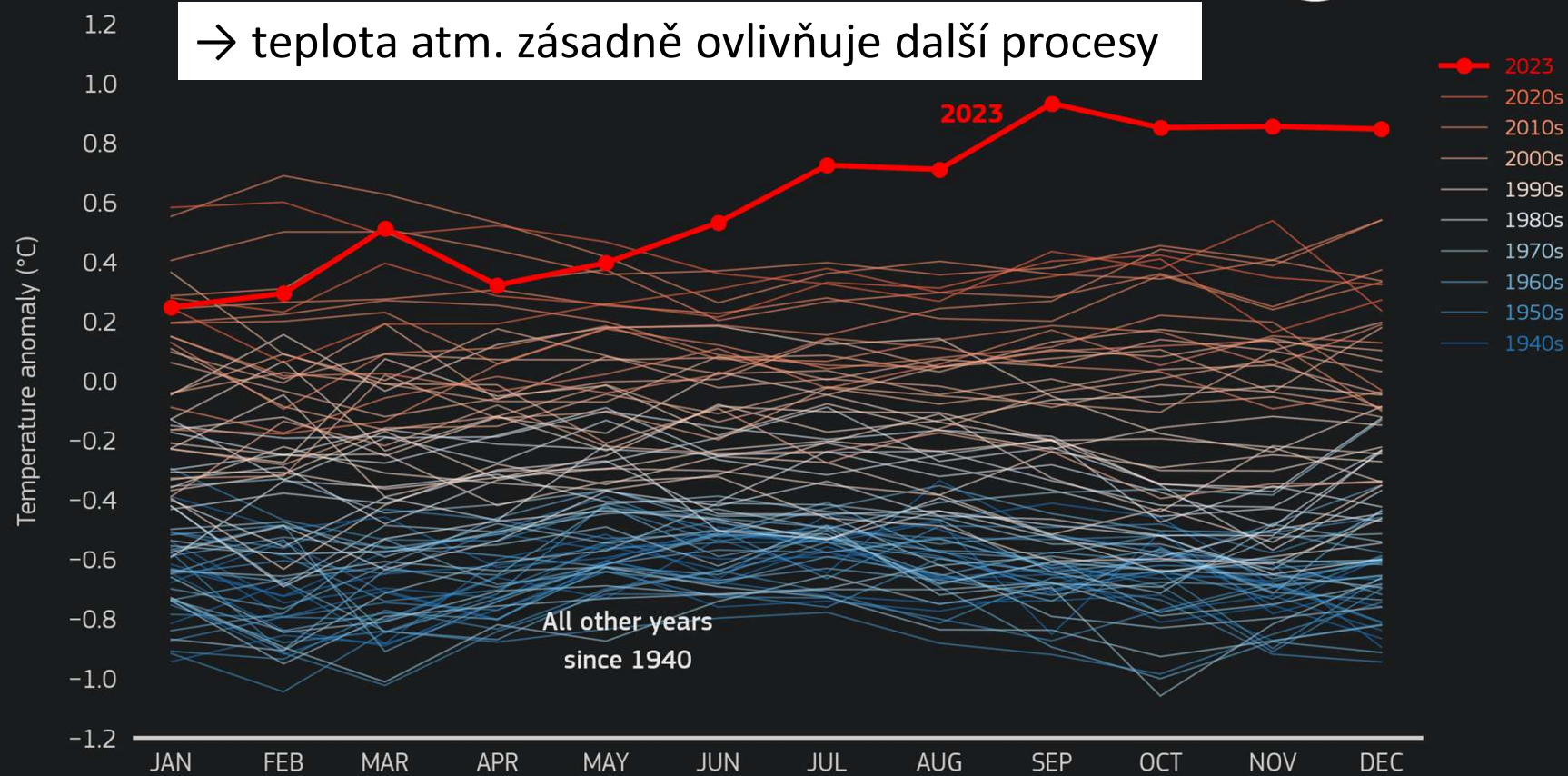
2. Voda – (g), (l), (s)

- obsah vody v prostředí ovlivňuje:
 - vlhkost vzduchu
 - počasí/podnebí → *bioklimatologie*
 - čistotu/kvalitu atmosféry → *environmentalistika*
 - množství (prospívající) vegetace
- sucho
 - množství požárů
 - povodně



GLOBAL SURFACE AIR TEMPERATURE ANOMALIES

Data: ERA5 1940–2023 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



- **2023** nejteplejší rok v historii, téměř 1,5 °C nad předindustriální úrovní

Atmosférické vlivy

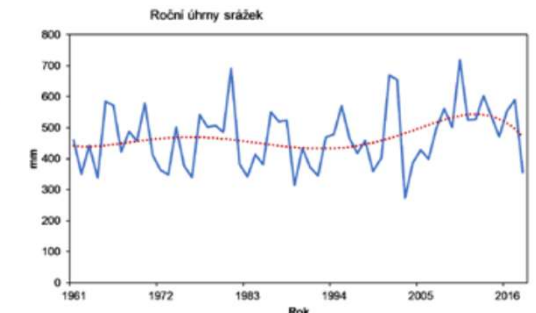
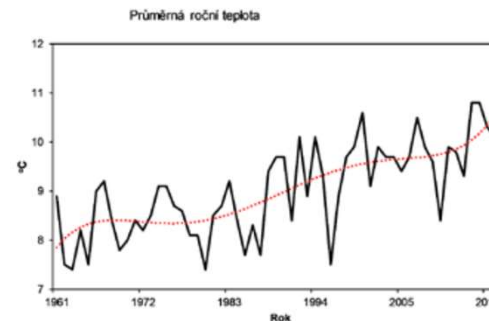
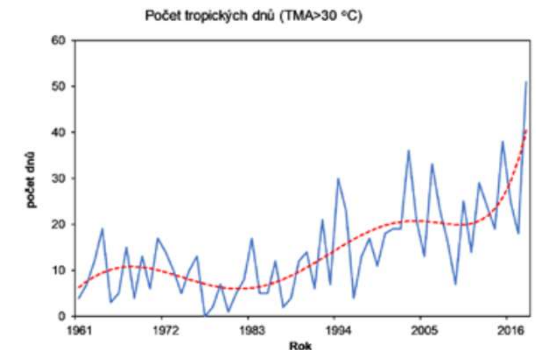
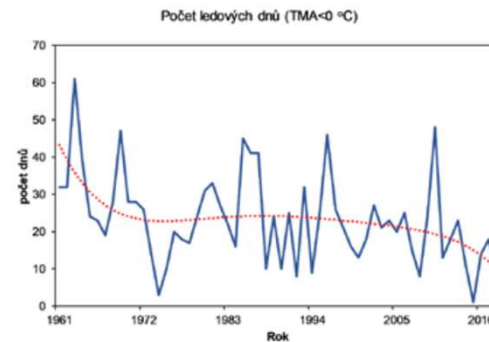
ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

2. Voda – (g), (l), (s)

→ **Sucho:**

1. Meteorologické
2. Zemědělské
3. Hydrologické
4. Socioekonomické

*Je to jenom o vodě resp. teplotě atmosféry?
Jaké další souvislosti vnímáte v kontextu
sucha?*



**Klimatické trendy - vývoj teplot a srážek
1961-2018.**

Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

2. Voda – (g), (l), (s)

→ ***Sucho a jeho dopady na lidské zdraví:***

- nedostatek pitné vody a potravin
 - zvýšení teplot vzduchu
 - nedostatek vody ve vodních tocích
 - častější požáry vegetace
 - více PM ve vzduchu
- adaptace krajiny a plodin
 - šetrné využívání vodních zdrojů
 - ochrana půdního fondu
 - ochrana před požáry („nárazníkové zóny“)

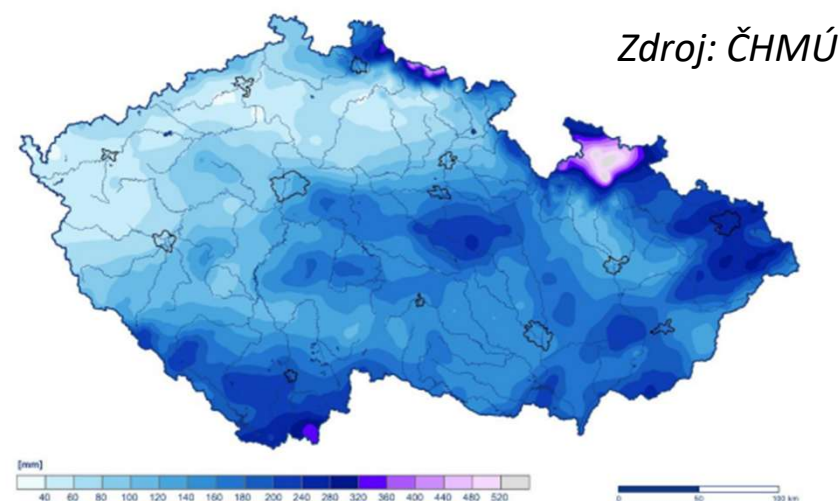
Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

2. Voda – (g), (l), (s)

→ **Povodně** = přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody (vodní zákon č. 254/2001 sb.)

1. z tání sněhu
2. ledové
3. dešťové
4. přívalové („bleskové“)



Obr. 3 Celkový úhrn srážek na území ČR za období 11.–16. 9. 2024.

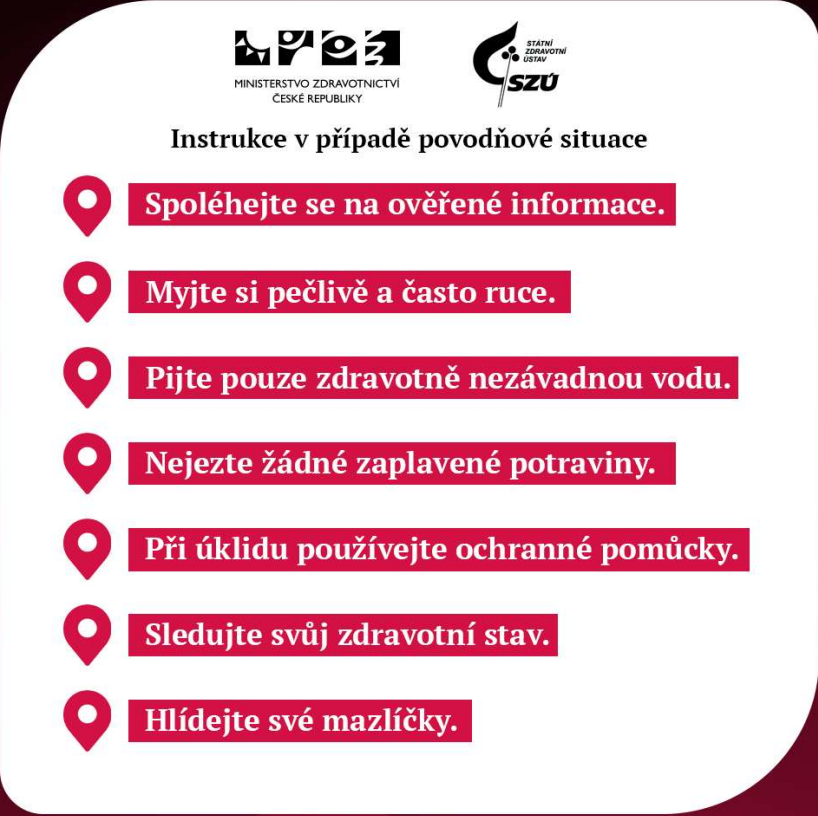
Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

2. Voda – (g), (l), (s)

→ ***Povodně a dopady na lidské zdraví:***

1. akutní ohrožení života
2. šíření infekčních onemocnění
3. plísně v budovách
4. dopad na psychiku
5. respirační onemocnění
6. nedostatek pitné vody



 
MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

Instrukce v případě povodňové situace

- **Spolehejte se na ověřené informace.**
- **Myjte si pečlivě a často ruce.**
- **Pijte pouze zdravotně nezávadnou vodu.**
- **Nejezte žádné zaplavené potraviny.**
- **Při úklidu používejte ochranné pomůcky.**
- **Sledujte svůj zdravotní stav.**
- **Hlídejte své mazlíčky.**

Další info k ochraně zdraví při povodních naleznete na <https://szu.cz/> a X účtu [@hygiena_cz](#)

→ *Povodně a dopady na lidské zdraví: šíření infekčních onemocnění*

Flooding Health Risks

Symptoms

Incubation Period

Treatment

Water-borne Diseases

Typhoid Fever

sustained fever, headache, constipation

3-14 days

ampicillin, trimethoprim-sulfamethoxazole

Cholera

profuse watery diarrhea, vomiting

2 hrs-5 days

rehydration therapy, antimicrobials

Leptospirosis

sudden onset fever, headache, chills

2-28 days

penicillin, amoxicillin, doxycycline

Vector-borne Diseases

Malaria

fever, chills, sweats, head and body aches, nausea

7-30 days

chloroquine, sulfadoxine-pyrimethamine

Dengue

high fever, severe headache, pain behind eyes

4-7 days

intensive care and support

Yellow Fever

fever, backache, nausea, vomiting, abdominal pain

3-5 days

intensive care and support

Source: American Journal of Clinical Medicine

Potvrzené případy leptospirózy a směr šíření povodní v roce 2023 (Řecko). Zdroj: I. Poulakida a kol.: [Leptospirosis Incidence Post-Flooding Following Storm Daniel: The First Case Series in Greece](#) Infect. Dis. Rep. 16(2024)

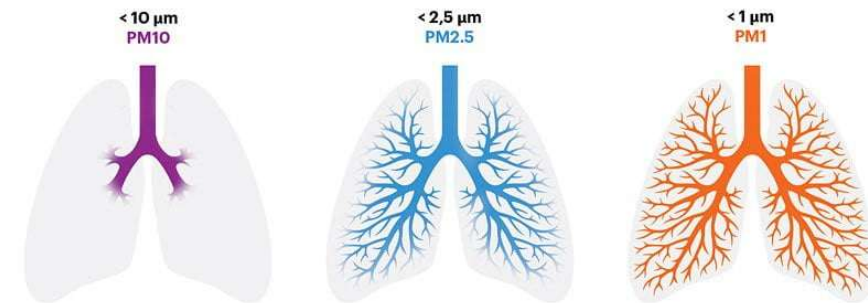
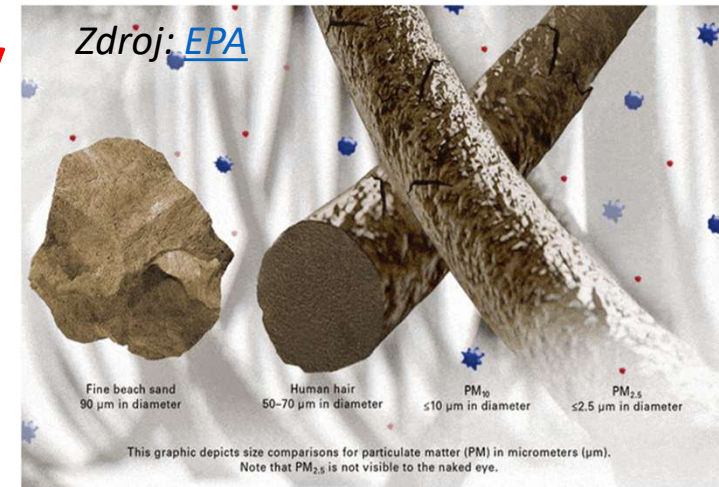
Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

3. Pevné částice

- přírodního původu:
 - písek
 - zrnka soli
 - **produkty požárů, sopek**
 - pyl
 - mikroorganismy

Písečná bouře – Libye a sopečná erupce – Island. Zdroje: iRozhlas.cz; earth.com



Atmosférické vlivy

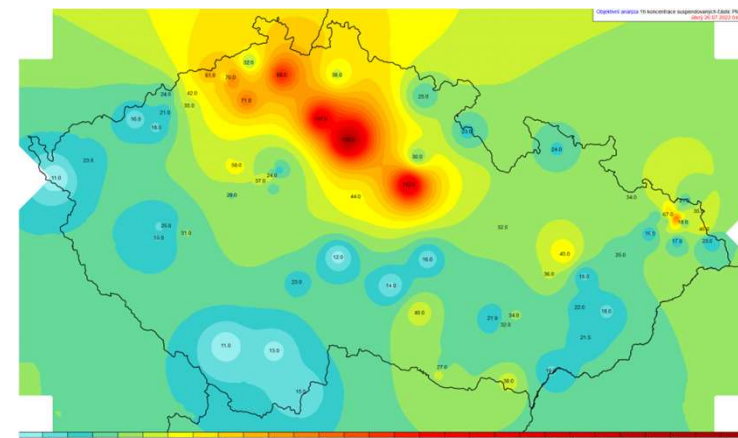
ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví člověka

3. Pevné částice

→ Požáry:

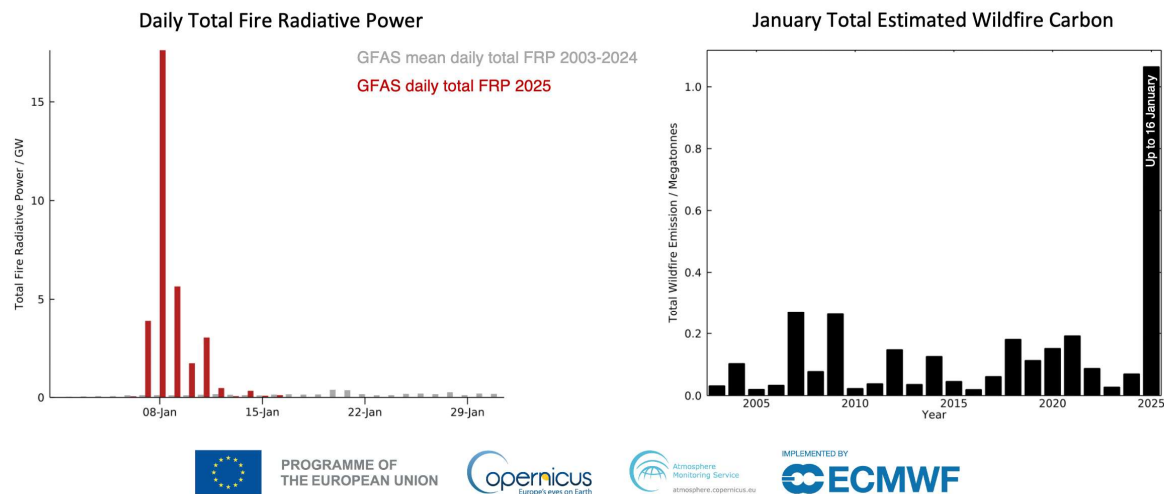
- častější velkoplošné – urbanizovaná ŽP i lesy
- *příčiny*: obvykle kombinace více faktorů
 - hydroklimatické výkyvy
 - silné větry
 - teplota prostředí
 - lidské faktory
 - chybějící „nárazníkové zóny“

Množství PM10 v atmosféře při požáru Českého Švýcarska 7/2022.



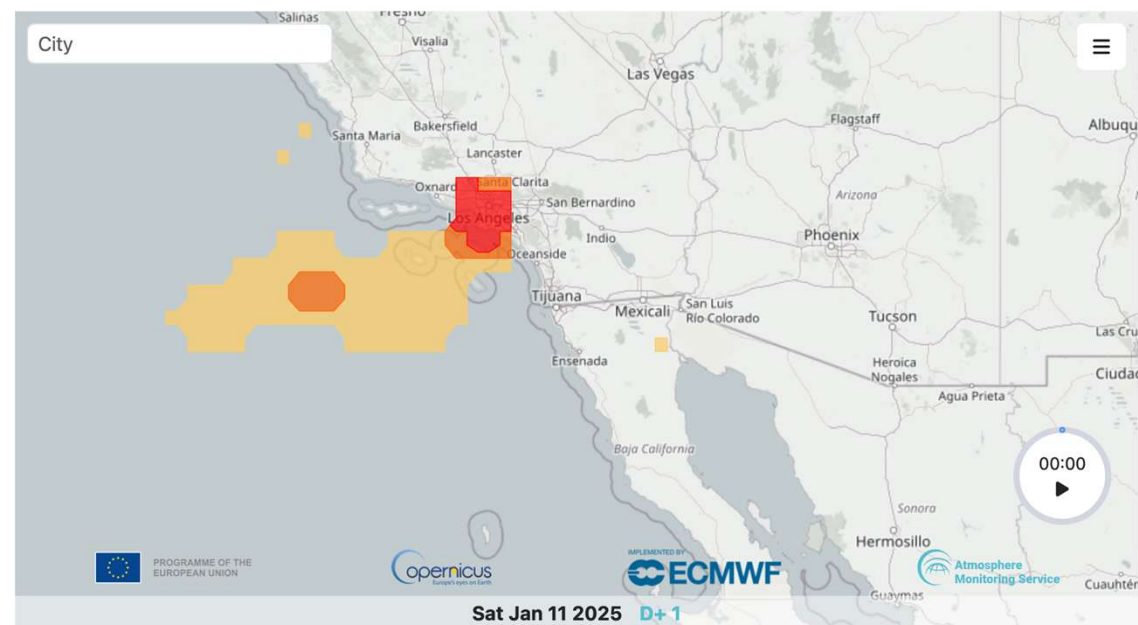
Zdroje: [in-počasí](#); [Armáda ČR](#)

CAMS GFASv1.2 data for California



Údaje ze služby Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS) – denní radiační výkon, emise uhlíku a aerosol pro povrchové $PM_{2,5}$ v oblasti jižní Kalifornie.

Zdroj: [Los Angeles wildfires and air quality impact](#)



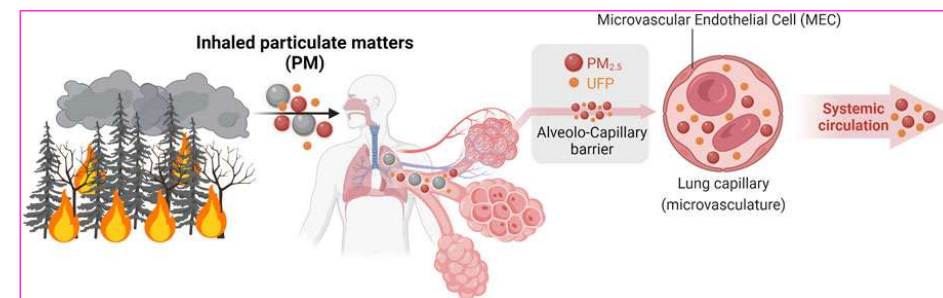
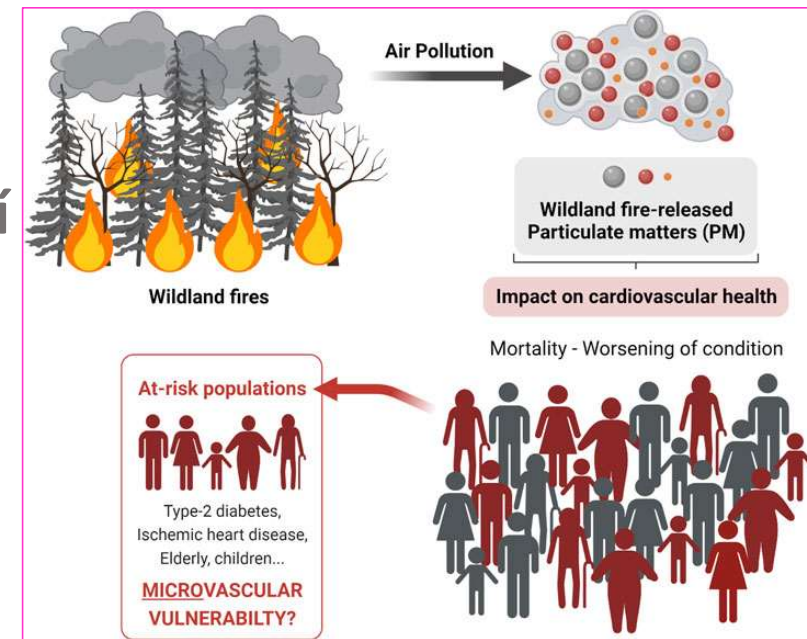
Atmosférické vlivy

ATMOSFÉRA – vliv jednotlivých složek na zdraví

3. Pevné částice

→ Požáry a jejich dopady na lidské zdraví:

1. Respirační systém
2. Kardiovaskulární systém
3. Psychika
4. Zvýšení rizika závažných onemocnění
5. Zhoršení chronických onemocnění
6. Nejvíce ovlivněné zranitelné osoby
7. Kontaminace vody a půdy



Zdroj: N. Naserinejad a kol.: [Wildland fire, air pollution and cardiovascular health: is it time to focus on the microvasculature as a risk assessment tool?](#)
Front. Physiol. 14 (2023)

Něco k zamyšlení a k diskuzi

- Vnímáte na svém zdraví/fyziologických projevech změny počasí?

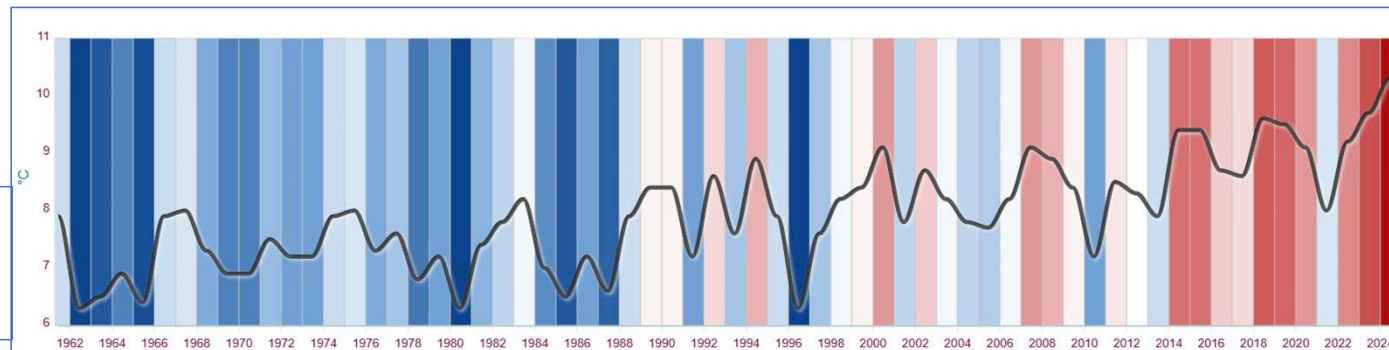


Klimatické vlivy

KLIMA (PODNEBÍ)

- **BIOKLIMATOLOGIE** – zkoumá vlivy podnebí na živé organismy
 - Fytobioklimatologie
 - Zoobioklimatologie
- **Humánní bioklimatologie** – studuje, např.:
 - aklimatizaci
 - vliv klimatu na zdravotní stav
 - rizika klimatických extrémů
 - dopady klimatických změn

*Průměrná roční teplota vzduchu
v ČR 1961-2024. Zdroj: envidata.cz*



Meteorologické vlivy

POČASÍ

BIOMETEOROLOGIE – zkoumá vlivy počasí na živé organismy

→ **Humánní biometeorologie**

- vliv okamžitých stavů atmosféry
- spadá pod bioklimatologii
- **meteorosensitivní lidé**
- **meteotropní choroby**
- **extrémní změny počasí**

→→→ *kombinace meteorologických jevů a znečištění – problém!*



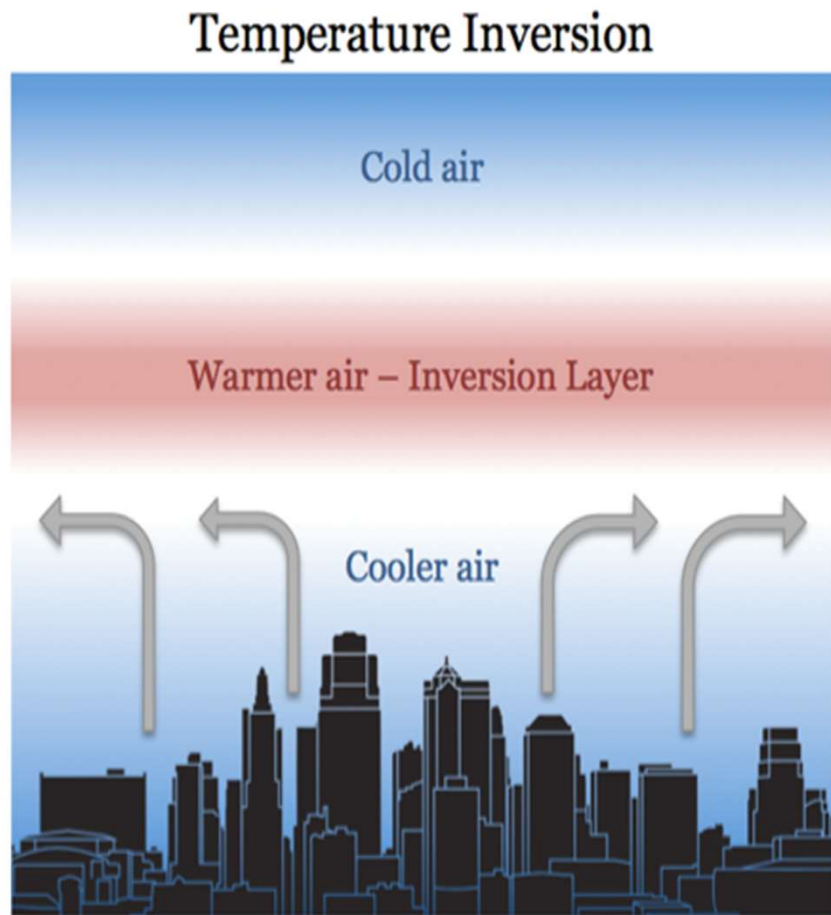
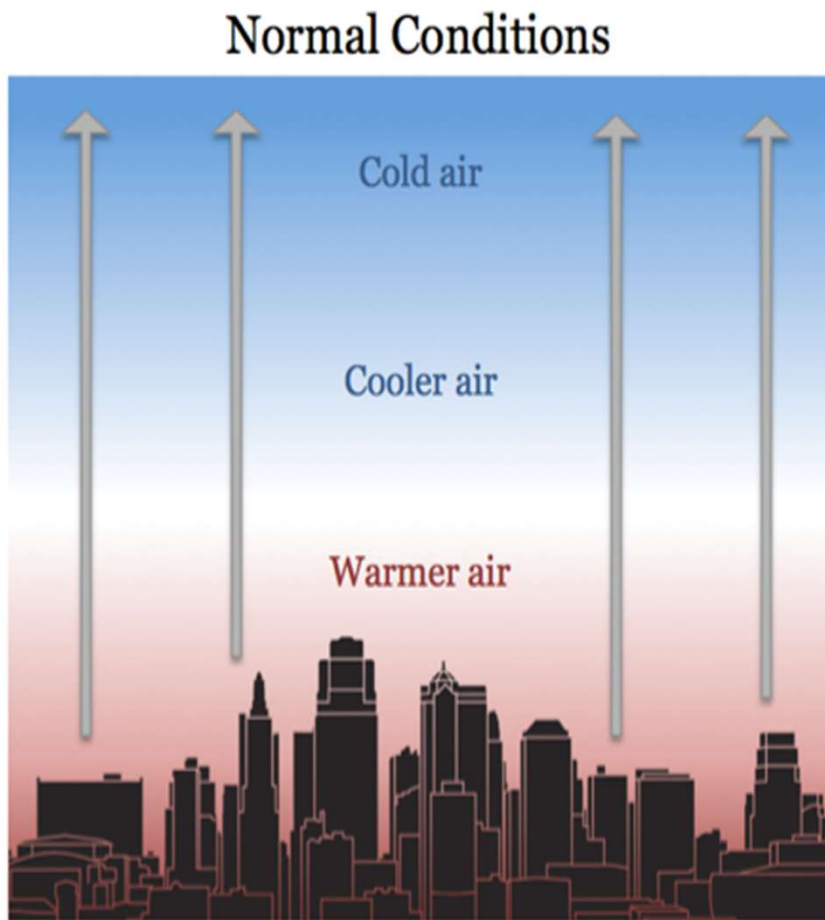
Zdroj: [Meteopress](#)

- *Co je to za meteorologický jev?*
- *Jaké doprovází problémy v urbánních aglomeracích?*



Meteorologické vlivy

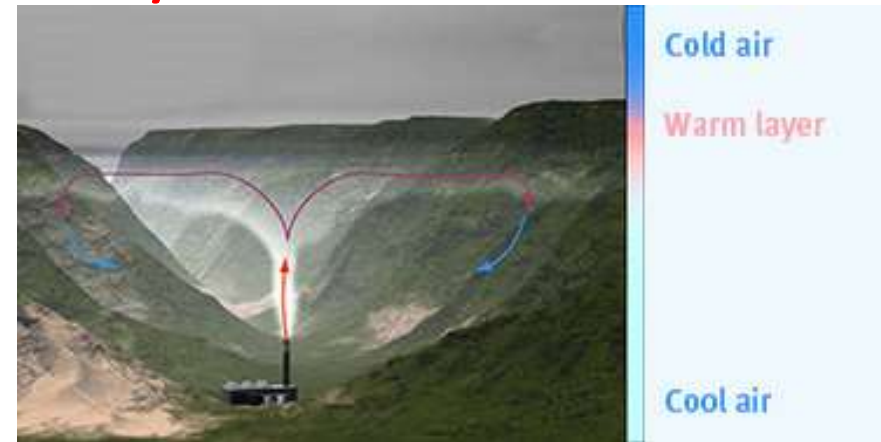
POČASÍ - teplotní inverze



Meteorologické vlivy

POČASÍ - teplotní inverze

- nejčastěji tzv. **radiační přízemní inverze**
- teplota roste s výškou
- nejstabilnější typ atmosféry
- potlačení promíchávání vzduchových hmot → **ZIMNÍ SMOG** (přednáška 7)



Velký londýnský smog – 1952.

Zdroj: [Britannica](#)



Meteorologické vlivy

POČASÍ – biometeorologická předpověď

- specifický druh předpovědi využívající matematické modelování
- **predikce vlivu meteorologických podmínek na lidské zdraví, pohodu a výkon**
- **zohledňuje:**
 - teplotu vč. možnosti vzniku teplotní inverze
 - vlhkost
 - atm. tlak
 - znečištění
 - UV index
- doporučení pro dané podmínky
- obvykle stupnice 1-3
- praktické využití – preventivní opatření, volba činností apod.

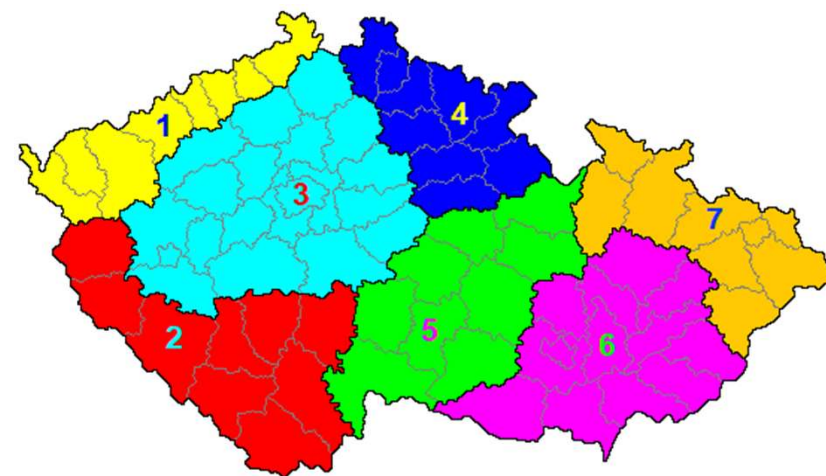


Meteorologické vlivy

POČASÍ – biometeorologická předpověď

ČHMÚ – [biometeorologická předpověď](#)

- **základ v 70. letech** – součinnost ČS bioklimatické společnosti, lékařů a Výzkumným ústavem balneologickým
- **postupné zpřesňování** modelu na menších územích (Plzeň a Ústí n. Labem, později celý Severočeský kraj)
- **od r. 1993** – veřejná předpověď pro celou ČR



Video: [Biometeorologická předpověď ČHMÚ – historie a současnost](#)

Skupina	Body	Charakteristika
A	2	a - výměna vzduchové hmoty (přechod fronty)
		b - pokles tlaku vzduchu nejméně o 10 hPa za 12h
B1	1	a - denní amplituda teploty nejméně 24 °C (nejméně na 50% stanic oblasti)
		b - minimální relativní vlhkost maximálně 20% (nejméně na 50% stanic oblasti)
		c - maximální relativní vlhkost maximálně 50% (nejméně na 50% stanic oblasti)
		d - minimální teplota nižší nebo rovna -11 °C (nejméně na 50% stanic oblasti)
		e - vzestup teploty v hladině 850 hPa nejméně o 5 °C za 12 hodin
B2	3	a - denní průměrná teplota vzduchu maximálně 13 °C a současně minimální teplota nižší než 0 °C (nejméně na 50% stanic oblasti)
B3	2	a - denní průměrná teplota vzduchu maximálně 13 °C a současně minimální teplota nejméně 0 °C (nejméně na 50% stanic oblasti)
B4	4	a - maximum předpovídaného intervalu teplot vzduch alespoň 29 °C
B5	6	a - maximum předpovídaného intervalu maximálních teplot vzduchu alespoň 33 °C
C	1	a - výskyt bouřky (nejméně na 50% stanic oblasti)
		b - rychlost větru v nárazech nejméně 25 m/s (nejméně na 50% stanic oblasti)
E	4	a - vysoká pravděpodobnost překročení limitní hodnoty 24hod. koncentrace SO ₂ 350 µg.m ⁻³ alespoň na 3 monitorech oblasti a neklesající trend nebo trvání situace s již překročeným limitem
	3	b - přízemní teplotní inverze nebo výšková teplotní inverze s dolní hranicí max. 1000 až 1200 m n. m. s trváním nejméně 18 hodin (nejméně na 50% plochy oblasti)

0 - 2 body	1 mírná zátěž
3 - 5 bodů	2 střední zátěž
6 a více bodů	3 vysoká zátěž

Zdroj: *Biometeorologická předpověď*



Bio předpověď



Zátěž - lidé



Klíště



Kůrovec



Komáři



Pyly



Houby



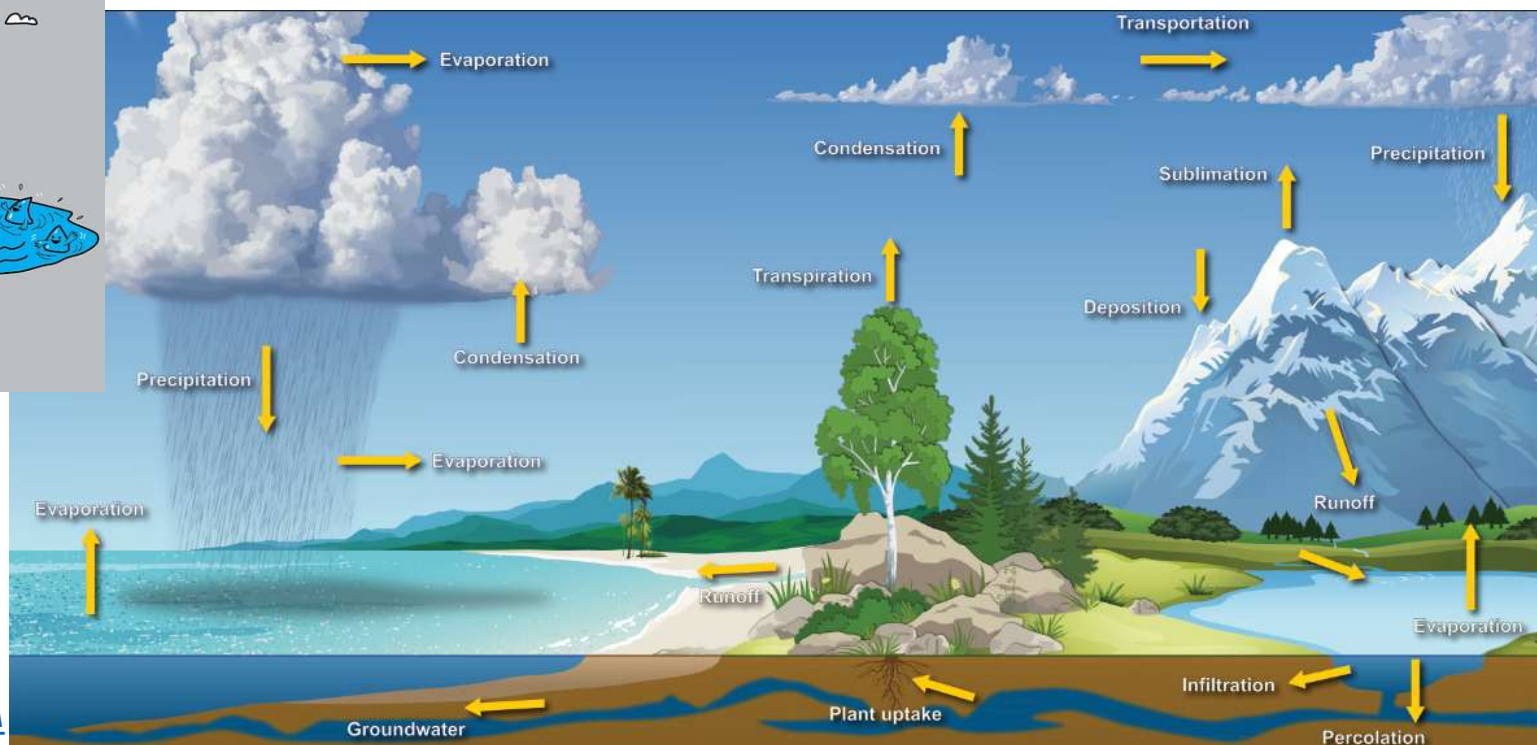
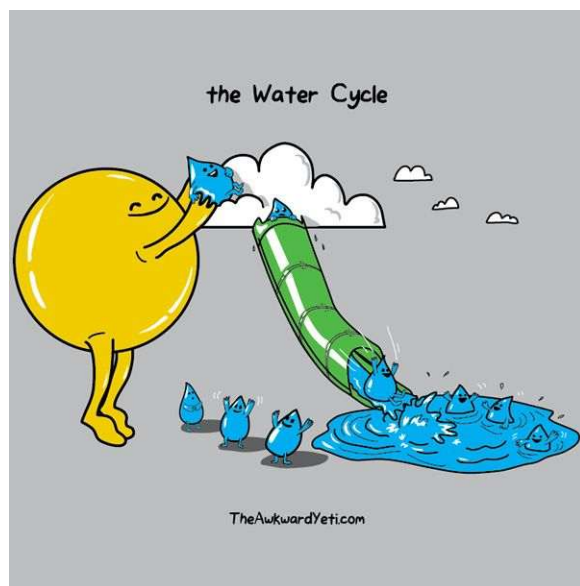
Fenologie



Zátěž - zvířata

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA



Zdroj: [NOAA](https://www.noaa.gov/)

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – význam vody pro člověka

- Udržování homeostázy
- Transport
- Vylučování
- Podpora trávení
- Hydratace kůže/ sliznic
- Metabolické reakce
- Mechanická ochrana



- 50 – 80 % vody v těle → stáří, pohlaví, okolní podmínky, zdravotní stav, těhotenství apod.
- 2 základní typy vody v organismu: intra- a extracelulární
- Doporučovaný denní příjem: dospělí/den 30 - 40 ml vody/kg tělesné hmotnosti (dle [Národního zdravotnického informačního portálu](#))

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – význam vody pro člověka

- ***příznaky dehydratace:***

- bolesti hlavy
- únava a malátnost
- pokles výkonnosti

- ***nadměrný příjem vody*** (několik hod. více než 1l/hod) → tzv. „otrava vodou“



- ***příjem vody individuální***
- ***pro udržení zdraví je důležitý pitný režim***

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – význam vody pro člověka

- ***pitný režim:***

- pít v průběhu celého dne
- regulovat spotřebu dle zátěže a teploty okolí
- složení stravy
- při léčbě – zvýšit či snížit spotřebu tekutin v rámci režimových opatření

- ***Jaké druhy nápojů jsou vhodné pro denní spotřebu?***

Pitný režim dle SZÚ

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – druhy přírodních vod a jejich vliv na zdraví



Jaký je rozdíl mezi těmito druhy vod?

Lze je všechny konzumovat bez omezení?

Jaký je rozdíl mezi pitnou vodou balenou a z vodovodu?

Něco k zamyšlení a k diskuzi

- **Pijete vodu z vodovodu? ANO – NE. Proč?**



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

- Proč pít vodu z vodovodu?
- cena
- zdravotní nezávadnost
- ↓ MP
- kvalitativně srovnatelná – s výjimkou MV
- vždy čerstvá a dostupná
- odpadá doprava kamiony
- nevzniká odpad



HOSPODÁŘSKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY

Průměrný obyvatel EU
spotřebuje ročně až
106 litrů
balené vody*

1 litr
vody z vodovodu
=
přibližně
0,002€

SNÍŽENÍM SPOTŘEBY BALENÉ VODY


můžeme v Evropě
ušetřit víc než 600 milionů eur za rok


Snížíme plastový odpad
a emise skleníkových plynů

* odhady

Zdroj: Evropská komise



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

- **Základní legislativa – pitná voda**

✓ *Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb.*

PÉČE O ŽIVOTNÍ A PRACOVNÍ PODMÍNKY

Díl 1

Voda a výrobky přicházející do přímého styku s vodou, chemické látky, chemické směsi a vodárenské technologie, koupaliště a sauny

§ 3

Hygienické požadavky na vodu

„Pitnou vodou je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, které svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání.“

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

• Základní legislativa – pitná voda

- ✓ *Vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 252/2004 Sb., která určuje požadavky na jakost vody dodávané veřejnými vodovody.*

Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy EU a upravuje:

- a) **hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti pitné vody, včetně pitné vody balené a teplé vody** dodávané potrubím užitkové vody nebo vnitřním vodovodem, které jsou konstrukčně propojeny směšovací baterií s vodovodním potrubím pitné vody, jakož i vody teplé vyráběné z individuálního zdroje pro účely osobní hygieny zaměstnanců,
- b) rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody a
- c) požadavky na metody kontroly jakosti pitné vody.



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

- Základní legislativa – pitná voda

✓ V. č. 252/2004 Sb., která určuje požadavky na jakost vody dodávané veřejnými vodovody.

- **frekvence rozborů** – dle objemu dodávané vody a počtu zásobovaných obyvatel

Velké vodovody (zásobující více než 5 000 osob): jednou měsíčně nebo častěji

Střední vodovody (500–5 000 osob): několikrát ročně

Malé vodovody (méně než 500 osob): alespoň jednou až dvakrát ročně

- **rozborů pouze v akreditovaných laboratořích**

- **za kvalitu odpovídá provozovatel**

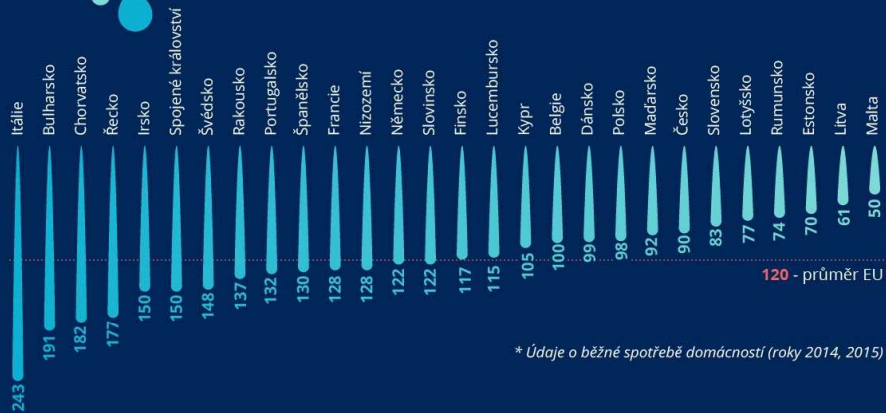
- **výsledky KHS**

→ krácený rozbor – častěji, 23 ukazatelů
→ úplný rozbor – méně často, 62 ukazatelů

[Aktuální výsledky rozborů pitné kohoutkové vody - Praha](#)

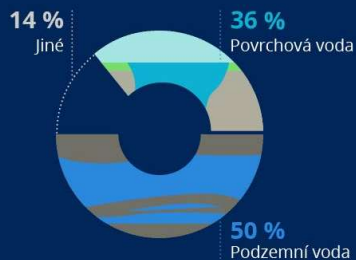
PITNÁ VODA V EU

Průměrná denní spotřeba vody z vodovodu na osobu
(litrů za den pitné vody) *



* Údaje o běžné spotřebě domácností (roky 2014, 2015)

Zdroje pitné vody v EU (Období 2011-2013)



Nedostatek vody* ohrožuje minimálně
11 %
Evropanů

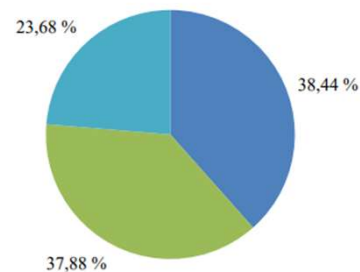
* Nedostatečné vodní zdroje pro pokrytí dlouhodobých průměrných potřeb

Zdroj: Evropská komise

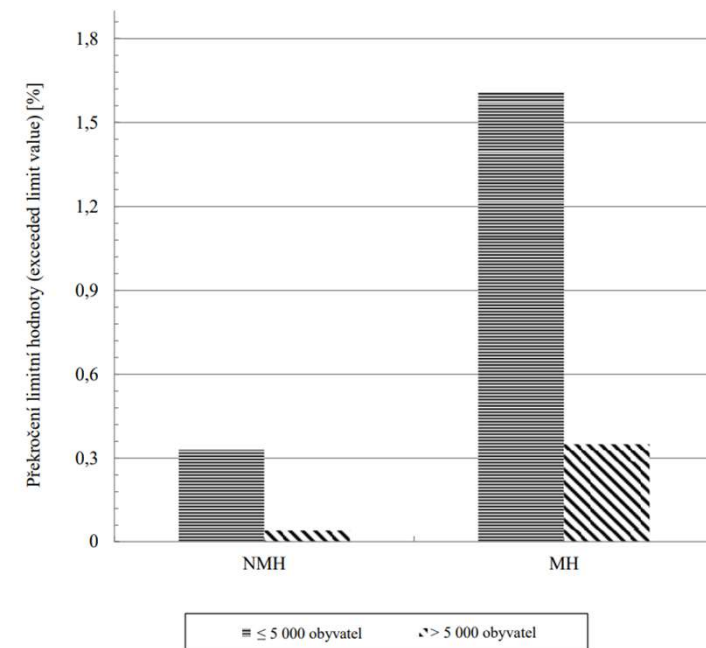


SZÚ: Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2023

- 94,5 % obyvatel ČR je zásobováno z veř. vodovodu
- sledováno 314 různých ukazatelů (218 pesticidů, 96 chemických, součtových a mikrobiologických ukazatelů)
- překročení limitních hodnot pro jednotlivé polutanty v desetinách % vzorků



■ Podzemní (ground) ■ Povrchový (surface) ■ Smišený (mixed)



Hydrické vlivy

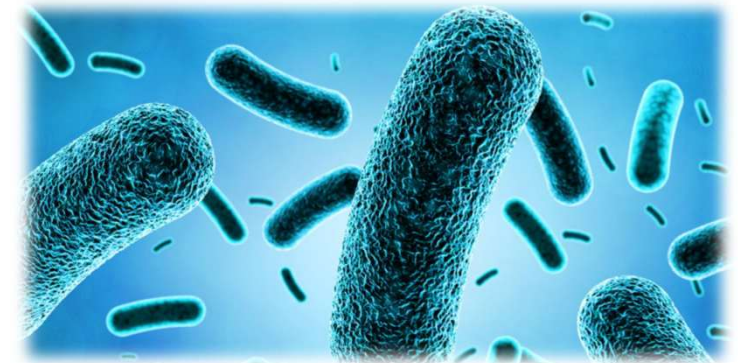
HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

- Možné polutanty

- **Mikroorganismy** – bakterie, viry i paraziti

→ bakterie Legionella

- **Nákaza:** vdechnutí aerosolu obsahujícího legionelly
- u sensitivních/imunodeficitních jedinců propuknutí tzv. Legionářské nemoci – zánět plic, bolesti hlavy, horečka, poruchy GI traktu...
- **Riziková místa nákazy:** chladicí věže, systémy teplé i studené vody, vířivky, termální bazény, zvlhčovače vzduchu, kuchyňské filtry na vodu, kompost, směsi hnojiv...
- **Rizikové faktory prostředí:** špatná konstrukce a zanedbávaná údržba vodovodních systémů → biofilm v potrubí, stagnace vody, teplota vody 35-45 °C
- **Rizikové faktory lidí:** věk nad 40 let, cukrovka, srdeční onemocnění, kuřáci, snížená imunita, plicní choroby, nemoci ledvin, rakovina



Lidé šetří a málo ohřívají vodu, počty nakažených legionellou jsou rekordní

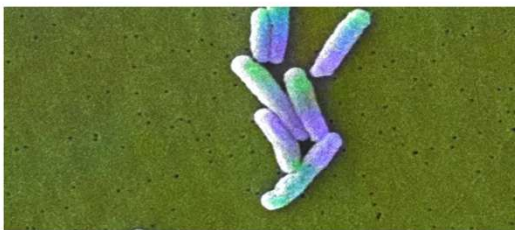


Marie Kuželová
+ sledovat 76

615

29. 11. 2024, 9:48

Výskyt legionelózy láme rekordy. Letos už onemocnělo 523 lidí, což hygienici za posledních patnáct let nepamatují. Nakažení často končí na jednotce intenzivní péče. Za výrazným nárůstem může podle lékařů být i snaha domácnosti ušetřit, jelikož bakterie přežívá v nedostatečně tepelně upravené vodě.



Zákaz sprchování: Z vody na vysokoškolských kolejích v Liberci hrozí nebezpečí



Ilustrační foto.

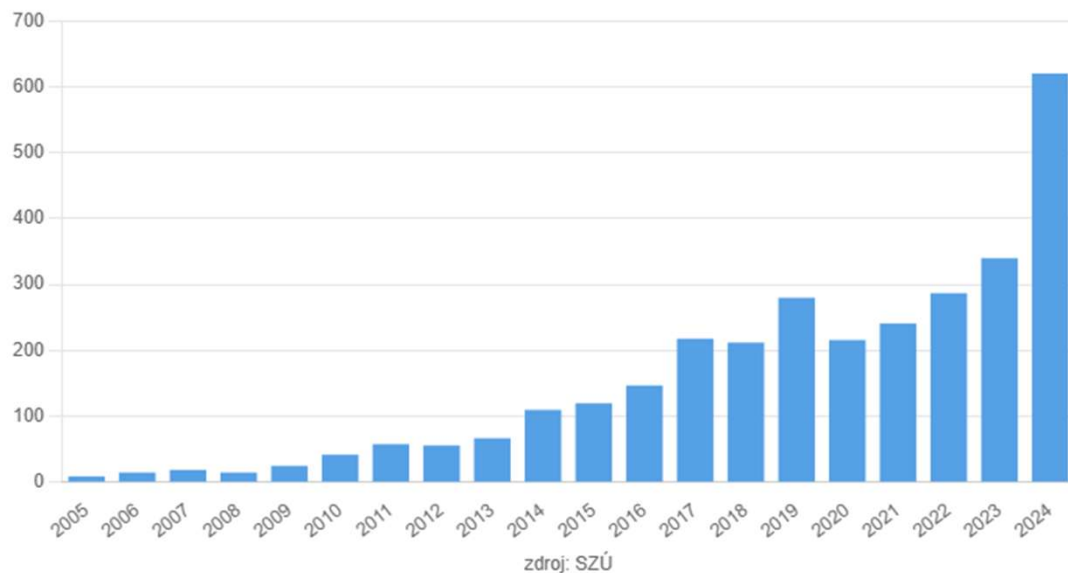
Adéla Beranová | 4. 12. 2024

Kontrola teplé vody na vysokoškolských kolejích v Liberci odhalila překročení limitu pro bakterii *Legionella* spp. Krajská hygienická stanice (KHS LK) proto vyhlásila zákaz sprchování v objektech, který bude platit až do odstranění problému.

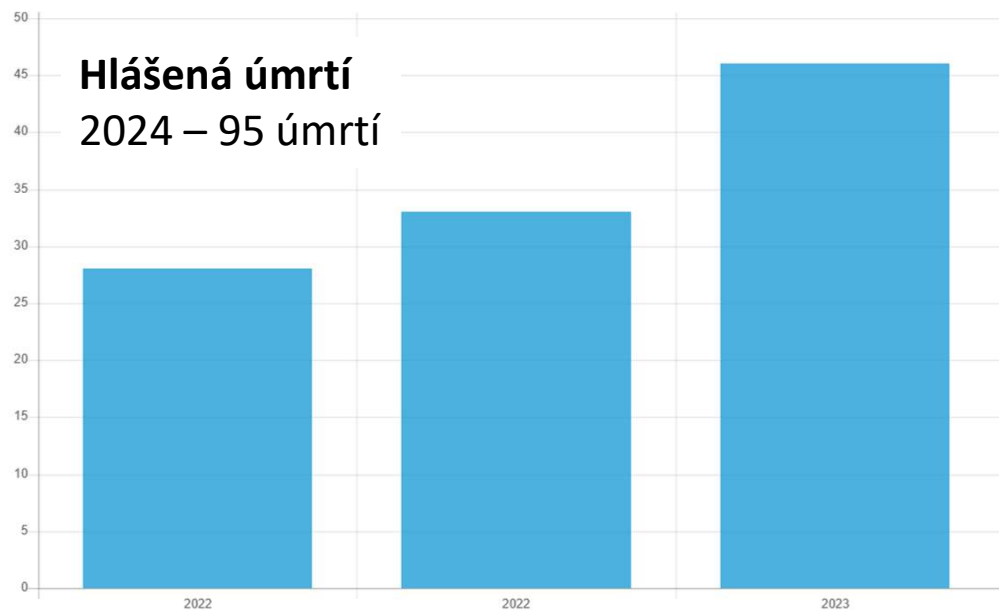
Více případů nebo lepší diagnostika?

Zdroje: legionella.cz; novinky.cz;
[Liberecký deník](https://libereckydenik.cz)

Výskyt onemocnění Legionellou v ČR



Hlášená úmrtí 2024 – 95 úmrtí



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

- Možné polutanty - bakterie Legionella

Preventivní opatření:

- ✓ Udržovat teplotu teplé vody nad 50 °C a studené pod 20 °C
- ✓ Termická dezinfekce bojleru
- ✓ Odpouštění vody po delší nepřítomnosti (ne zprudka!)
- ✓ Pravidelná dezinfekce – sprchy, pítka, kohoutky, chladící věže apod.
- ✓ Odstraňovat vodní kámen, rez, biofilm
- ✓ Odstranit z vodovodní sítě boční nepoužívané větve



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – voda z vodovodu

- Možné polutanty

- Chemické látky

NO_3^- , NO_2^-

- Riziko vzniku methemoglobinemie nebo nitrosaminů (karcinogeny)
- Nejvyšší mezní hodnota pro pitné vody: 50 mg/l resp. 0,5 mg/l
- Riziko zejména u studniční vody

Těžké kovy - Pb

- Riziko poškození nervového systému, ledvin či narušení reprodukce
- Nejvyšší mezní hodnota pro pitné vody: 5 µg/l
- Riziková stará potrubí (před rokem 1970)

Produkty dezinfekce

- Nejčastěji chlorované látky, např. chloroform (NMH 30 µg/l) – pravděpodobný lidský karcinogen

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – druhy přírodních vod a jejich vliv na zdraví

Co je vhodné sledovat při nákupu balené vody?

- mezi kojeneckou, pramenitou, minerální i pitnou vodou kvalitativní rozdíly
- bez omezení lze konzumovat: kojenecké, pramenité a slabě mineralizované přírodní minerální bez CO₂
- zásadní - informace na etiketě

KOJENECKÁ VODA
**Vynikající voda ke každodennímu pití
v neomezeném množství**

Stáčená z vrtu hlubokého 300 m v lokalitě Českého ráje.
Složení: Kojenecká voda. Baleno v ochranné atmosféře.
Ošetřeno UV zářením. Minimální trvanlivost do: viz datum
uvedené v horní části lahve. Uchovávejte v chladu a chraňte
před přímým slunečním světlem.
Po otevření uchovejte při teplotě do + 8 °C
a spotřebujte do 3 dnů.

KATIONTY	mg/l
Ca ²⁺	47
Mg ²⁺	< 3
Na ⁺	4,68
K ⁺	1,22

ANIONTY	mg/l
NO ₃ ⁻	< 0,50
SO ₄ ²⁻	12,2
Cl ⁻	4,84
F ⁻	< 0,10
HCO ₃ ⁻	149

Obsah rozpuštěných pevných látek:
145 mg/l. Výtah z chemické analýzy
AQUATEST a.s., ČR, 1. 8. 2019

objem **1,5l**



8 594005 816022

Hydrické vlivy

➤ Doporučované hodnoty hlavních minerálních látek pro dlouhodobý příjem:

Zdroj: [SZÚ](#) – Národní referenční centrum pro pitnou vodu

Ukazatel	Optimální obsah	Ukazatel	Optimální obsah
RL	150 až 400 mg/l	Cl ⁻ (*)	méně než 50 mg/l
Ca ⁺	40 až 70 (minimálně 30) mg/l	SO ₄ ⁻ (*)	méně než 50 mg/l
Mg ⁺	20 až 30 (minimálně 10) mg/l	HCO ₃ ⁻ (**)	100 až 300 mg/l
Na ⁺	5 až 25 mg/l	F ⁻	0,1 až 0,3 mg/l
K ⁺	1 až 5 mg/l	NO ₃ ⁻	méně než 10 mg/l

(*) Dostupné údaje neumožňují zatím pro chloridy a sírany definovat jejich optimální obsah. Jejich určitá minimální koncentrace je žádoucí z chuťových důvodů, jejich horní hranice je odhadnuta vzhledem k optimu všech rozpuštěných látek.

(**) Dolní hranice hydrogenuhličitanů je stanovena na základě senzorických vlastností vody, nikoliv na základě zdravotního účinku. Uvedené hodnoty byly odvozeny z různých epidemiologických a experimentálních studií. Čím více se voda odchylovala od uvedeného složení, tím vyšší byl v zásobovaných populacích výskyt sledovaných chorob či zdravotních poruch.

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

- **definice minerální vody (MV):**

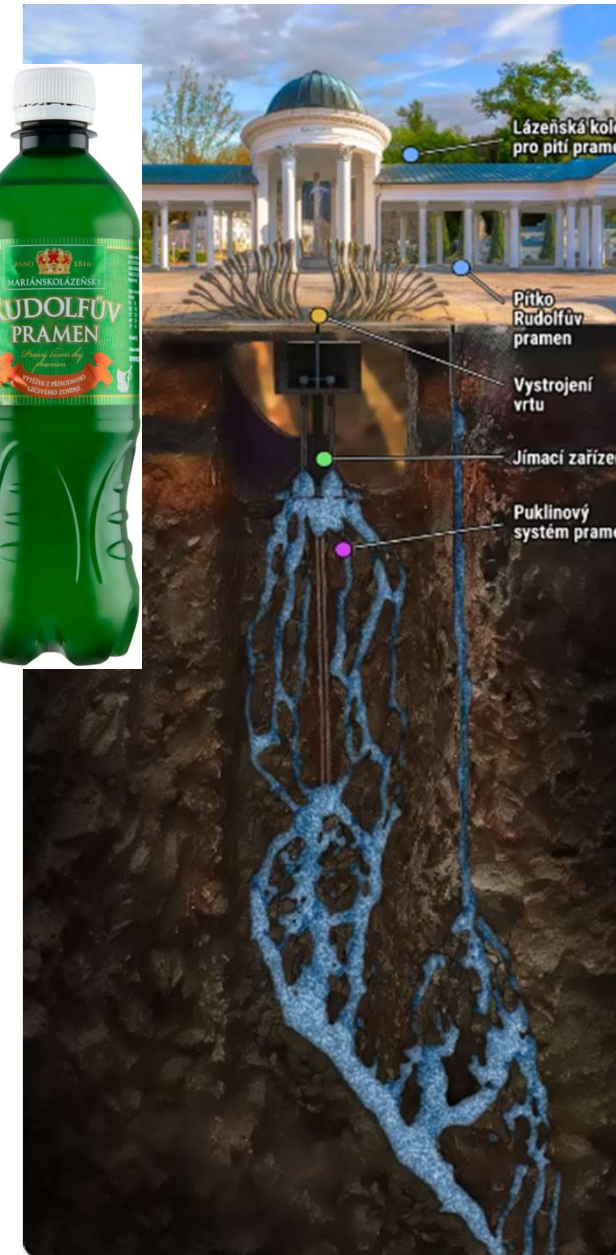
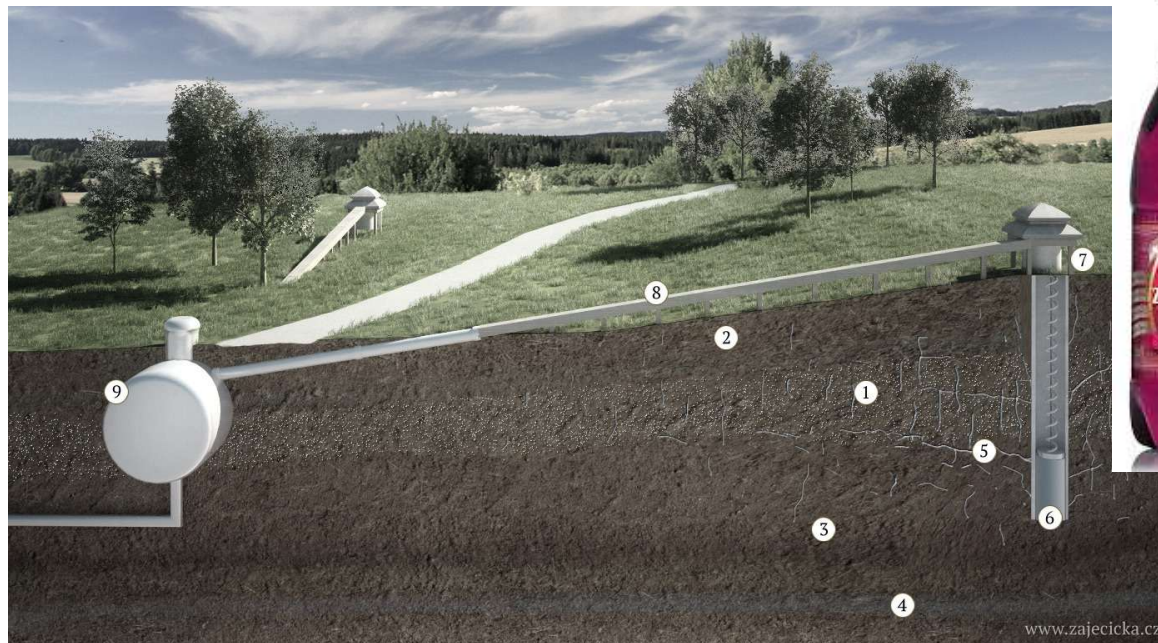
→ již neplatná dle ČSN ČSN 86 8000 Přírodní léčivé vody a přírodní minerální vody stolní – dle mineralizace či míry radioaktivity

→ ***dnes Lázeňský zákon (č. 164/2001):***

„Minerální vodou pro léčebné využití se rozumí přirozeně se vyskytující podzemní voda původní čistoty s obsahem rozpuštěných pevných látek nejméně 1 g/l nebo s obsahem nejméně 1 g/l rozpuštěného oxidu uhličitého nebo s obsahem jiného pro zdraví významného chemického prvku anebo která má u vývěru přirozenou teplotu vyšší než 20 °C nebo radioaktivitu radonu nad 1,5 kBq/l.“

Hydrické vlivy

- jímání MV



1. Pyritové krystaly, 2. Primární vrstva, 3. Neutralizační vrstva, 4. Nepropustné jíly, 5. Systém puklin vyluhujících hořkou sůl, 6. Jímání vody do perforované uzavřené šachtice, 7. Vrchol vrtu s vybavením, 8. Gravitační svod do sběrné jímky, 9. Centrální jímací nádoba

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

- **složení MV závisí na:**

- 1) Geologii a složení podloží
- 2) Době infiltrace a cirkulace
- 3) Podmínkách v podzemních rezervoárech
- 4) Obsahu plynů
- 5) Chemických reakcích pod povrchem
- 6) Hloubce



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

- **MV v ČR:**

13. st. – první zmínky o léčivých pramenech

od 17. st. – rozvoj lázeňství

19. st. – zlatý věk; rozvoj balneologie

1948 – znárodnění

1989 – privatizare a modernizare

2021 – KV, ML a FL na seznam UNESCO současnost – wellness, relaxace i léčba



• vybrané MV a jejich vliv na zdraví:

1. Karlovy Vary – termální (30–73 °C) hydrogenuhličitano-síranochlorido-sodné vody

- **Nejznámější prameny:** Vřídlo, Mlýnský, Zámecký, Sadový
- **Účinky:** Podpora trávení, léčba zažívacích potíží, regenerace jater



2. Mariánské Lázně – různé složení

- **Nejznámější prameny:** Rudolfův (Ca), Ambrožův (Fe), Ferdinandův (Si), Karolinin (Mg), Křížový (↑ podíl solí)
- **Účinky:** Podpora krvevotvorby (Fe), léčba urologických onem. (Ca, Mg), trávicí trakt (slané), kosti a cévy (Si)



3. Františkovy Lázně – síranové, hydrogenuhličitanové, sodné vody

- **Nejznámější prameny:** Františkův (Na), Glauber III (Na_2SO_4)
- **Účinky:** trávicí trakt, gynekologické obtíže, rekonvalescence



• vybrané MV a jejich vliv na zdraví:

4. Luhačovice – chloridové, sodné, jodové vody

- **Nejznámější prameny:** Vincentka, Aloiska, Ottovka
- **Účinky:** Podpora dýchacích cest, léčba žaludečních potíží



5. Poděbrady – hydrogenuhličitanové, sodné, uhličitě vody

- **Nejznámější pramen:** Poděbradka
- **Účinky:** Podpora kardiovaskulárního systému, uhličitě koupele



6. Kyselky a stolní minerální vody

- **Mattoni** (Karlovarsko) – lehce mineralizovaná, osvěžující
- **Magnesia** (Teplice nad Metují) – vysoký obsah hořčíku
- **Bílinská kyselka** – hydrogenuhličitanová, podporuje trávení
- **Šaratica** (Slavkov) – silně projímavá



Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

- dělení MV dle přílohy č. 1 vyhlášky č. 423/2001 Sb.:
 - a) podle celkové mineralizace
 - b) podle obsahu rozpuštěných plynů a obsahu významných složek
 - c) podle aktuální reakce vyjádřené hodnotou pH
 - d) podle radioaktivity
 - e) podle přirozené teploty u vývěru
 - f) podle osmotického tlaku
 - g) podle hlavních složek
 - h) podle využitelnosti jako léčivé (prokazatelně terapeutické účinky)
 - i) podle vlastností jako stabilní

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

a) dělení MV dle mineralizace:

1. velmi slabě mineralizovaná (obsah RL do 50 mg/l)
2. slabě mineralizovaná (obsah RL 50 – 500 mg/l)
3. středně mineralizovaná (obsah RL 500 – 1500 mg/l)
4. silně mineralizovaná (obsah RL 1500 – 5000 mg/l)
5. velmi silně mineralizovaná (obsah RL vyšší než 5000 mg/l)



Rajec - 316 mg/l



Magnesia - 788 mg/l



Rudolfův pramen -
2398 mg/l



Zaječická
hořká -
34 632 mg/l

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

b) dělení MV dle obsahu rozpuštěných plynů a obsahu významných složek:

1. Uhličitě (nad 1 g CO₂/l vody) – „kyselky“
2. Sirné (nad 2 mg titrovatelné S /l vody) – koupele (kožní problémy)
3. Jodové (nad 5 mg I⁻/l vody) – koupele (krevní oběh)
4. Se zvýšeným obsahem specifických prvků/sloučenin:

H₂SiO₃, F⁻, Li, Ba, Sr, Br⁻, I⁻, H₃BO₃, H₂S, As – specifické účinky



Výtah z chemické analýzy
RLPLZ Karlovy Vary

Kationty mg/l		Anionty mg/l	
Na ⁺	295	HCO ₃ ⁻	1460
Ca ²⁺	113	SO ₄ ²⁻	8,9
Mg ²⁺	38,2	Cl ⁻	3,4
H ₂ SiO ₃		111 mg/l	
CO ₂		3,7 g/l	

Rozpuštěné pevné látky 1330 mg/l

Hydrické vlivy

HYDROSFÉRA – vliv složení přírodních vod na zdraví

d) Podle radioaktivity

= vody radonové s radioaktivitou nad **1,5 kBq/l** způsobenou radonem ^{222}Rn

- Ø obsah Rn v pitné vodě z podzemních zdrojů ČR: **14-15 Bq/l**
- Rn vody působí energeticky, ne chemicky
- využití jak pro přímou konzumaci tak pro koupele (léčebná kúra $\approx$ dávka jako při 1 RTG snímku)

Hydrické vlivy

RADONOVÉ VODY – Lázně Jáchymov

- **1906** – založeny jako první Rn lázně na světě
- jediné české Rn lázně
- čerpání vody z dolu Svornost (těžba od r. 1518) z 500 m hloubky
- léčba pohybového aparátu: 10 až 24 koupelí o intenzitě 4,5 – 5,5 kBq (20 min)
- doporučované také při: kožních nemocech či cukrovce a dně



Hydrické vlivy

RADONOVÉ VODY – další prameny, např.:

- Pramen Břetislav na Chebsku – nejvyšší radioaktivita v ČR (12,5 kBq/l ^{222}Rn)
- Pramen Šalamoun a Karolína v Orlických horách – 1,4, resp. 1,5 kBq/l ^{222}Rn



Pramen Břetislav.



Pramen Šalamoun a Karolína.

Shrnutí

- přírodní podmínky ve kterých žijeme zásadně ovlivňují naše zdraví
- adaptace lidské populace na specifické přírodní podmínky
- rozvoj oborů v souvislosti se změnou klimatu (bioklimatologie)
- využití specifického složení minerálních vod v léčebných kúrách

Které typy půd jsou využívány v lázeňství a jak?

Co je to přirozené radiační pozadí a proč v ČR toto pozadí dosahuje vyšších hodnot než v některých jiných zemích?



Zdroje literatury

- V. Bencko a kol.: Zdraví a přírodní podmínky (medicína a geologie), vydavatelství Dolin, Praha 2011.
- I. Hůnová: [Atmosférická depozice dusíku](#). Chemické Listy 110 (2016).
- M. Bernaciková: [12. Reakce a adaptace organismu na zátěž ve vysokohorských podmínkách](#) v *Fyziologie* Masarykova univerzita, Brno 2012.
- Gilbert-Kawai, E. T., Milledge, J. S., Grocott, M. P. W., & Martin, D. S. *King of the Mountains: Tibetan and Sherpa Physiological Adaptations for Life at High Altitude*. Physiology, 29 (2014).
- J. Správka: VLIVY NADMOŘSKÉ VÝŠKY NA ORGANISMUS Z POHLEDU ZDRAVOTNICKÉHO ZÁCHRANÁŘE. Bakalářská práce, Vysoká škola zdravotnická, Praha 2018.
- Z. Žalud, M. Trnka, P. Hlavinka: *Zemědělské sucho v České republice – vývoj, dopady a adaptace*. Agrární komora České republiky, Praha 2020.
- [Kdo může za ničivé požáry v Los Angeles. V jeden okamžik se sešla hromada špatných věcí – VTM.cz](#)
- Z. Žalud: [BIOKLIMATOLOGIE](#). Mendelova univerzita v Brně 2015.
- SZÚ: [Pitná voda z kohoutku: Zdravotní aspekty vnitřních vodovodů; Zpráva o kvalitě pitné vody v ČR za rok 2023; Legionelóza \(=legionářská nemoc\) a její prevence](#)

Zdroje literatury

- *Bakterie Legionella* (legionella.cz)
- Jandová D., Třískala Z. a kol.: *Medicína přírodních léčivých zdrojů*, ISBN: 978-80-271-2297-4, Nakladatelství Grada, Praha 2019.
- Zákon č. 164/2001 Sb. *Zákon o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech a o změně některých souvisejících zákonů (lázeňský zákon)*
- Vyhláška č. 423/2001 Sb. *Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví způsob a rozsah hodnocení přírodních léčivých zdrojů a zdrojů přírodních minerálních vod a další podrobnosti jejich využívání, požadavky na životní prostředí a vybavení přírodních léčebných lázní a náležitosti odborného posudku o využitelnosti přírodních léčivých zdrojů a klimatických podmínek k léčebným účelům, přírodní minerální vody k výrobě přírodních minerálních vod a o stavu životního prostředí přírodních léčebných lázní (vyhláška o zdrojích a lázních)*
- Národní registr pramenů a studánek: <https://www.estudanky.eu/>

Faktory vnějšího prostředí ovlivňující zdraví a existenci člověka – 2. část

5. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

Faktory vnějšího přírodního prostředí

- VESMÍRNÉ
- ATMOSFÉRICKÉ
- METEOROLOGICKÉ A KLIMATICKÉ
- HYDRICKÉ
- **PŮDNÍ**
- **GEOLOGICKÉ**
- **IONIZUJÍCÍ A NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ**



Všechny složky ŽP ovlivněné člověkem → ANTROPOGENNÍ VLIVY



Co je to půda?

Jak ovlivňuje složení půdy lidské zdraví?



Jíme Jinak
www.jimejinak.cz

PŮDA = otevřený vícesložkový chemický systém, tvořený pevnou, kapalnou a plynnou složkou a ovlivňovaný živými organismy a gravitačním polem



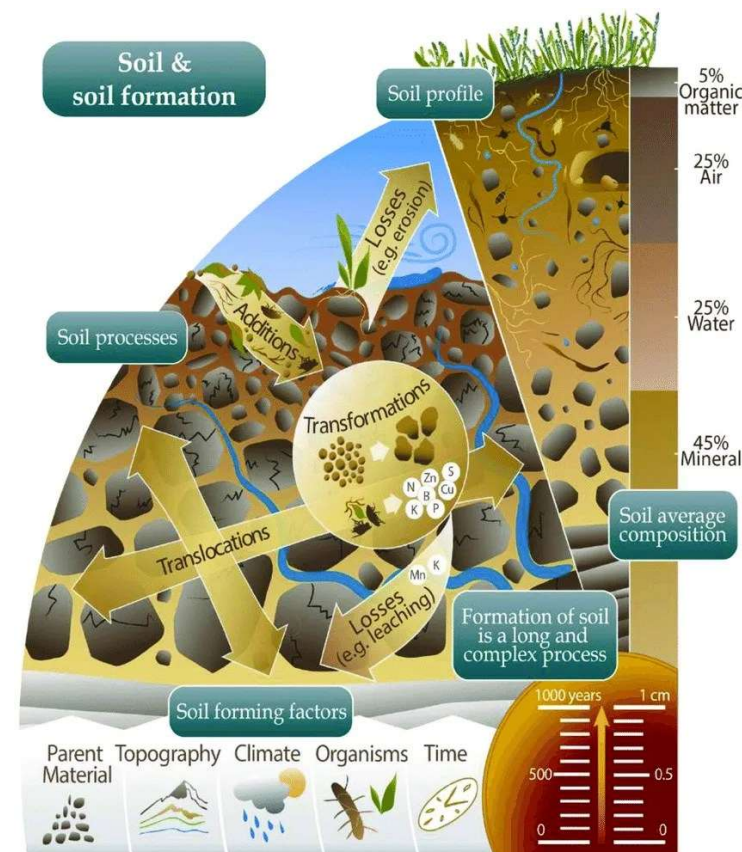
Půdní vlivy

PEDOSFÉRA = půdní obal planety

- *složení ovlivňují různé faktory:*

- 1) Geologické – matečná hornina
- 2) Klima
- 3) Biologické
- 4) Hydrologické podm.
- 5) Čas
- 6) Činnost člověka

- *složení půdy přímo ovlivňuje kvalitu prostředí a (ne)přímo lidské zdraví*



Půdní vlivy

GEOFAGIE = požívání hlíny/zeminy

- *úmyslná*
- *neúmyslná*
- *benefity*
- *rizika*
- *odhad v běžné populaci*: děti 100-200 mg zeminy/den vs. dospělí 10 mg/den

Složení půdy ovlivňuje lidské zdraví obvykle nepřímo – potravní řetězce!

Půdní vlivy

PELOIDY = přírodní látky tvořené anorganickými i organickými látkami v různém poměru:

- 1) BAHNA – v ČR málo zastoupena
 - 2) HUMOLITY – alespoň 30% podíl humusových látek:
 - a) RAŠELINY – z mechu rašeliníku
 - b) SLATINY – z rákosů a travin
- využití v balneologii – koupele, obklady → tepelné účinky



Půdní vlivy

PELOIDY – Lázně Bohdaneč (slatinné lázně)

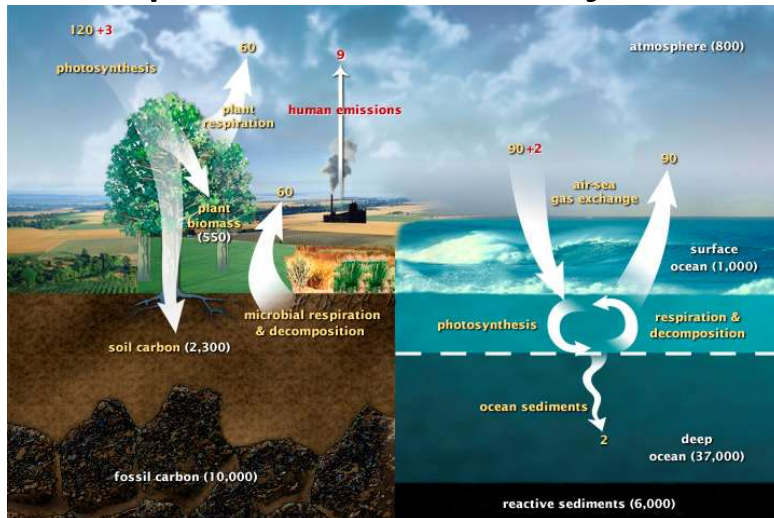
- 2 ložiska – Rozkoš a Libišany
- rašelinná slatina a rašelina rákosová a ostřicová s příměsí dřeva
- stáří ložisek 12 000 let
- slatinné zábaly a koupele
- indikace pro onemocnění pohybového aparátu
- vodoléčba – využití minerální vody z hlub. vrtu Nová Panenka



Geologické vlivy

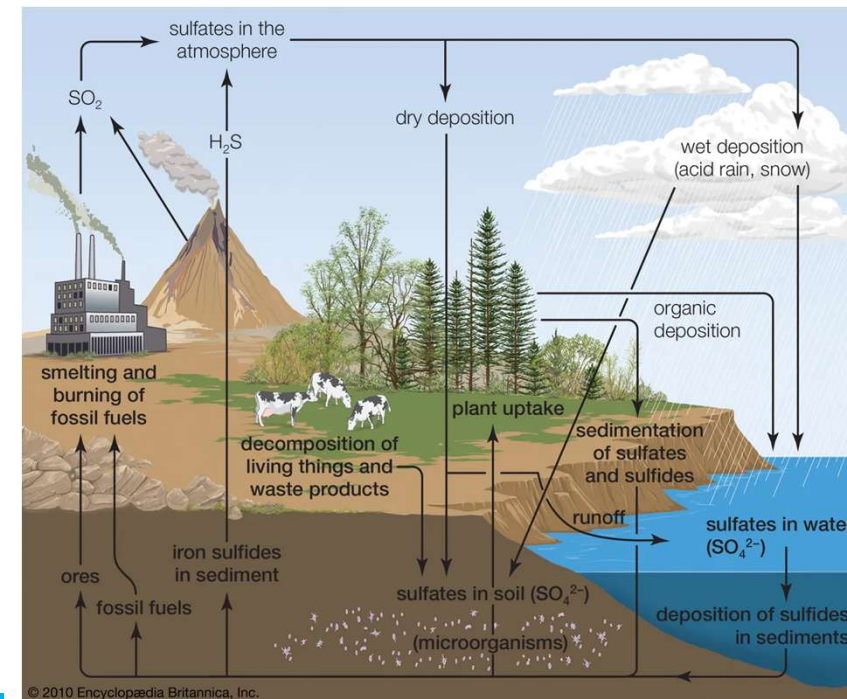
KOLOBĚHY PRVKŮ

- horninové složení – zásadní pro složení pedosféry/hydrosféry/atmosféry → zdroj prvků/živin
- litosféra/pedosféra – zdroj nebo propad látek



Pohyb uhlíku mezi pevninou, atmosférou a oceány. Přirozené toky a lidské příspěvky v gigatunách C/rok; uložený C.

Zdroj: earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle



Pohyb síry v ŽP.

Zdroj: britannica.com/science/sulfur-cycle

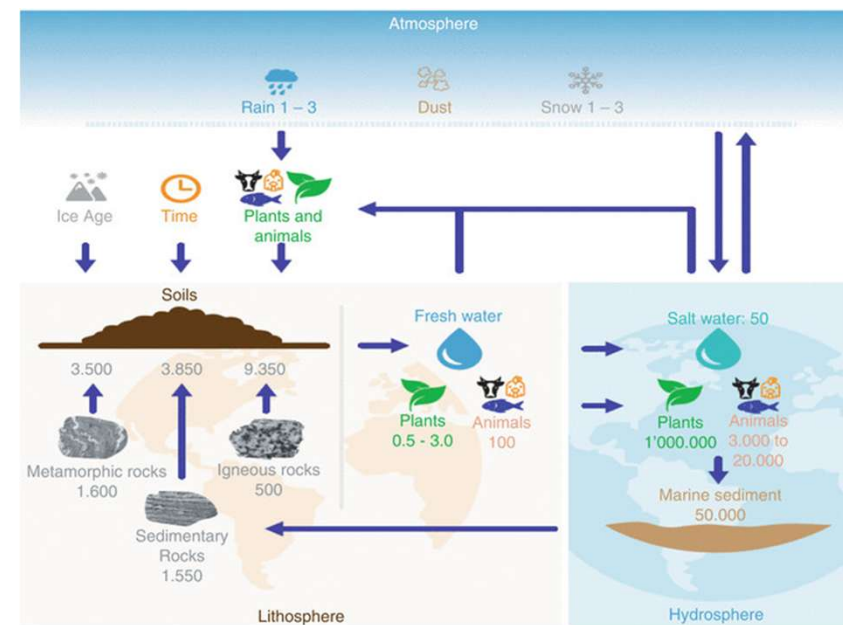
Geologické vlivy

KOLOBĚHY PRVKŮ – stopové prvky

- **Jód** – přirozený výskyt v půdách → hydrosféra
 - geologický deficit → vliv na štítnou žlázu
 - prevence na jód chudých půd – jodace soli



Normální stav a zvětšení štítné žlázy. Jedlá sůl kamenná, KIO_3 . Obsah jodu: 20 - 34 mg/kg.



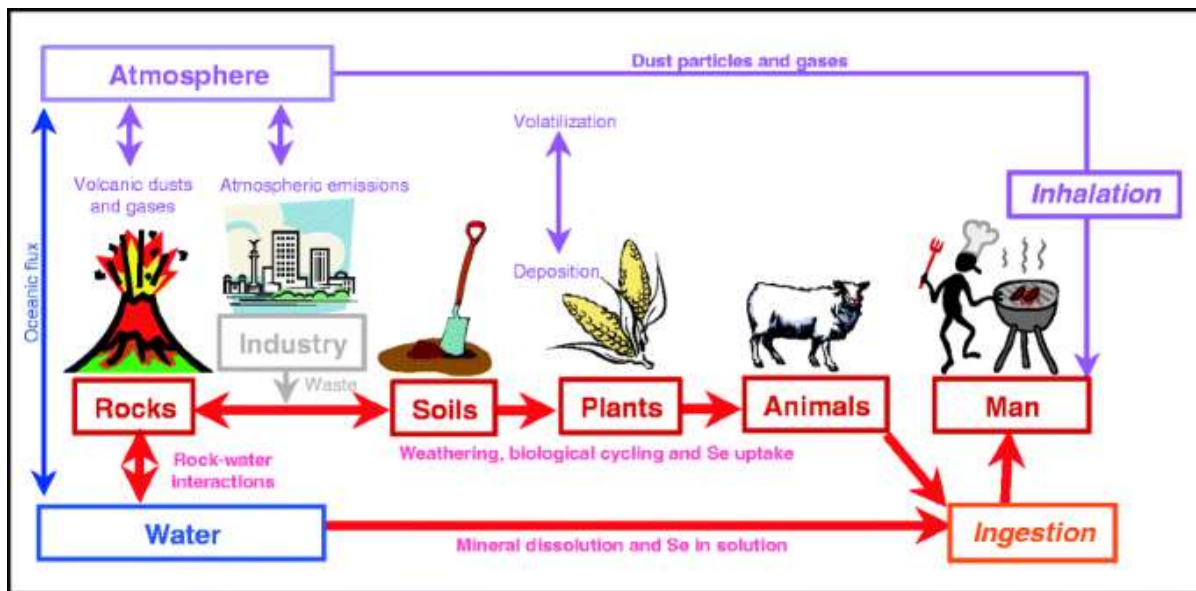
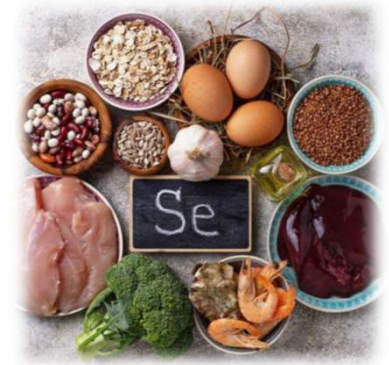
Vargas-Uricoechea, H. et al.: Iodine and the Thyroid. In S. K. Imam & S. I. Ahmad (Eds.), [*Thyroid Disorders: Basic Science and Clinical Practice*](#) (2016). Springer International Publishing.

ENDEMICKÁ STRUMA – postiženo více než 10 % obyvatelstva.

Geologické vlivy

KOLOBĚHY PRVKŮ – stopové prvky

- **Selen** – vulkanický materiál a mořské sedimenty
 - (geologický) deficit → Keshanova nebo Kašinova-Bekova nemoc
 - nadbytek – selenóza (CNS, lámavost nehtů, vlasů)



Fordyce, F.M. (2013). [Selenium Deficiency and Toxicity in the Environment](#). In: Selinus, O. (eds) *Essentials of Medical Geology*. Springer, Dordrecht.

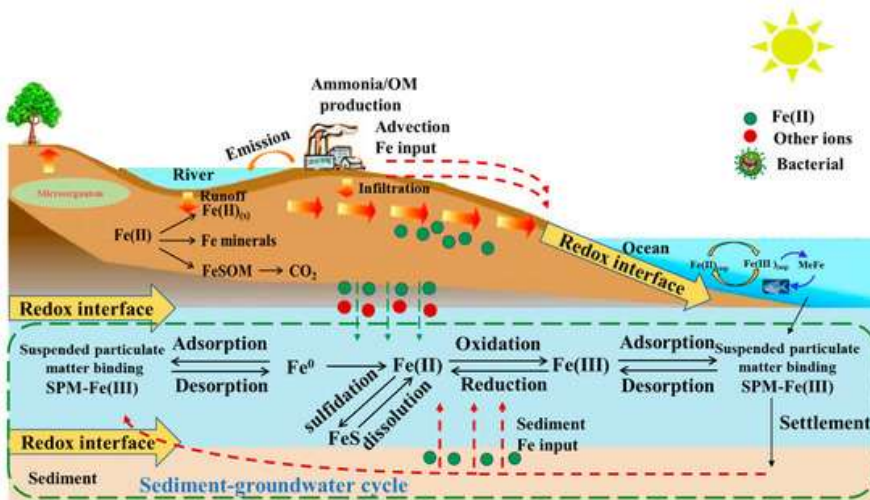
Geologické vlivy

KOLOBĚHY PRVKŮ – stopové prvky

- **Železo** – bazické horniny, červené půdy
 - (geologický) deficit → anémie, snížená imunita
 - nadbytek (ve vodách) → střevní obtíže
 - železité MV – podpora krve tvorby, imunity, trávení



***Pramen Těšíkovská
kyselka a půda na
Trutnovsku.***

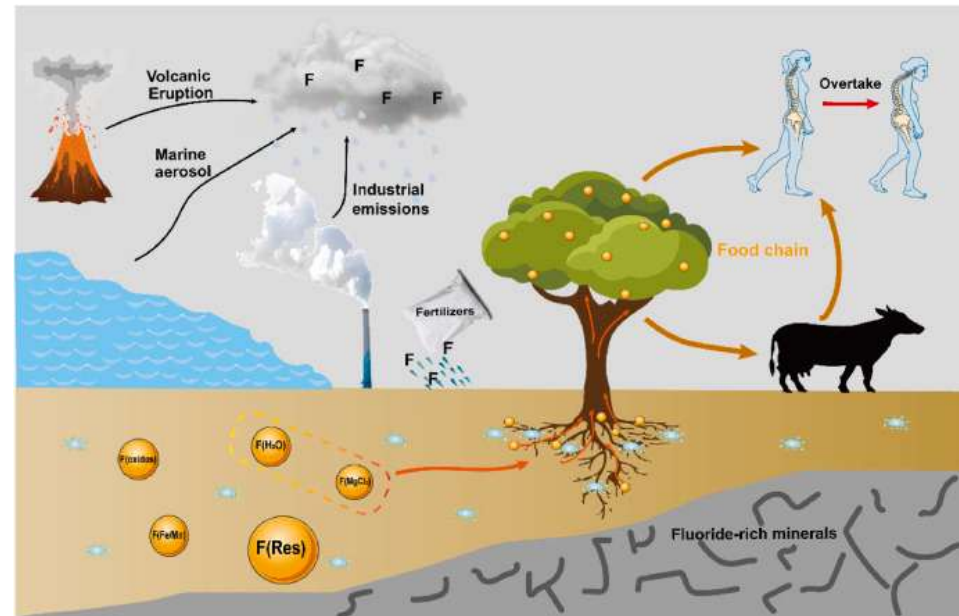


Xia X. et al.: [*Biogeochemistry of Iron Enrichment in Groundwater: An Indicator of Environmental Pollution and Its Management*](#). Sustainability 14 (2022).

Geologické vlivy

KOLOBĚHY PRVKŮ – stopové prvky

- **Fluor** – sopečné horniny, zvětralé žuly, ložiska fluoritu
 - (geologický) deficit (měkká voda) → kazivost zubů
 - nadbytek (ve vodách) → fluoróza
 - v některých státech fluoridace vody

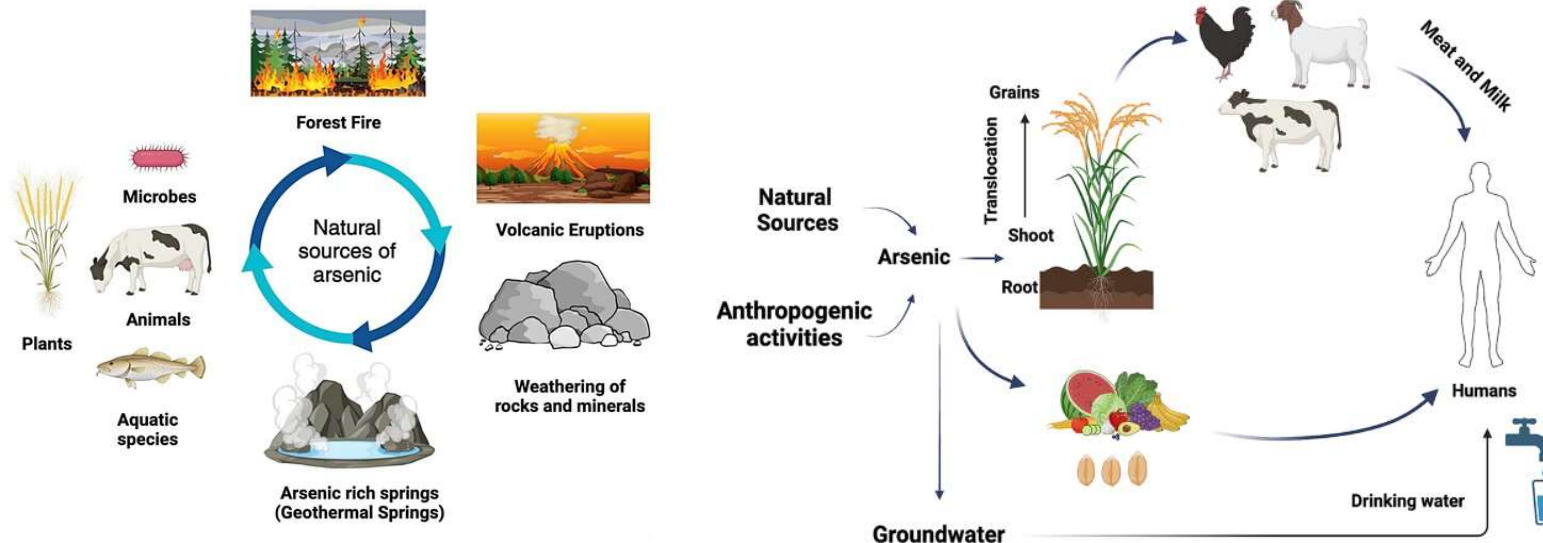


Minghan W. et al.: [Current progress on fluoride occurrence in the soil environment: Sources, transformation, regulations and remediation](#), Chemosphere 341 (2023).

Geologické vlivy

KOLOBĚHY PRVKŮ – toxické prvky

- **Arsen** – sopečné horniny, sedimenty – zvětrávání
 - mobilita v půdách závisí na pH – $\text{pH} > 8 \uparrow$ rozpustnost
 - nadbytek $\rightarrow$ chronická arsenóza, karcinogen, endokrinní disruptor
 - bioakumulace v rostlinách

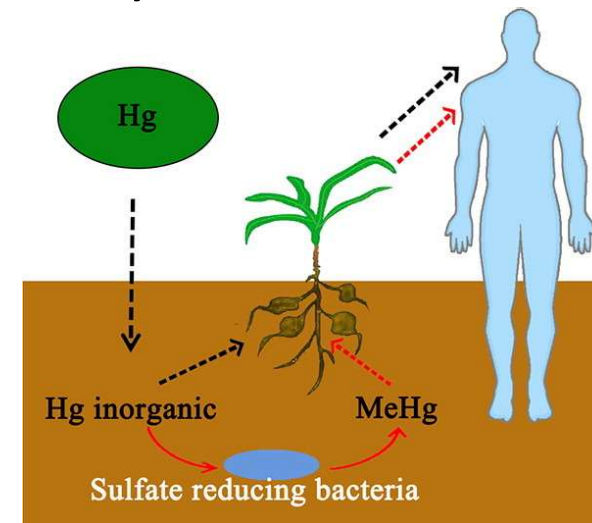


Rajendran S. et al. [Arsenic and Environment: A Systematic Review on Arsenic Sources, Uptake Mechanism in Plants, Health Hazards and Remediation Strategies](#). *Top Catal* **67**, 325–341 (2024).

Geologické vlivy

KOLOBĚHY PRVKŮ – toxické prvky

- **Rtuť** – sopečné oblasti, vývěry hydrotermálních pramenů, ložiska
 - mobilita v půdách závisí na pH, formě Hg a podmínkách
 - organické formy – bioakumulativní
 - vliv na CNS, ledviny, hormonální systém, vývojové vady



Qin K. et al.: [*Mercury in soil, vegetable and human hair in a typical mining area in China: Implication for human exposure*](#), *Journal of Environmental Sciences* 68 (2018).

**Jaké přírodní katastrofy souvisí s deskovou tektonikou?
Znáte nějaké konkrétní příklady z poslední let?**

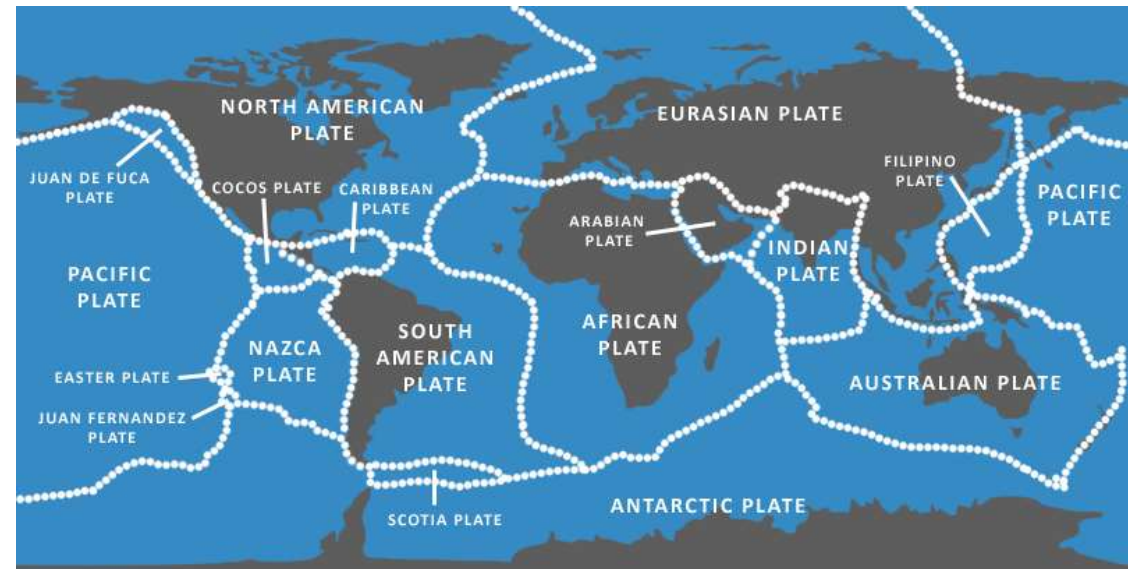
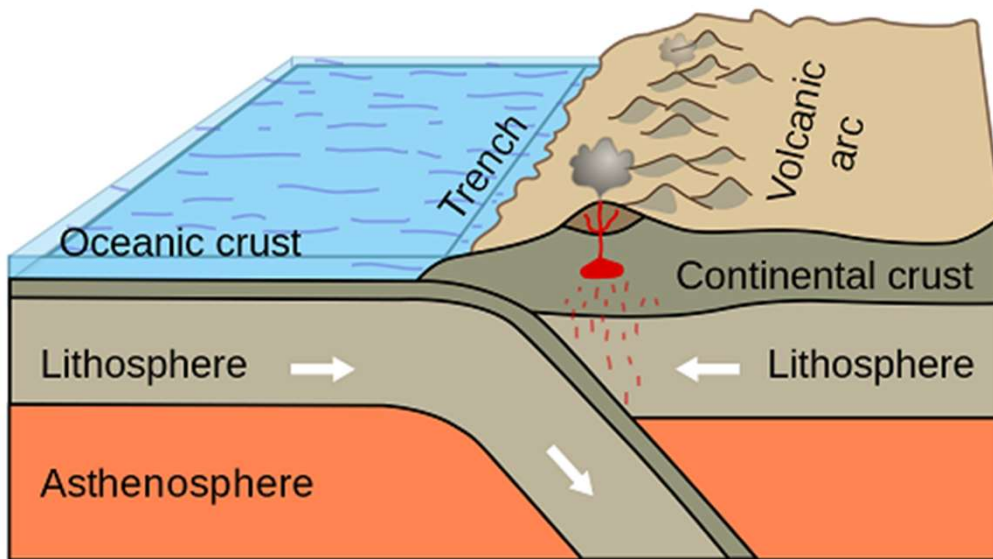


Geologické vlivy

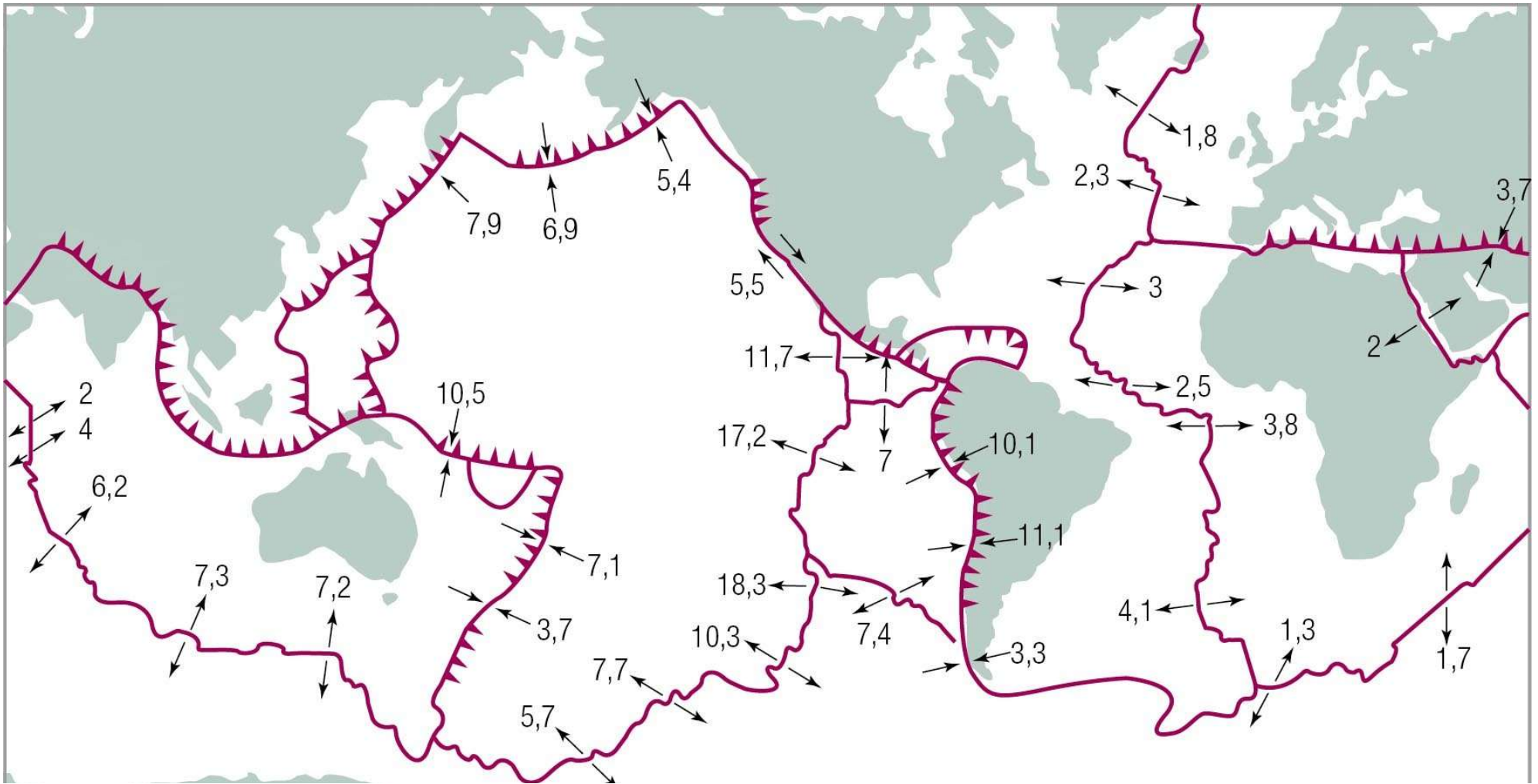
DESKOVÁ TEKTONIKA

LITOSFÉRA = Σ (zemská kůra, nejsvrchnější část svrchního zemského pláště)

- není kompaktní → tvořena **litosférickými deskami (LD)**
- mocnost LD 2-200 km



Zdroj: [Differences between the Earth's Lithosphere and Asthenosphere](#); [What are Tectonic Plates?](#)



Systém riftů (červené linie) a subdukčních zón (červené zubaté linie) na styku LD. Šipky udávají směr pohybu, čísla rychlost pohybu (cm/rok). Zdroj: J. Kadlec a kol.: Evropa se rozpadá. Vesmír 98 (2019).

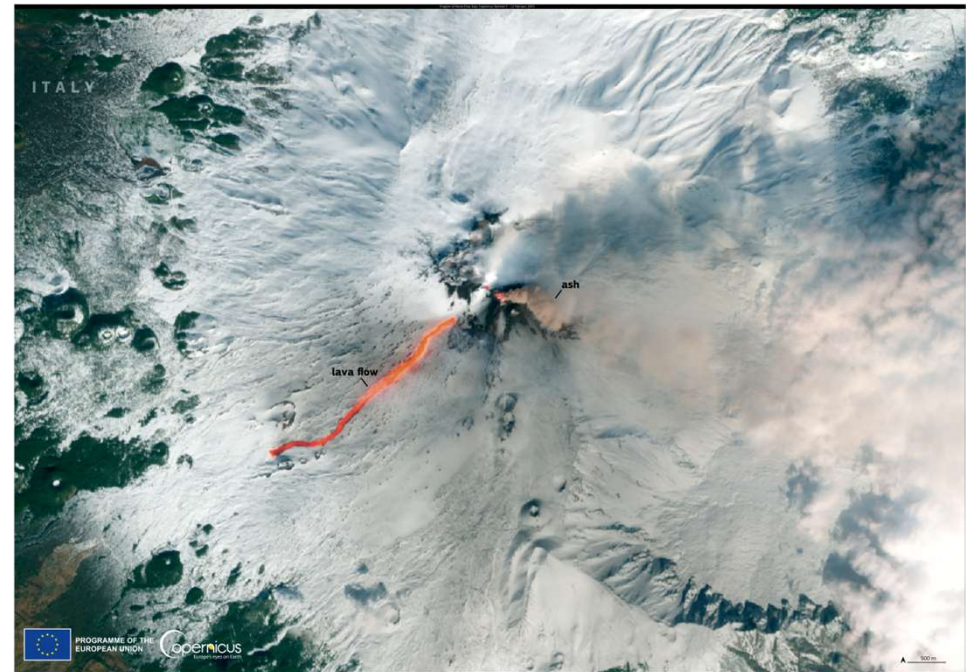
→ desková rozhraní – tektonicky aktivní

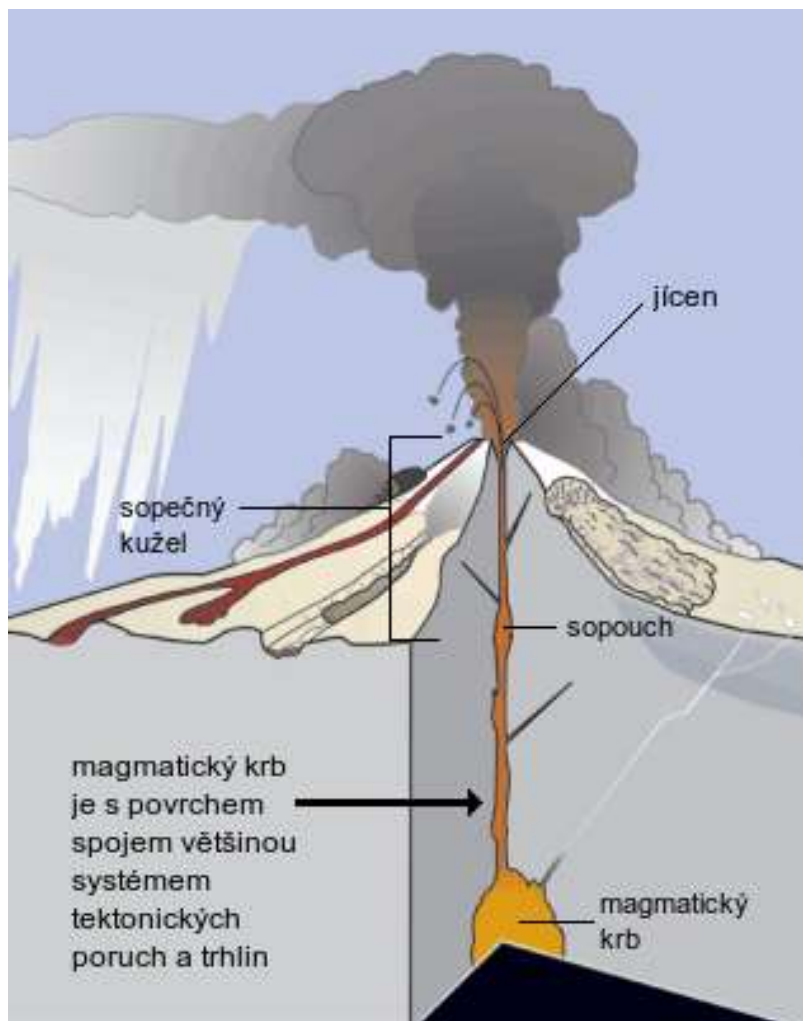
Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - vulkanismus

- výron magmatu, horkých par, plynů a pramenů termálních vod
- doprovodná zemětřesení
- **magma** vzniká tavením svrchního pláště nebo hornin spodní části zemské kůry → Si, Fe, Mg, CO₂, H₂O (g)
- **sopečná erupce** je vyvolána tlakem plynů

Etna – 8. 2. 2025





Sopečná erupce.

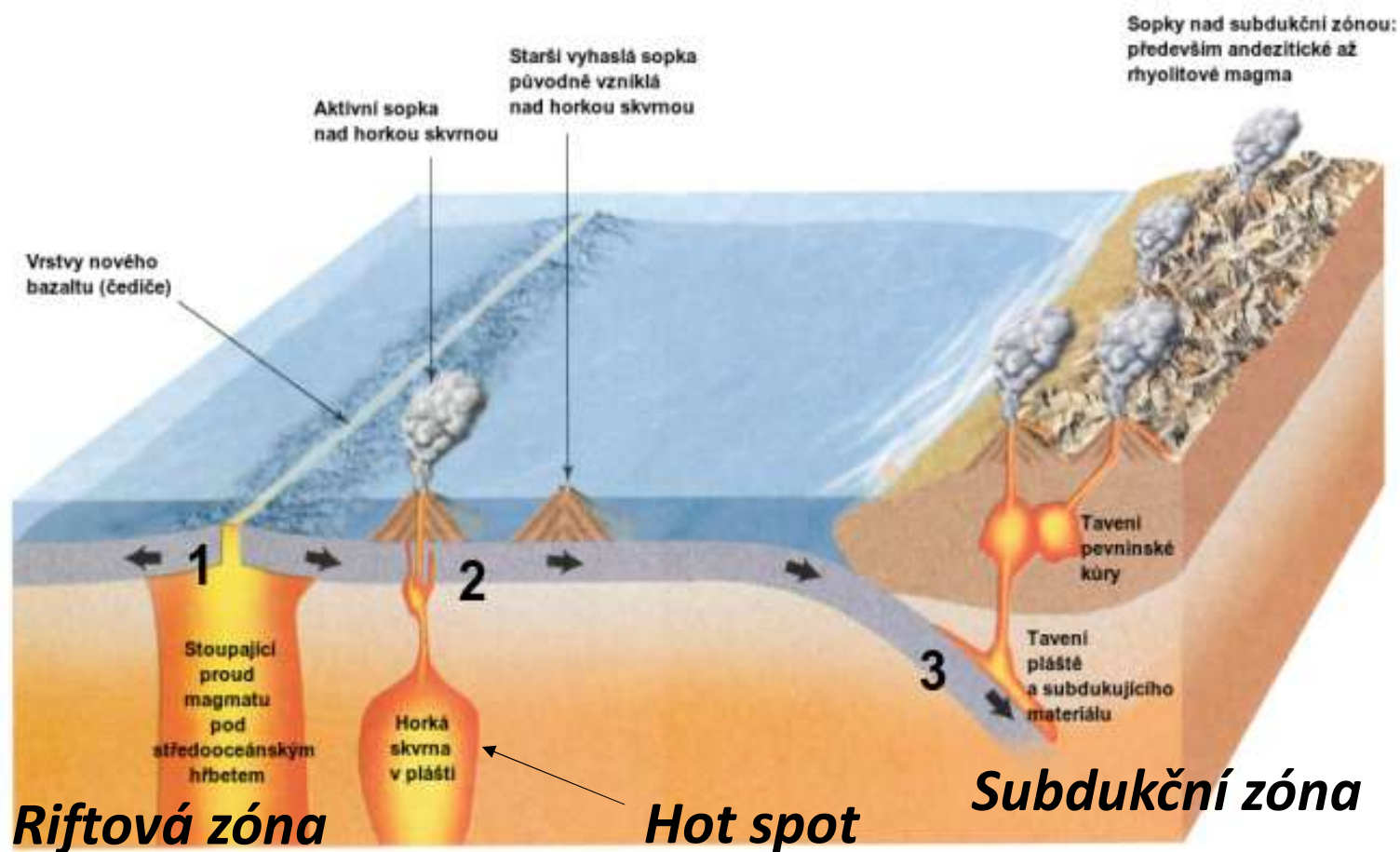
Zdroj: [Vulkanizmus - základní pojmy](#)



Etna, Itálie (2024).

Zdroj: Etna Walk/giuseppe Di Stefano, Reuters

- výskyt v tzv. **subdukčních** nebo **riftových** zónách nebo v místech „**horkých skvrn** (**hot spots**)“



Oblasti vulkanické činnosti.

Zdroj: [Magma \(sites.google.com/site/vulkanizmus\)](https://sites.google.com/site/vulkanizmus/)

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - vulkanismus

(+) minerální vody (termální prameny – Karlovy Vary, Františkovy a Mariánské lázně)

(+) vulkanické bahno (Františkovy lázně)

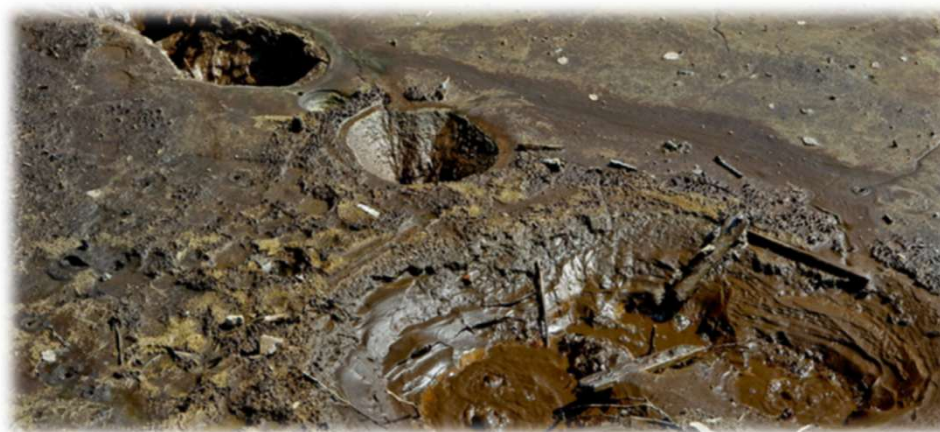
(+) využití geotermální energie

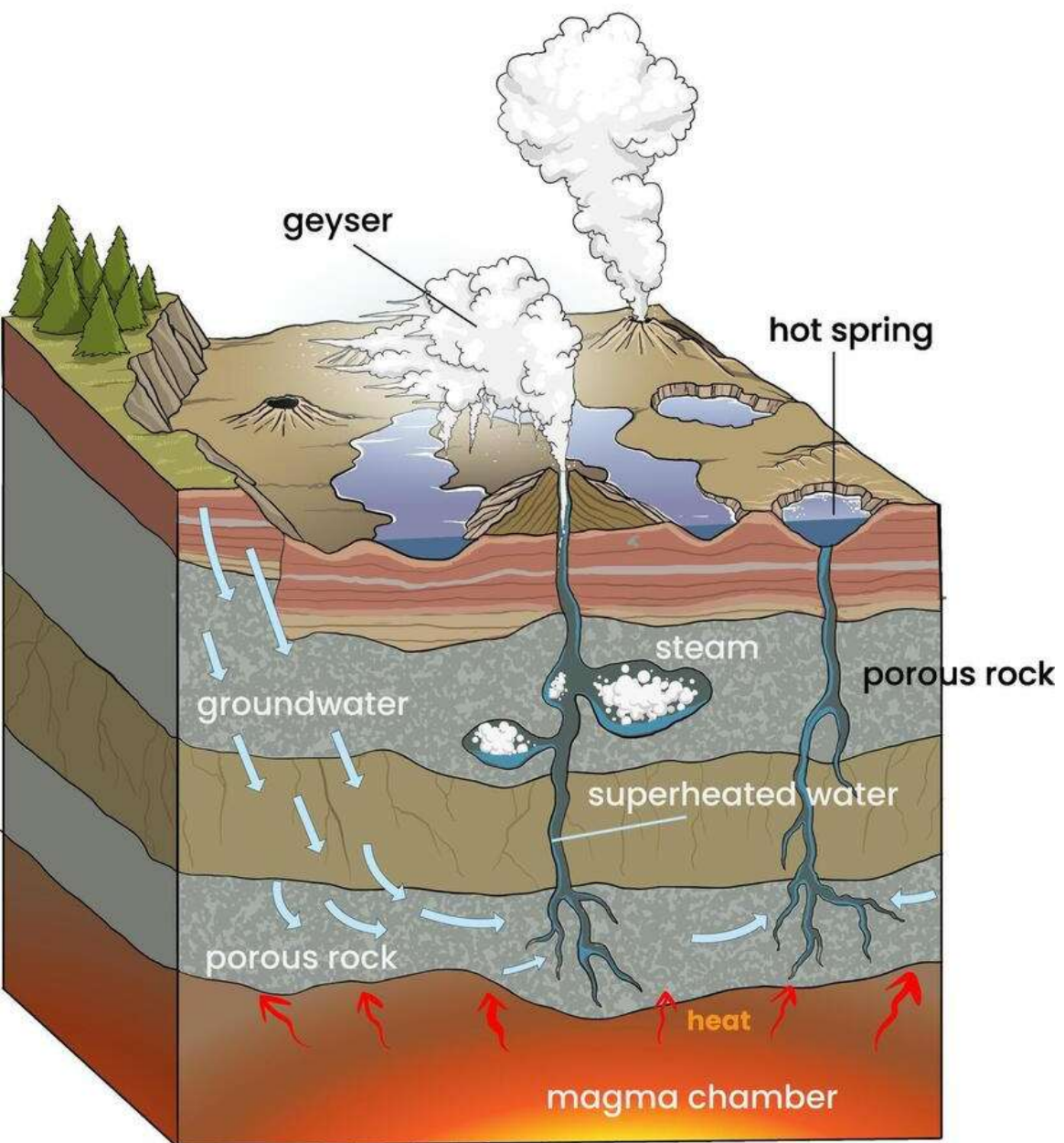
(+) úrodnost půdy

(+) turismus a rekreace

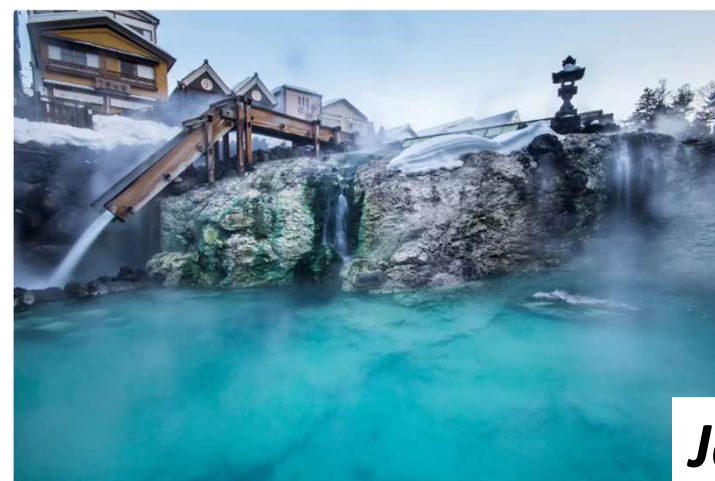
***Bahenní sopky v NPR Soos a
Vřídlo v KV.***

Zdroje: [Soos](#); [Vřídlo](#)





Island



Japonsko

***Doprovodné jevy magmatické činnosti –
horké prameny a gejzíry.*** Zdroje: [1](#), [2](#), [3](#)

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - vulkanismus

1) Přímé ohrožení života

I. Lávové proudy

II. Pyroklastické proudy

III. Padající kameny a popel

IV. Kontaminace vody

V. Poškození budov



**Těla obyvatel Pompejí zasažených v r. 79 n. l.
erupcí sopky Vesuv.**

Zdroj: [CNN](https://www.cnn.com)

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - vulkanismus

2) Změny v atmosféře

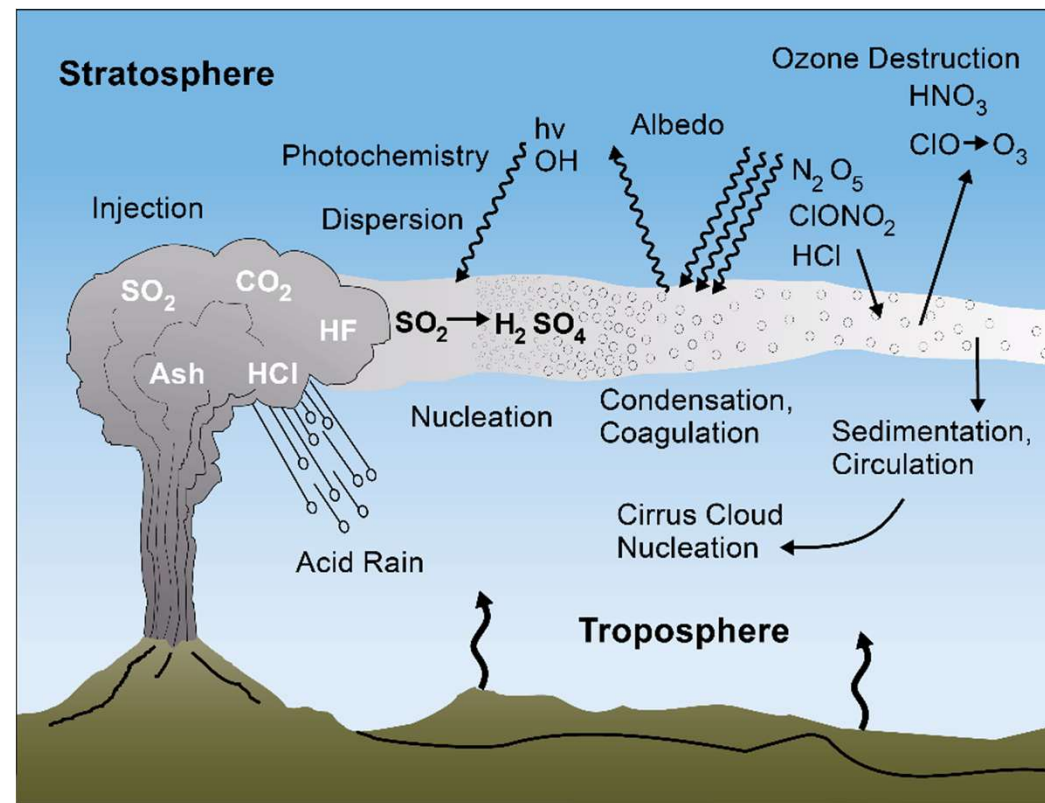
- pevné částice
- plynné částice

→ respirační obtíže

→ kyselá dešť

- skleníkové plyny
- sopečné aerosoly

→ změny klimatu



Zdroj: [Volcanoes Can Affect Climate](#)

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - zemětřesení

= náhlý a krátkodobý otřes zemského povrchu vyvolaný:

1) Přírodními faktory

- tektonická zemětřesení – 90 %
- vulkanická zemětřesení
- řítivá zemětřesení

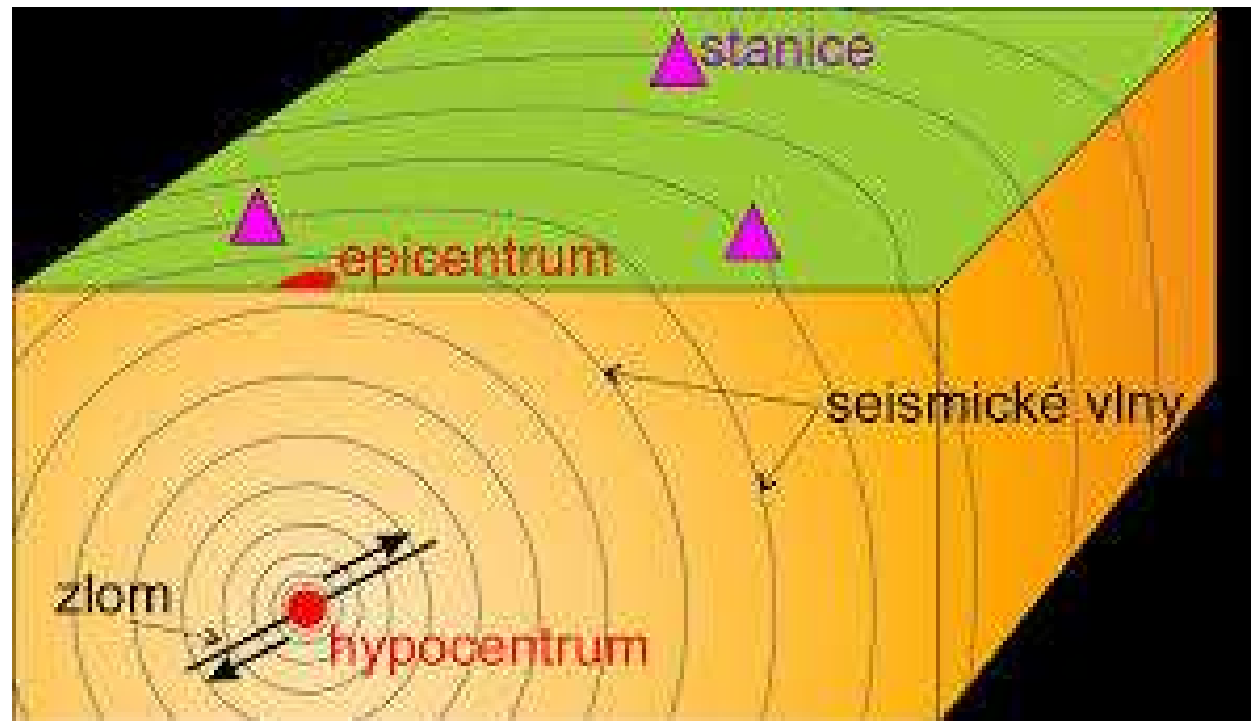
2) Kombinací přírodních a antropogenních faktorů

- otřesy z důlní činnosti, z dopravy, z trhacích prací apod.

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - zemětřesení

- *OHNISKO*
- *HYPOCENTRUM*
- *EPICENTRUM*



INTENZITA = účinky na základě projevů zemětřesení

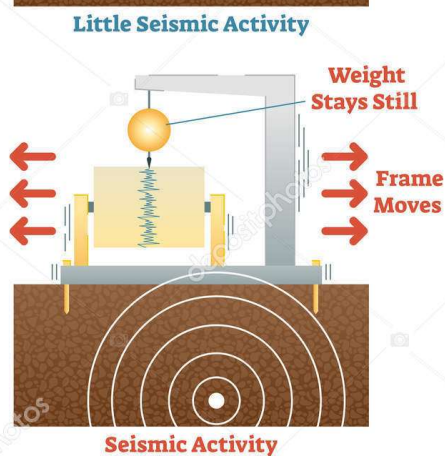
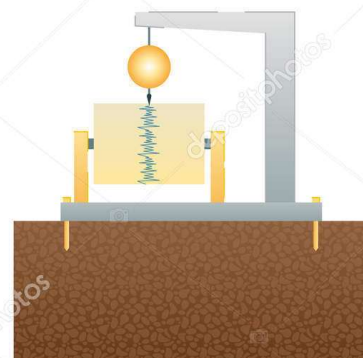
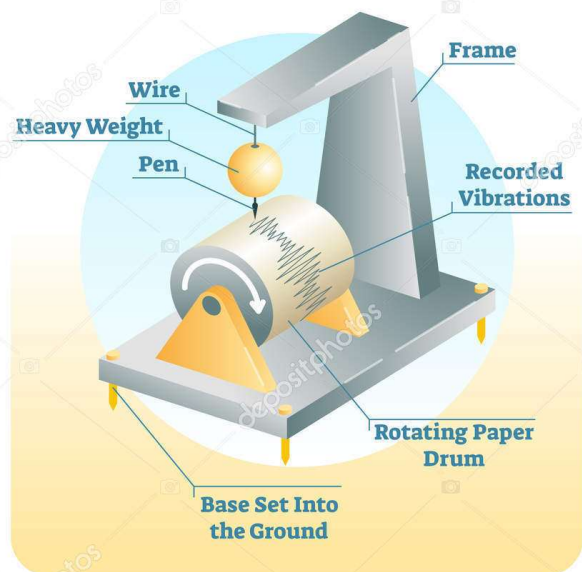
VELIKOST = množství energie uvolněné otřesy, je měřitelná

Intenzita zemětřesení – Mercalliho škála

Stupeň	Označení	Zrychlení (mm/s)	Popis
I.	<i>nepozorovatelné</i>	do 2,5	Člověk nerozpozná, pouze přístroje.
II.	<i>velmi slabé</i>	2,5 - 5	Rozpoznatelné v horních patrech budov citlivými lidmi.
II.	<i>slabé</i>	5 - 10	Vibrace, lustry se pohybují; srovnatelné s vibracemi způsobenými projíždějícím těžkým nákladním automobilem.
IV.	<i>mírné</i>	10 - 25	Drnčení oken, cinkot příborů a nádobí, zdi vydávají praskavé zvuky.
V.	<i>málo silné</i>	25 - 50	Lze rozpoznat v krajině, probouzí spící, praskání oken, kyvadlové hodiny se mohou zastavit.
VI.	<i>silné</i>	50 - 100	Vrávorání při chůzi, padají předměty, rozbíjí se nádobí, praskliny v omítce.
VII.	<i>velmi silné</i>	100 - 250	Lze jen obtížně stát, zvony zvoní, trhliny ve zdech.
VIII.	<i>bořivé</i>	250 - 500	Padají komíny, poškození budov, pohybující se těžký nábytek.
IX.	<i>pustošivé</i>	500 - 1000	Panika, vážné poškození domů, větší trhliny v půdě.
X.	<i>ničivé</i>	1000 - 2500	Zničené budovy, porušení přehrad, velké trhliny v půdě.
XI.	<i>katastrofické</i>	2500 - 5000	Roztržení kolejí a potrubí, zničené mosty, změny terénu.
XII.	<i>globální</i>	přes 5000	Velké předměty létají vzduchem, úplné zničení, rozsáhlé terénní změny.

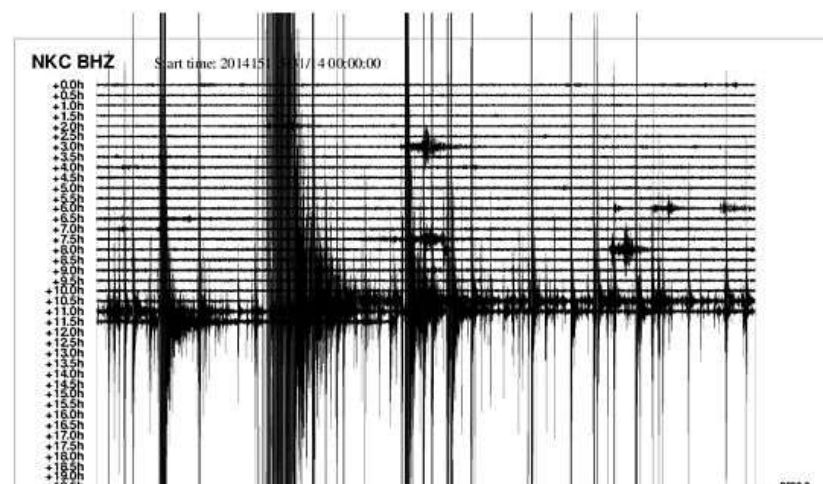
Velikost zemětřesení

SEISMOGRAPH



- měří se **SEISMOGRAFY**:
- 1. analogické
- 2. digitální

Date 2014/05/31 Station NKC



Seismografický záznam ze zemětřesení na Chebsku (květen 2014).

Zdroj: Geofyzikální ústav Akademie věd ČR

Velikost zemětřesení

- z měření se stanovuje veličina ***magnitudo M***

$$M = \log a$$

- ***a*** – maximální amplituda povrchových vln v epicentrální vzdálenosti **100 km** registrovaná standardním Wood-Andersonovým krátkoperiodovým seismografem [μm]
- ***M*** je základ ***Richterovy stupnice*** (logaritmická!!!)
- stupnice zavedena v roce 1935 (americký seismolog Ch. F. Richter)

Richterova škála – velikost zemětřesení



M	Následky	Četnost/rok
1-2,9	Není cítit, příp. slabě, lze měřit přístroji	>100 000
3-3,9	Lze cítit; bez poškození budov	12 000–100 000
4-4,9	Slabé zemětřesení; první poškození	2 000–12 000
5-5,9	Střední zemětřesení; malé poškození budov	200–2,000
6-6,9	Silné zemětřesení; významné poškození budov	20–200
7-7,9	Velké poškození budov, ztráty na životech	3-20
8 a více	Destrukční účinky, ↑ztráty na životech	<3

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA - zemětřesení

1) Přímé ohrožení života

- řícení budov
- sesuvy půdy
- tsunami
- požáry
- zničení infrastruktury

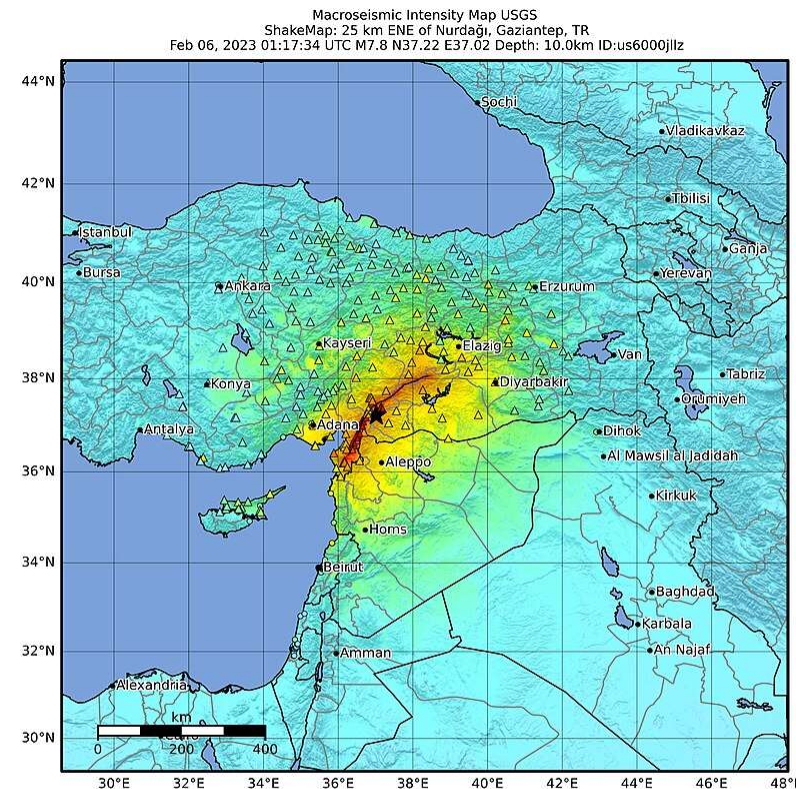
2) Sociální a ekonomické dopady

3) Environmentální dopady

Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA – zemětřesení Turecko a Sýrie 2023

- **6.2.2023** – zemětřesení o síle 7,8 stupňů R. š., o několik hodin později druhé zemětřesení o velikosti 7,5 stupně R. š.
- epicentrum - poblíž města Gaziantep
- *zasaženo až 16 milionů lidí* – 57 000 obětí, okolo sto tisíc zraněných, vysídleno 400 000 rodin, zříceno 500 000 budov



SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.0464	0.297	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.0215	0.135	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based on Worden et al. (2012)

△ Seismic Instrument ○ Reported Intensity

★ Epicenter □ Rupture

Version 15: Processed 2023-03-09T21:13:16Z

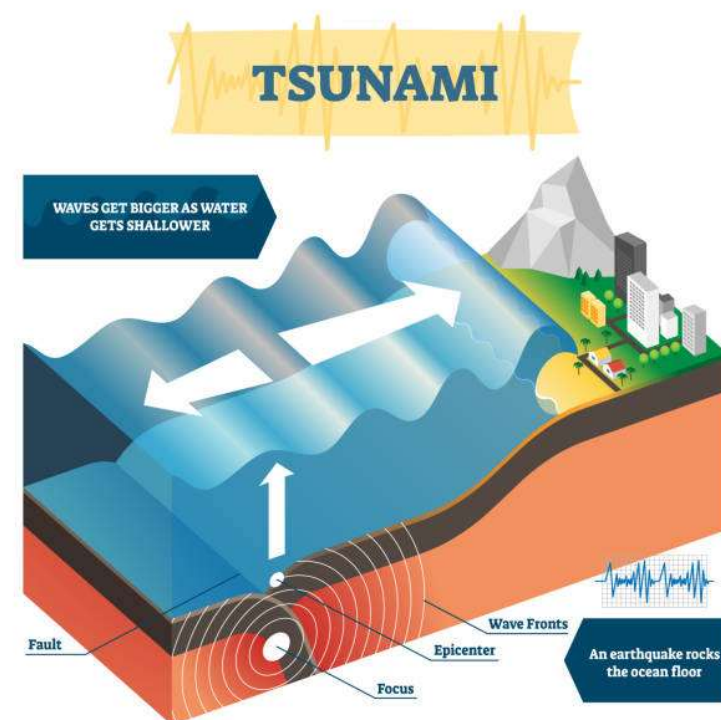
Geologické vlivy

DESKOVÁ TEKTONIKA – tsunami

- obrovská vlna/vlny
- délka vlny až 300 km
- výška vlny při pobřeží i přes 100 m
- ničivé následky v přímořských oblastech

➤ *příčiny vzniku:*

- 1) Pohyb LD – zemětřesení na dně oceánů
- 2) Sopečná činnost
- 3) Půdní sesuvy nebo pohyby ledovců
- 4) Dopad vesmírného tělesa



Zdroj: REUTERS/Mainichi Shimbun

The background of the slide is a close-up photograph of a radiation warning symbol. The symbol is a black trefoil (three-leaf clover) shape on a yellow background. The surface appears to be a weathered metal plate with some rust and scratches. To the right of the symbol, the word "DANGER" is partially visible in large, black, sans-serif capital letters, oriented vertically.

Z jakých (běžných) zdrojů se dostáváme do kontaktu s ionizujícím zářením?

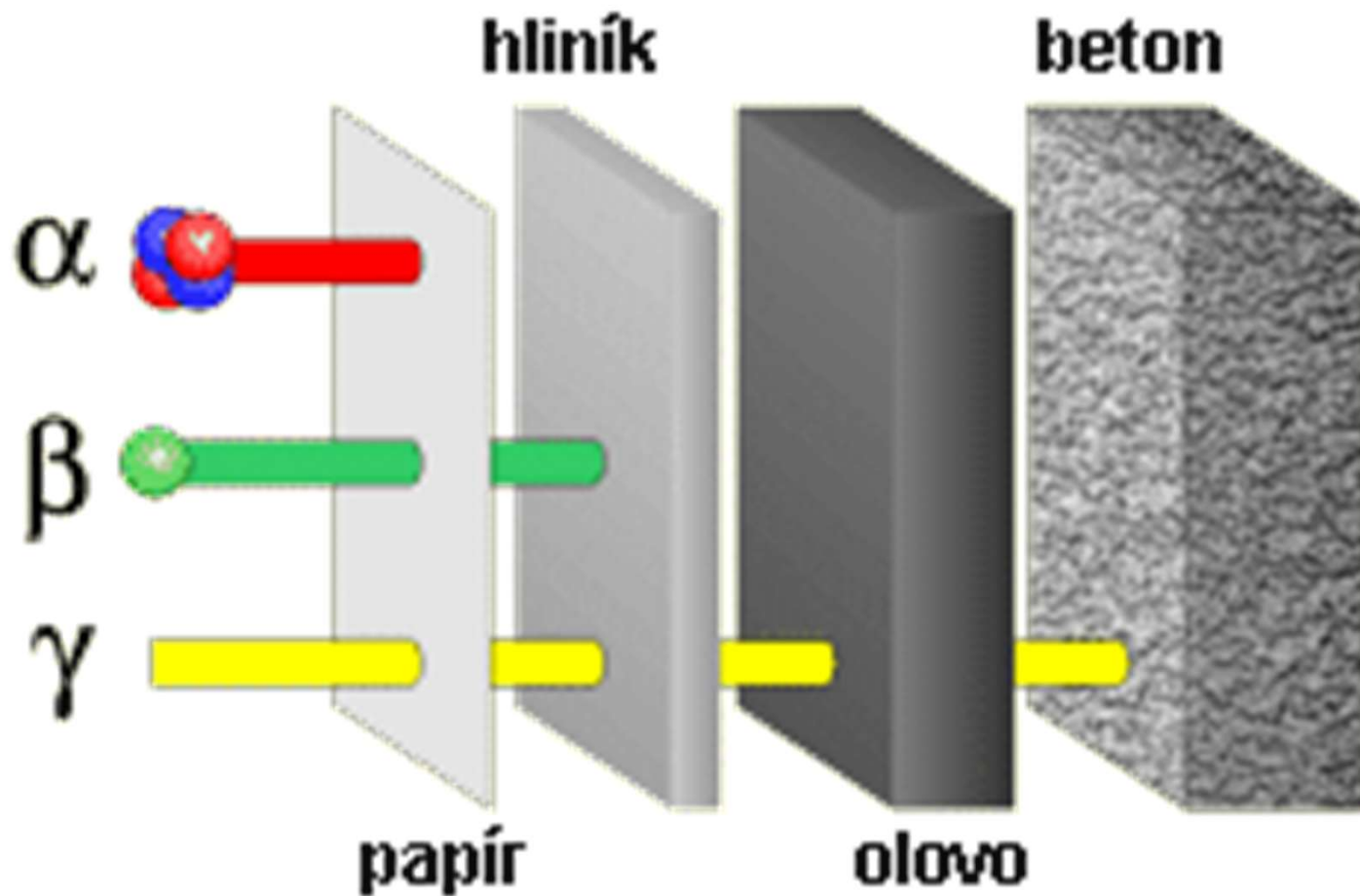
Ionizující záření

➤ **3 základní typy ionizujícího záření:**

1) α

2) β

3) γ



Ionizující záření

RADIAČNÍ POZADÍ

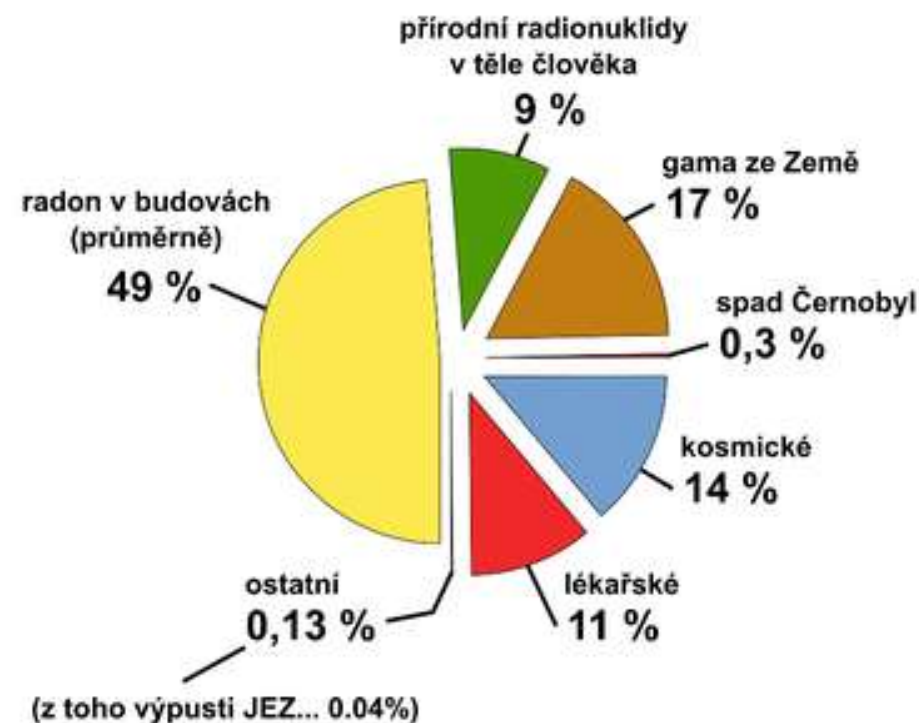
= suma ionizujícího záření z vesmíru a zemského povrchu

- přírodní – adaptace
- ↑ hodnoty – zdravotní rizika

➤ **charakteristiky:**

- ✓ multikomponentní povaha
- ✓ nedílná složka ŽP
- ✓ kontinuální
- ✓ různé složení

Rozdělení dávek obyvatelstvu

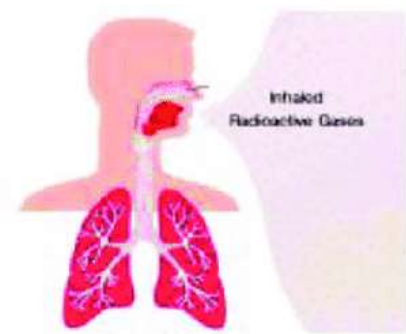
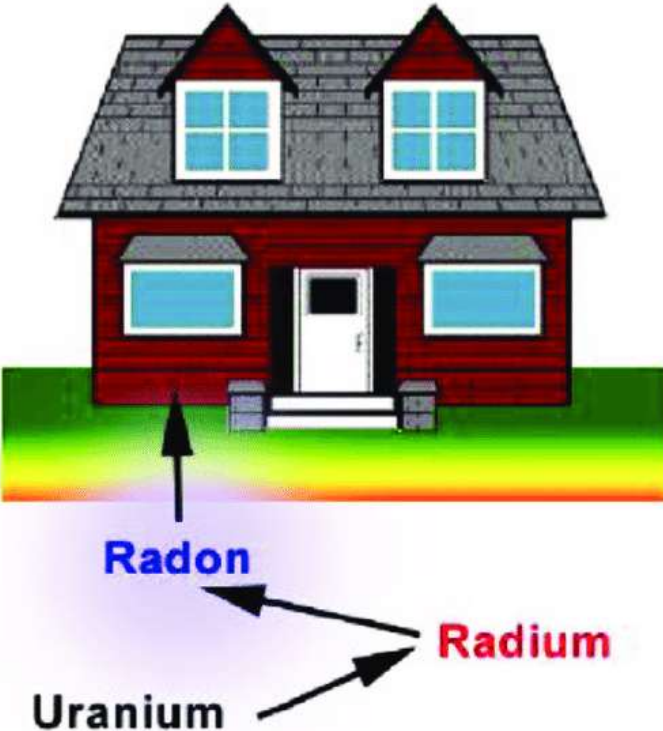


Ionizující záření

RADIAČNÍ POZADÍ - radon

- plyn bez barvy, zápachu a chuti, α zářič
- poločas rozpadu 3,825 dne (uranová rozpadová řada)
- hlavní zdroj v obydlích – půdní vzduch
- karcinogen (dle WHO)

<i>Prům. konc. Rn v ovzduší obytných budov v Evropě v Bq/m³</i>	
ČR	120
Finsko	110
Švédsko	108
Rakousko	75
Švýcarsko	70
Francie	68
Norsko	60
Německo	50
GB	20

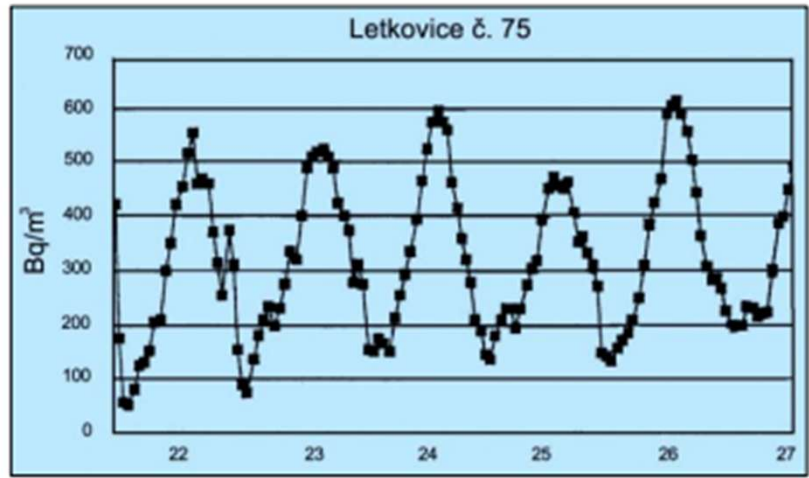


Lung Cancer Risk

Smokers + high radon = 1 in 3

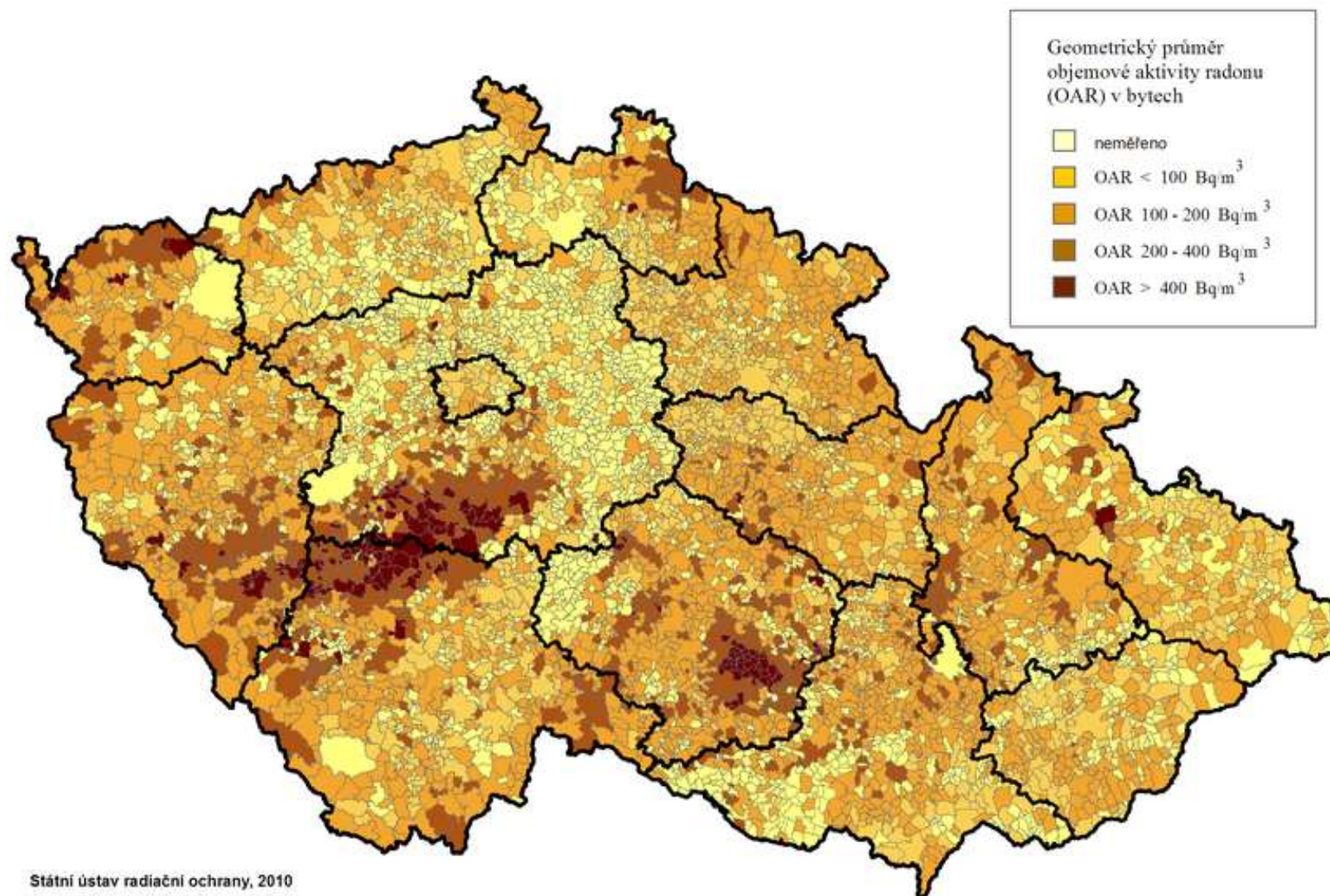


High radon only = 1 in 20



Obr. 39: Cyklické změny koncentrace radonu v rodinném domku v Letkovicích v režimu den a noc, způsobené kolísáním teplot a větráním podle měření společnosti.

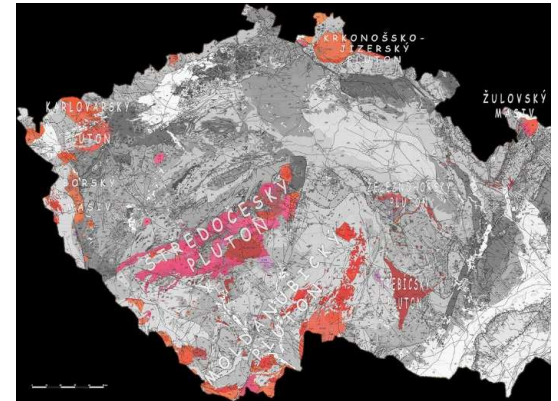
Geometrický průměr objemové aktivity radonu (OAR) v obcích České republiky



Ionizující záření

RADIAČNÍ POZADÍ – radon a jeho dopady na zdraví

- produkty rozpadu – rakovina plic
- [česká epidemiologická studie](#) (1960-1999)
 - území Středočeského plutonu (nejvyšší koncentrace Rn v ČR)
 - 12 000 osob
 - měření Rn v domech



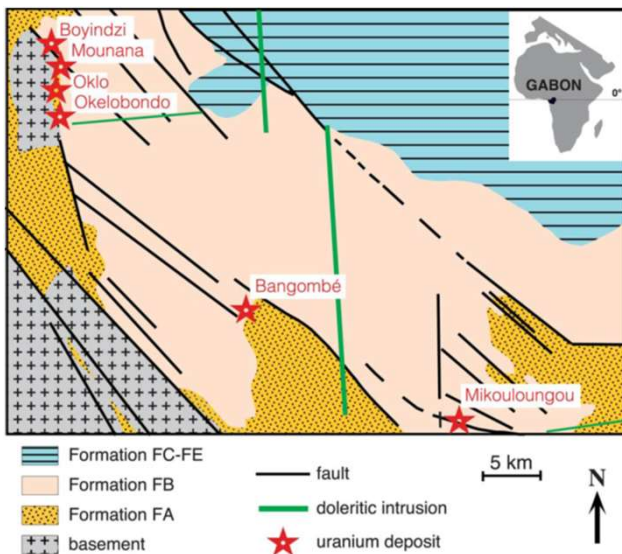
→ na sledovaném území byl o 13 % vyšší výskyt rakoviny plic, než byl celorepublikový průměr

→ častější výskyt rakoviny plic u osob žijících v domech s ↑ konc. Rn (400 a více Bq/m³)

Ionizující záření

PŘÍRODNÍ JADERNÉ REAKTORY - Oklo, Gabon

- **1972** – objev ($\downarrow$ obsah ^{235}U o 0,03 %)
- 15 (17) přírodních nukleárních reaktorů (stáří 1,95 mld. let) o výkonu 100 kW – fungovaly 150 000 let
- ložiska uranu



- specifické podmínky - Oklo a Bangombé
- část ložisek vytěžena, část konzervována

Geologická mapa Franceville v Gabonu.

Zdroj: S.-E. Bentrudi a kol. *IEEE Transactions on Nuclear Science* 60 (2013) 278-283.

Ionizující záření

PŘÍRODNÍ JADERNÉ REAKTORY - Oklo, Gabon

- část ložisek vytěžena, část konzervována
- ↓ migrace radioizotopů v okolních horninách



Notice the melted rocks from the heat of fission reaction which happen Billion years

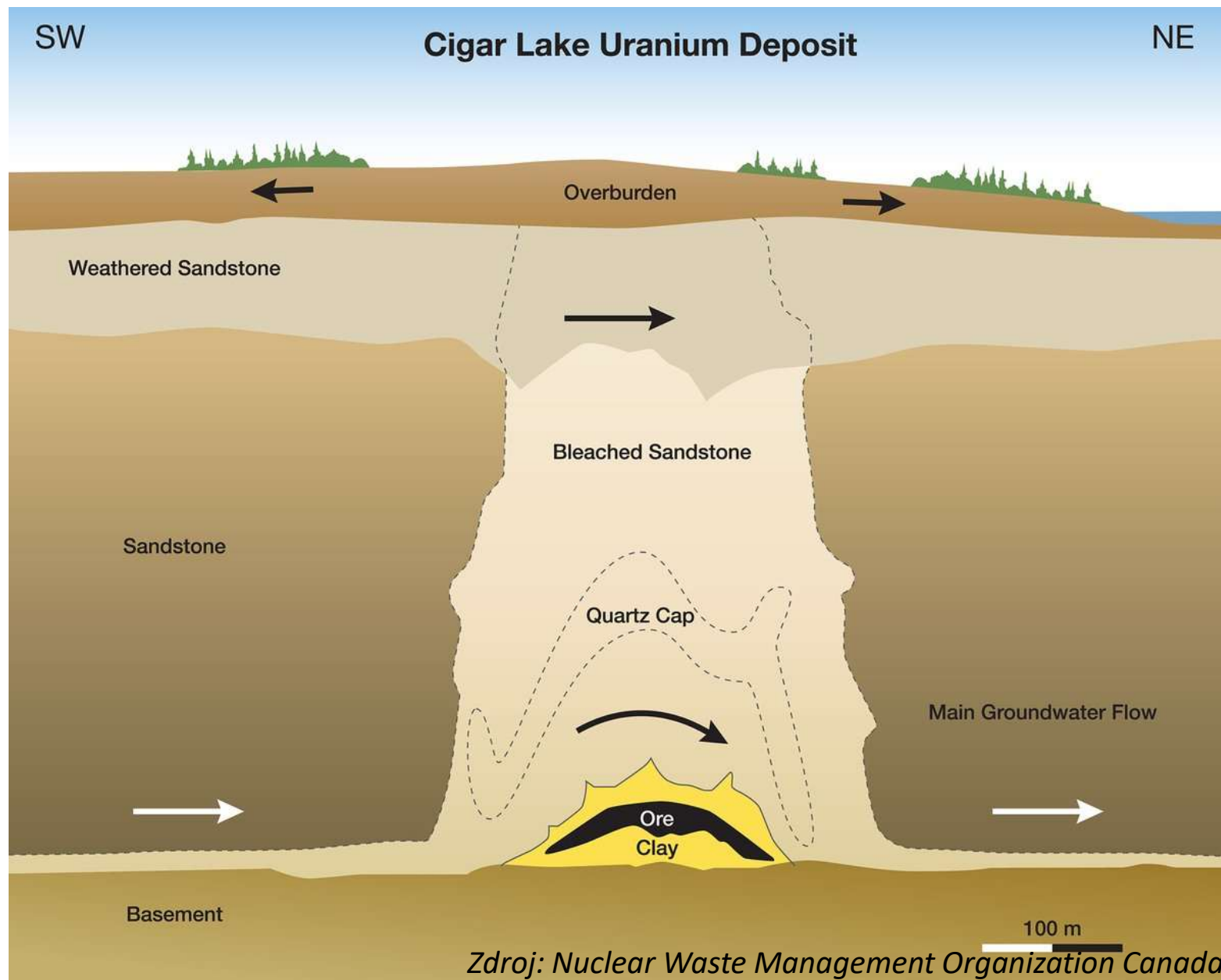
Ionizující záření

PŘÍRODNÍ „TRVALÉ ÚLOŽIŠTĚ“ - Cigar Lake Mine (prov. Saskatchewan, CAN)

- CAN: 22 % světové produkce uranu, 2. místo celosvětově
- ložisko objevené 1981 → výstavba od r. 2005 → zatopení vodou v 2006 a 2008 → těžba od r. 2014
- ruda s vysokým obsahem U_3O_8 (Ø 14,48 %)
- ložisko v hloubce 450 m izolované nepropustnou vrstvou hornin → **efektivní přírodní hlubinné úložiště**

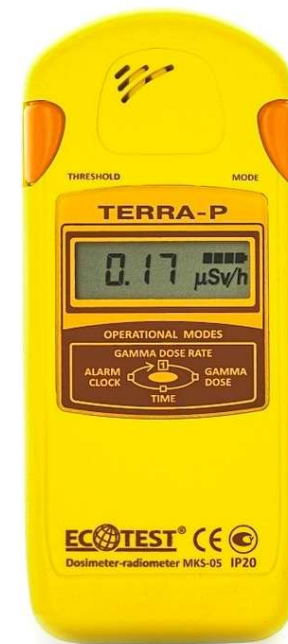


Zdroj: Canadian Nuclear Safety Commission



Měření ionizujícího záření

- 1) přítomnost záření - detektory = interakce záření s vhodným prostředím
- 2) pozorování drah ionizujících částic - mlžné komory
- 3) kvantitativní údaje – dozimetry
 - ✓ kontinuální
 - ✓ integrální - nejčastěji v osobní dozimetrii
 - ✓ **Radiační monitorovací síť (RMS)**– ČR (Síť termoluminiscenčních dozimetrů 181 míst)

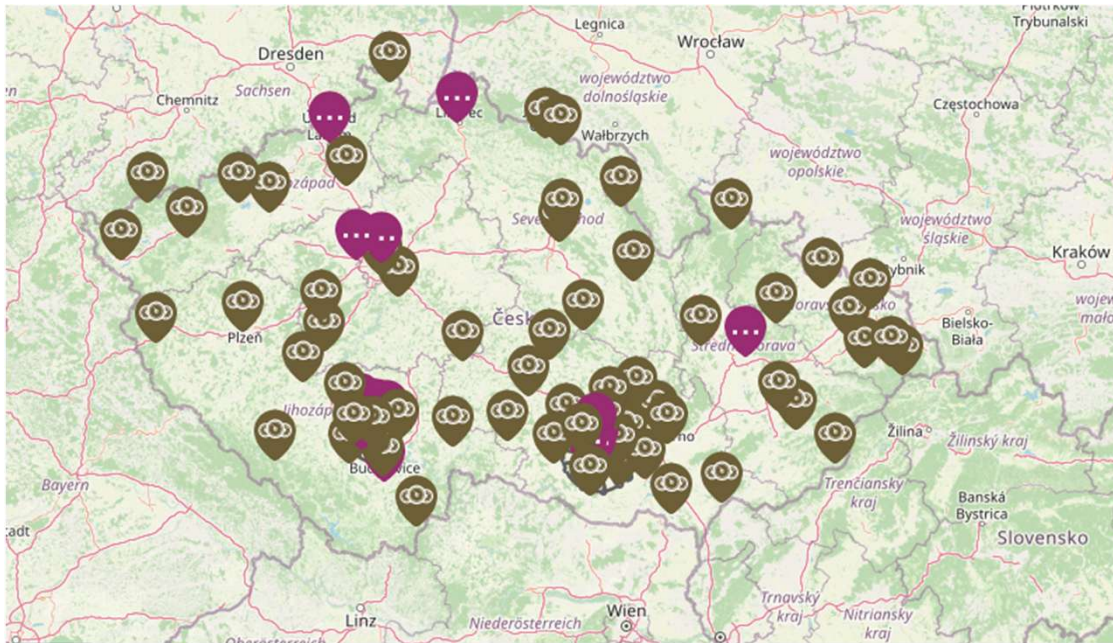


Zdroje: [dozimetrie](#); [vtm.zive.cz](#); [chernobylshop.cz](#)

Měření ionizujícího záření

➤ *Radiační monitorovací síť (RMS)*

- monitorování radiační situace na území ČR → stav ozáření obyvatelstva
- Síť včasného zjištění – 71 měřících bodů



Mapa měřících míst a měřicí místo sítě včasného zjištění.

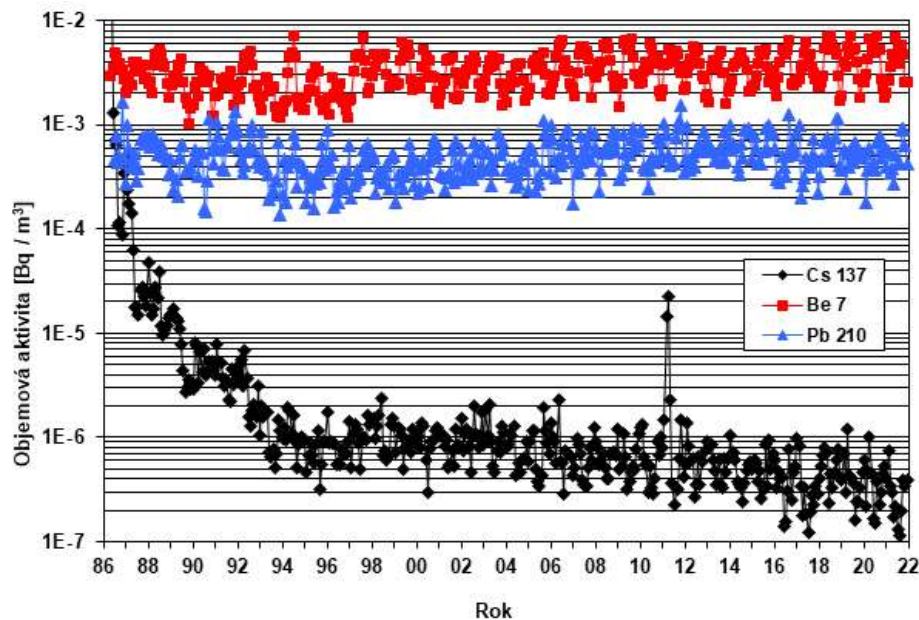
Zdroje: [MonRaS](#); [Monitorování radiační situace](#)



Měření ionizujícího záření

➤ *Radiační monitorovací síť (RMS)*

- Monitoring radionuklidů v ovzduší – 10 (aerosoly) a 9 (spad) měřících míst kontaminace ovzduší



Výsledky z měření aerosolů (1986 – 2020). Zařízení na odběr aerosolů a spadu.

Zdroje: [SURO](#); [Monitorování radiační situace](#).



Měření ionizujícího záření

➤ *Radiační monitorovací síť (RMS)*

- Síť termoluminiscenčních dozimetrů – 180 teritoriálních a 15 (JE Dukovany), resp. 11 (JE Temelín) měřících míst = 206
- od r. 1989
- měřicí zařízení 1 m nad terénem, převážně venkovní ale i vnitřní umístění
- sledovaná veličina – prostorový dávkový ekvivalent

Měřicí místo - stojan s ochranným obalem (uvnitř TLD).

Zdroj: [Monitorování radiační situace](#)



Ochrana před ionizujícím zářením

➤ ***z lékařského hlediska:*** „As Low As Reasonably Achievable“

- příliš vysoká dávka – zbytečně zatěžuje pacienta
- dostačující dávka – pacient je minimálně zatížen a bylo dosaženo cíle
- nedostatečná dávka – výkon je nutné opakovat a součet pak převyšuje dávku dostatečnou

➤ ***čas***

➤ ***vzdálenost***

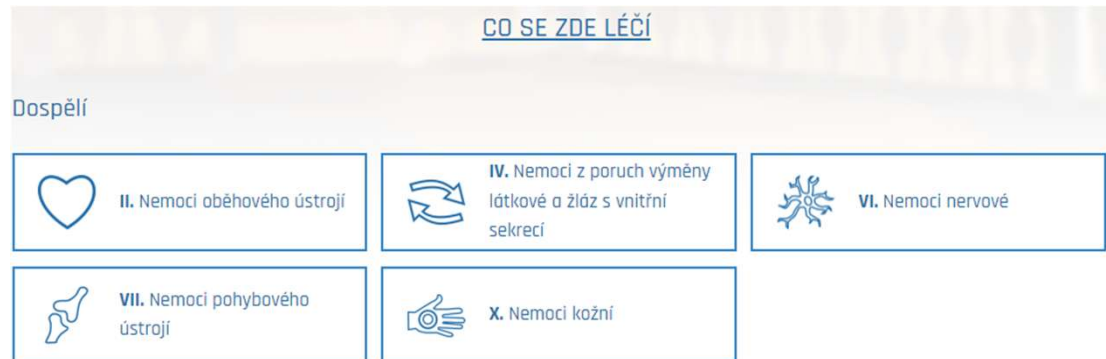
➤ ***stínění***

➤ ***monitoring radiační situace***

➤ ***bezpečnostní opatření v JE a při nakládání s VP***

Využití ionizujícího záření - lékařství

- Radiologie – RTG záření
- Radiodiagnostika – radioizotopy
- Radioterapie – „ozařování“
- Sterilizace nástrojů
- Lázeňství – radiologické lázně



Neionizující záření

ELEKTROMAGNETICKÝ „SMOG“

= *umělé elektromagnetické záření z elektrických zařízení*

- podle vlnové délky/frekvence – typ a charakter záření
- **zdroje**: vysílače, elektrospotřebiče, zážehové motory, přenosové soustavy elektrické sítě
- komunální prostředí – nízké hodnoty
- vliv na lidské zdraví? → **WHO: nedostatek důkazů o nebezpečnosti**

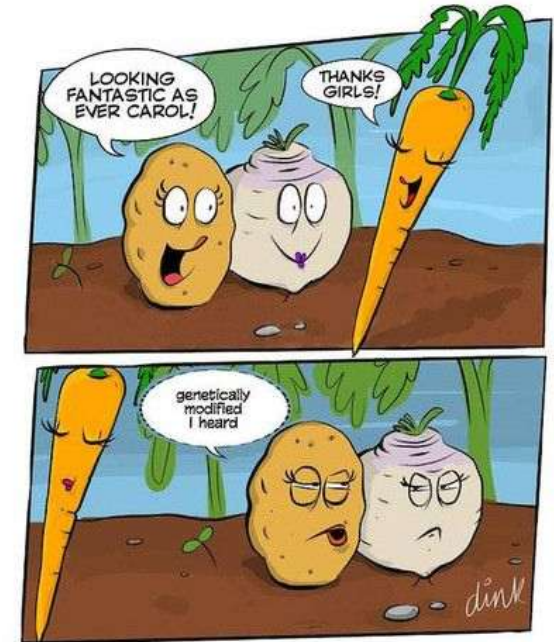


Neionizující záření

- **NV č. 291/2015 Sb. NV o ochraně zdraví před neionizujícím zářením**
 - předpisy EU
 - nejvyšší přípustné hodnoty neionizujícího záření ($0-1,7 \times 10^{15}$ Hz)
 - vychází z doporučení *Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením* (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP*)
-

Jakým výzvám čelí dnešní zemědělství?

Mají zemědělské činnosti dopad na lidské zdraví?



Zdroje literatury

- V. Bencko a kol.: Zdraví a přírodní podmínky (medicína a geologie), vydavatelství Dolin, Praha 2011.
- Bonglaisin JN, Kunsoan NB, Bonny P, Matchawe C, Tata BN, Nkeunen G, Mbofung CM: [Geophagia: Benefits and potential toxicity to human-A review](#). Front Public Health. 10 (2022).

Antropogenní činnosti v kontextu životního prostředí – zemědělství, potraviny

6. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

Antropogenní činnosti v kontextu ŽP

- Zemědělství
- Energetika
- Doprava
- Odpadové hospodářství

Vztah zdraví a prostředí – 1. přednáška

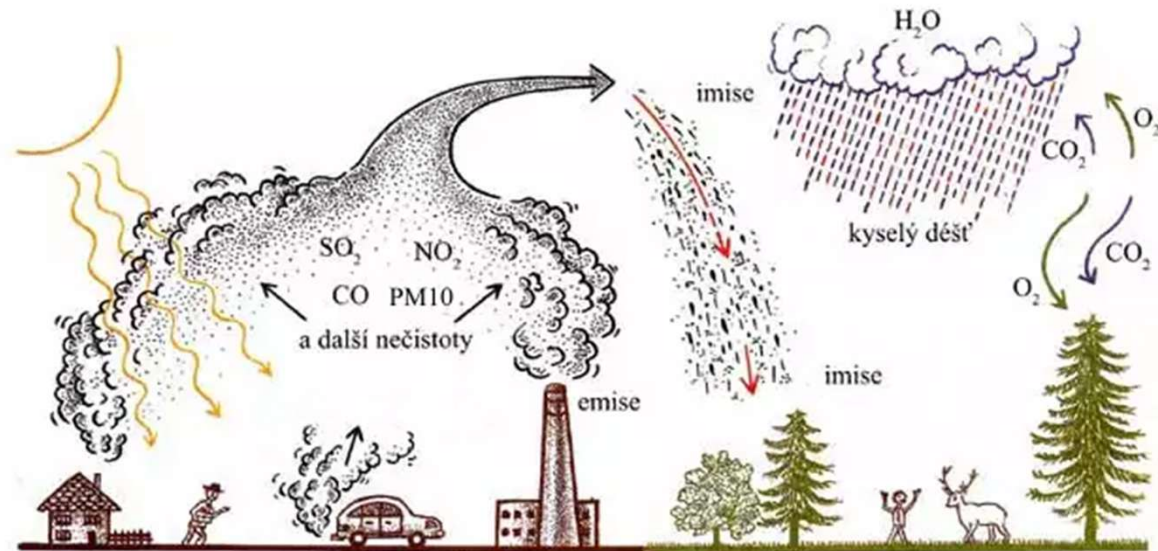
- komplexní, dynamický a mnohostranný
- ŽP podporuje lidské zdraví, umožňuje život
- látky nebo podmínky v ŽP mohou ↑ riziko onemocnění, smrti...
- **činnosti podporující lidské zdraví mohou mít nepříznivé dopady na ŽP, které mohou vést ke škodám na lidském zdraví**
- složitá problematika zahrnující řešení otázek etických, legislativních, sociálních, ekonomických, environmentálních....

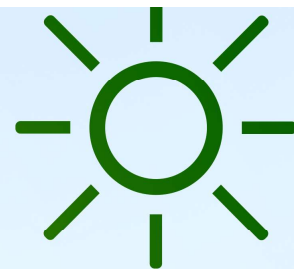
Zdraví lidé mohou existovat jen ve zdravém prostředí.

EMISE vs. IMISE

- z lat. emitto = vysílat
- **znečišťování**
- vnášení polutantů do ŽP

- z lat. immissio = vnikat
- **znečištění**
- polutant přítomný v ŽP





Existují zemědělské postupy na nasycení rostoucí lidské populace? Jsou udržitelné?

Intenzivní zemědělství

- využívá produkční potenciál – umělých i přírodních ekosystémů
- **zásadní otázka – jak uživit rostoucí lidskou populaci?** → intenzifikace
- **aktuální stav:**
 - ✓ úzce specializovaná produkce (↑ hustota)
 - ✓ ↑ mechanizace
 - ✓ chemizace
- **dopady:**

✓ kontaminace prostředí	✓ šíření onemocnění plodin a zoonóz
✓ eutrofizace	✓ nedostatek vody a půdy
✓ ↓ biodiverzity	✓ potřeba odolných druhů
✓ mechanické poškozování půdy	

Intenzivní (konvenční) zemědělství

- **průmyslové zemědělství**
- **tržně orientovaný** způsob hospodaření
- **maximalizace produkce + minimalizace vstupů** → přednost před ŽP!
- plodiny/zvířata dle ekonomického výnosu
- urbanizace krajiny
- **neschopnost autoregulace** agroekosystémů → antropogenní regulace
- **mechanizace**





Postupy intenzifikace?

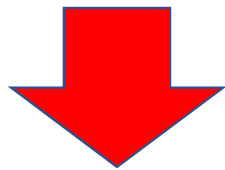
➤ *Největší vepřín světa*

- Čína, Wu-chan
- 26 pater – 2 podlaží technické zázemí, 24 pater na chov – 1000 prasnic/patro
- úspora až 90 % půdy a 70 % vody než klasický chov
- inteligentní řízení ventilace – eliminace chorob

Zdroj: agropress.cz

Intenzivní zemědělství

- **postupy intenzifikace:**
 - ✓ úzce specializovaná produkce
 - ✓ zvyšování hustoty organismů
 - ✓ stupňované využívání ploch
 - ✓ mechanizace a automatizace
 - ✓ chemizace
 - ✓ energetické + informační vstupy
 - ✓ kvantita nad kvalitou



obvykle kombinace více postupů



Intenzivní zemědělství - mechanizace

➤ *Pozitiva mechanizace*

(+) efektivnější postupy

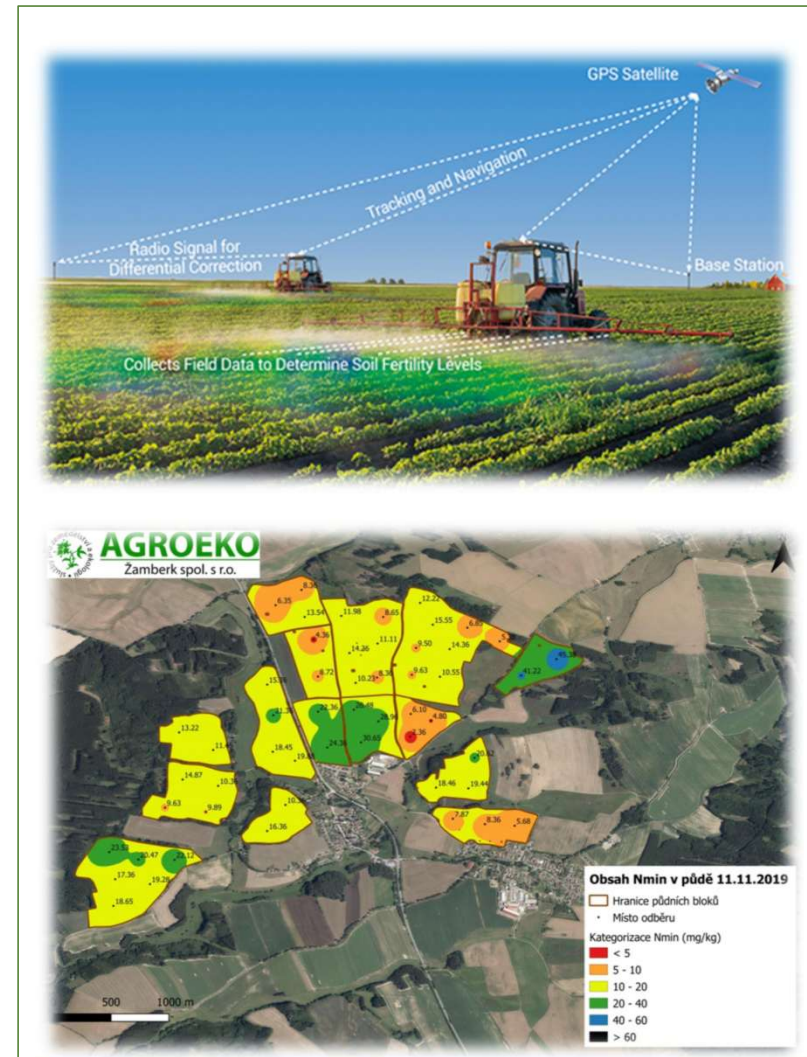
(+) precizní zemědělství

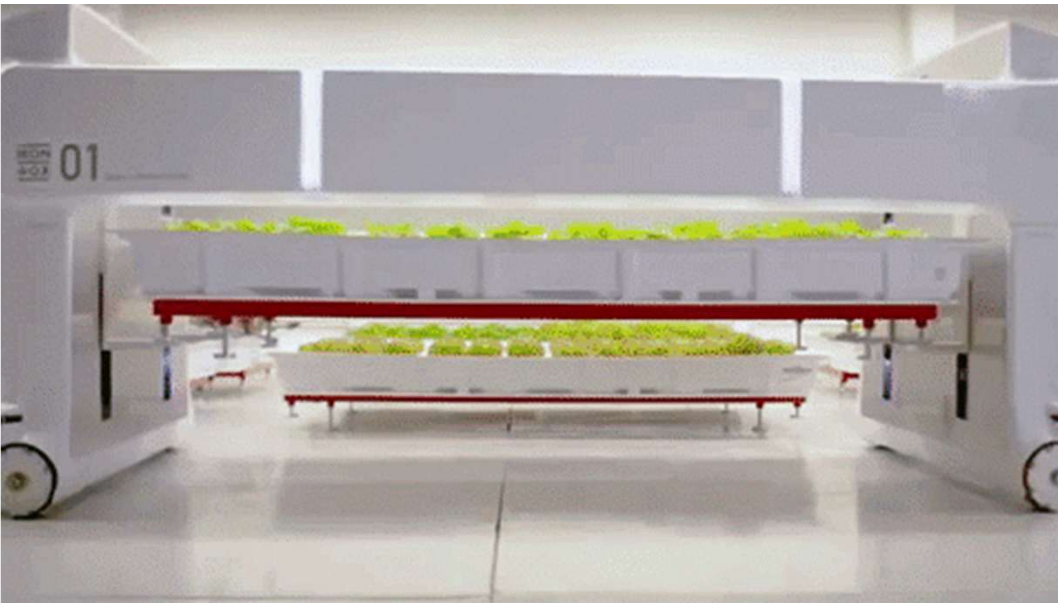
- efektivní hnojení

- ↑ výnosy

- ↓ dopady na ŽP

(+) automatizace/robotizace





Kalifornský start-up Iron Ox a jeho automatizovaná farma. Téměř veškerou práci vykonávají roboti.

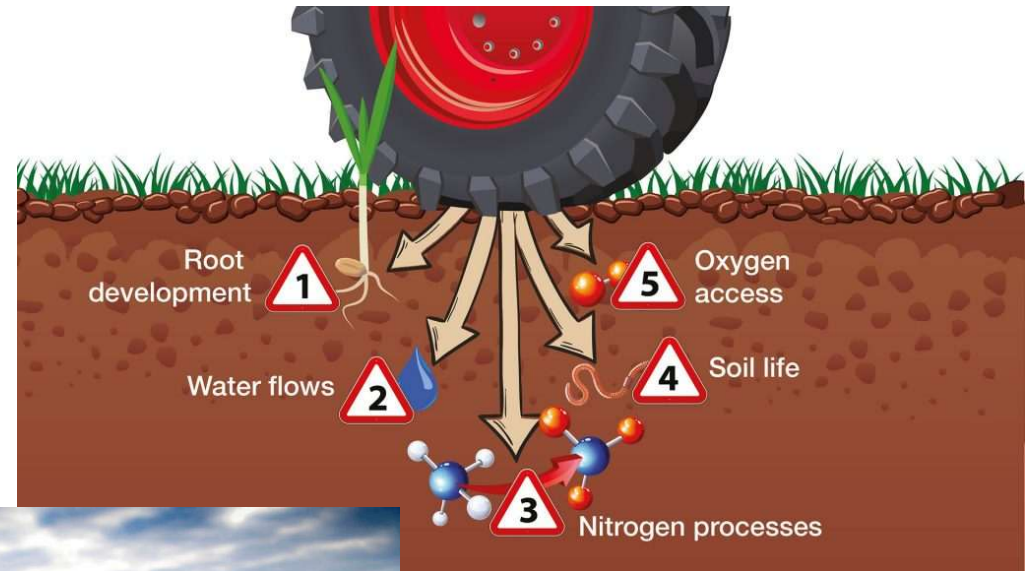
Hlavní aspekty činnosti Iron Ox:

- ***Robotizace skleníků***
- ***Hydroponické pěstování***
- ***Udržitelnost:*** systémy spotřebovávají o 90 % méně vody a energie než tradiční zemědělství
- ***Produkty:*** různé druhy bylin, zeleniny a jahody

Intenzivní zemědělství - mechanizace

➤ *Negativa mechanizace*

- (-) spotřeba energie
- (-) ↑ emise
- (-) ↑ náklady
- (-) zatížení půdy a pedokompakce (podpora eroze)
- (-) ↓ zaměstnanost



Znáte nějaký konkrétní pesticid?



Intenzivní zemědělství - chemizace

➤ *Umělá (průmyslová) hnojiva*

- hlavní složky: N, P, K
- látky anorganické i organické
- obvykle vícesložková v pevné či kapalně formě



➤ *Pesticidy*

- široká skupina chemických látek – různé toxické účinky
- organofosfáty, neonikotinoidy, triazoly...
- insekticidy, herbicidy, fungicidy, akaricidy, rodenticidy...

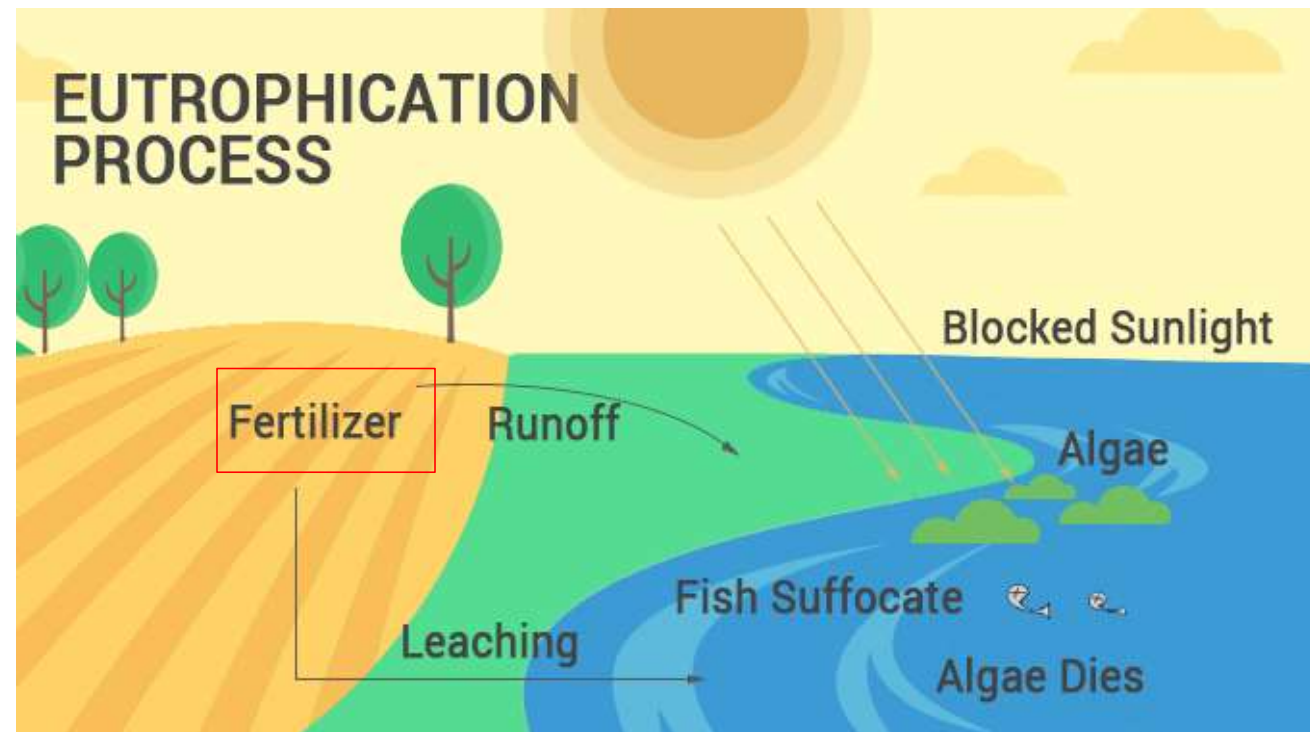


➤ *Regulátory růst*

- syntetické fytohormony – imitují např. auxiny a cytokininy

Intenzivní zemědělství - eutrofizace

- proces zvyšování množství dostupných živin **v půdě a povrchové vodě**
- přirozená vs. indukovaná
- rozvoj (nižších druhů) organismů – rychle se množící a/nebo nitrofilních, (invazivní)



Intenzivní zemědělství - eutrofizace

- ve vodním prostředí ↓ biodiverzity a změna kyslíkového režimu



Vodní květ na vltavském rameni Orlické nádrže. Vodní květ v Baltském moři. Zdroj: [Copernicus](#)

Zdroj: [Vodní hospodářství](#)

Intenzivní zemědělství - eutrofizace

➤ A.Y. Zhidkova a kol.: *The effect of eutrophication on human health on the example of the Gulf of Taganrog of the Sea of Azov, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020*

➤ **Metodologie:**

- Taganrožský záliv v Azovském moři – hloubka 4,9 m, sladkovodní přítok řeky Don
- data z let 2002-2015: 2700 vzorků z 20 míst v období duben-říjen → stanovení chemických, fyzikálních i mikrobiologických charakteristik
- vytvořen eutrofizační index – matematický model

➤ **Výsledky:**

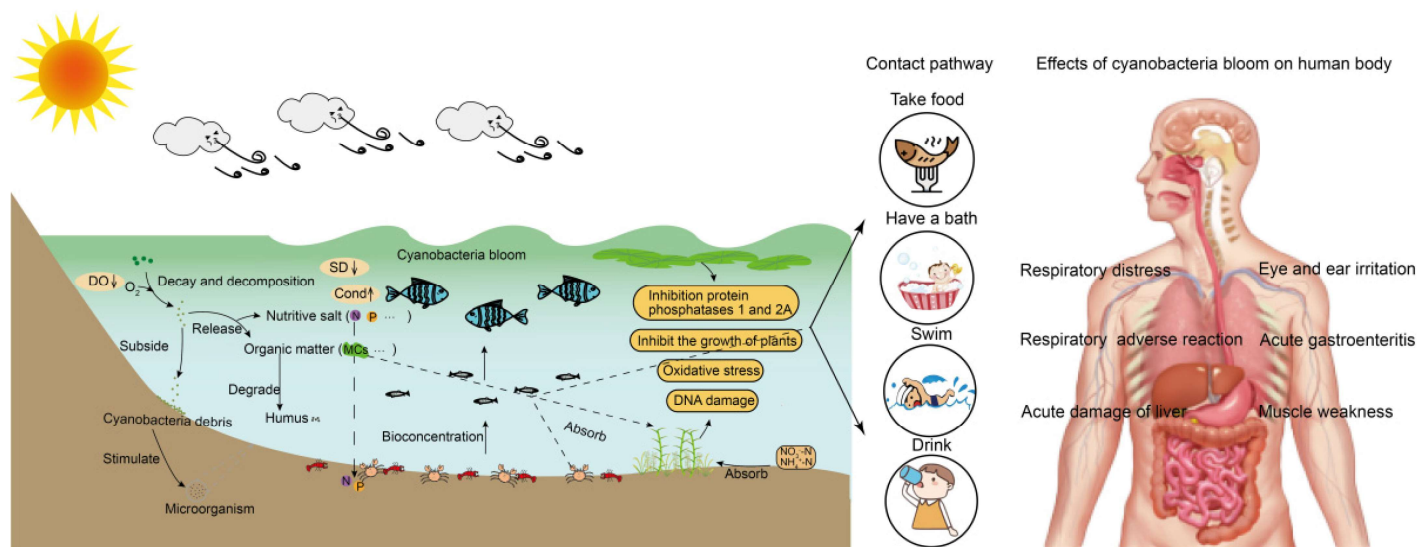
- záliv klasifikován jako mezotrofní s posunem k eutrofnímu
- významné bakteriální znečištění
- ↑ koncentrace produktů sinic → GI, kožní a respirační onemocnění
- šíření cholery

Intenzivní zemědělství - eutrofizace

- Zdravotní rizika eutrofizace prostředí:

→ *toxiny produkované sinicemi mohou způsobovat:*

- ✓ kožní problémy
- ✓ respirační problémy
- ✓ GI potíže
- ✓ podráždění očí
- ✓ poškození jater
- ✓ svalovou slabost



Zdroj: Zhang, W. a kol.: [*The Impact of Cyanobacteria Blooms on the Aquatic Environment and Human Health*](#). Toxins 14(2022).

Intenzivní zemědělství - eutrofizace

- negativní dopady eutrofizace v dalších oblastech lidské činnosti a ŽP:

- ✓ zhoršená kvalita vody
- ✓ náročnější upravitelnost vody
- ✓ vznik mrtvých zón ve vodním prostředí
- ✓ psychologické dopady
- ✓ pokles turismu
- ✓ ekonomické důsledky

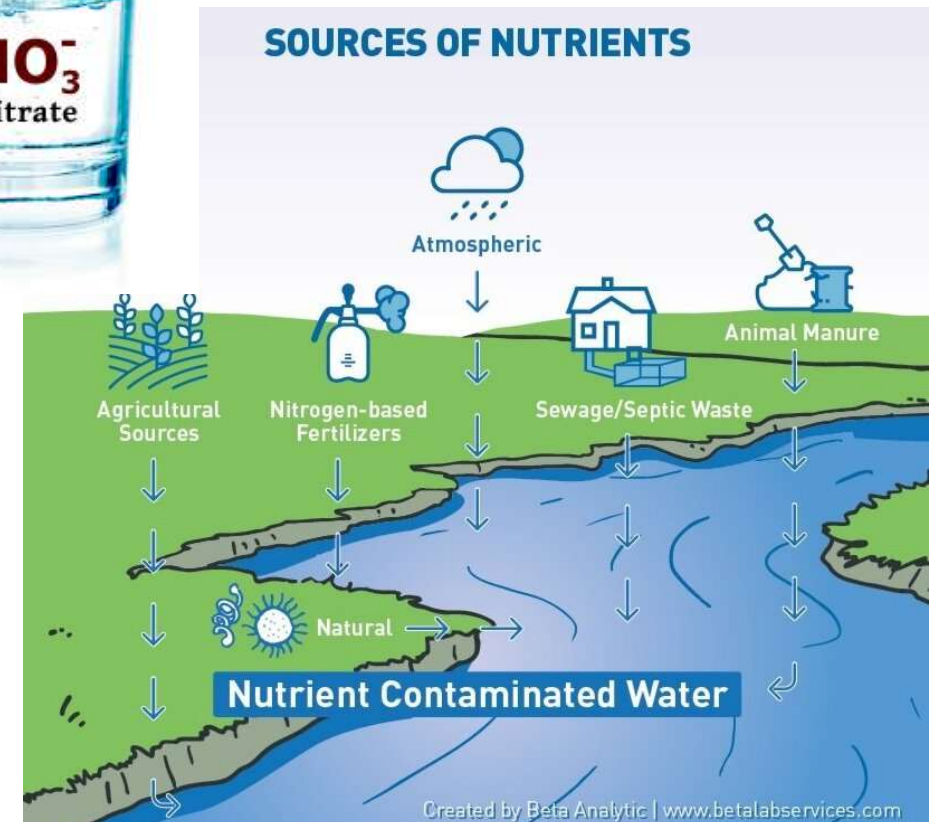


Intenzivní zemědělství - eutrofizace

- Zdravotní rizika eutrofizace prostředí:

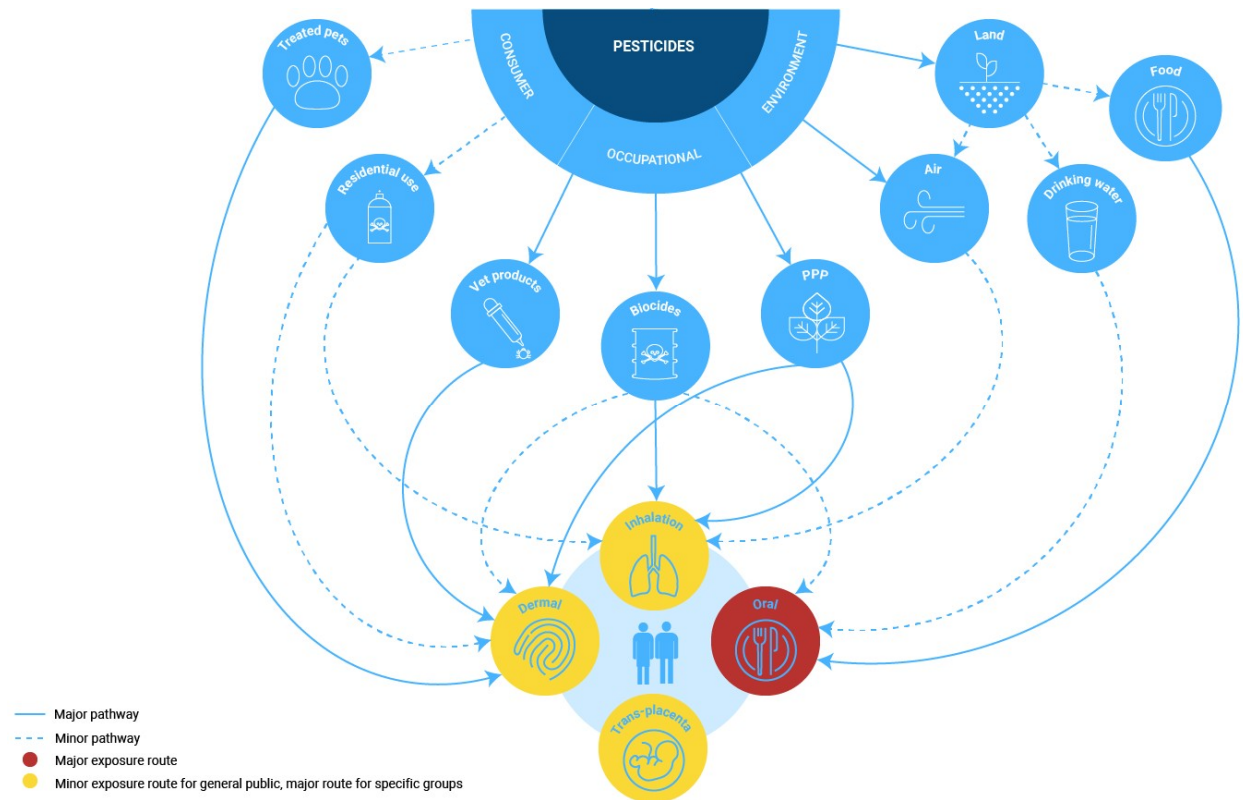
→ *dusičnany ve vodách zvyšují riziko:*

- ✓ methemoglobinemie
- ✓ vzniku rakoviny
- ✓ poruch štítné žlázy
- ✓ neurologických poruch



Intenzivní zemědělství - pesticidy

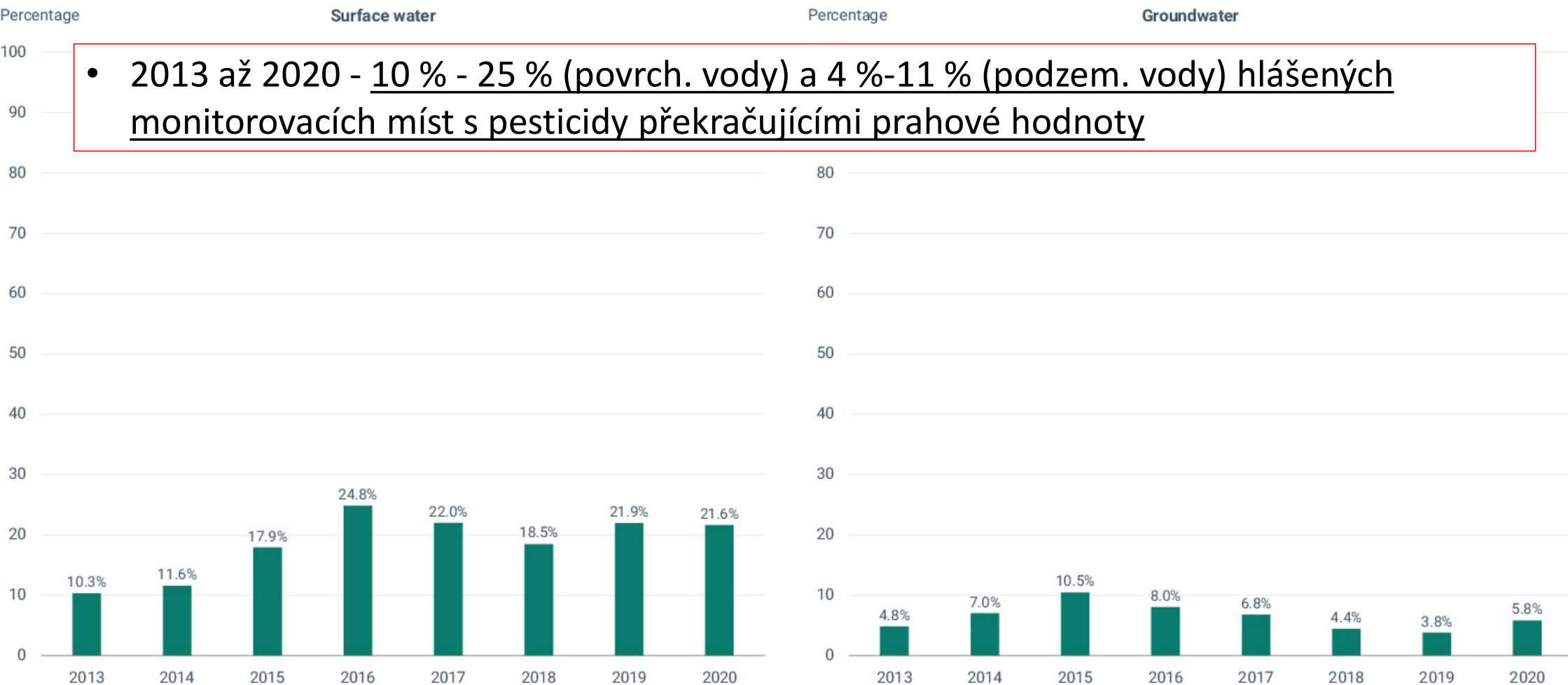
- až 40 % světové zemědělské produkce poškozeno škůdci
- chemické prostředky proti škůdcům
- obrovské spektrum látek a jejich vlastností
- různá míra toxicity



Intenzivní zemědělství - pesticidy

- **European Environment Agency. (2023).** [How pesticides impact human health and ecosystems in Europe.](#)
- *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1107/2009 ze dne 21. října 2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh*
- 350 000 tun/rok pesticidů v EU-27
- 83 % zemědělských půd v EU-27 – potvrzený obsah reziduí pesticidů
- 2014-2021 – lidský biomonitoring – 84 % z 1050 vzorků moči dětí i dospělých z 5 zemí EU (vč. ČR) obs. rezidua 2 a více pesticidů

➤ **European Environment Agency. (2023). How pesticides impact human health and ecosystems in Europe.**



Intenzivní zemědělství - pesticidy

➤ **European Environment Agency. (2023). [How pesticides impact human health and ecosystems in Europe](#). → VÝZVY:**

- EGD – „*from farm to fork*“ → 50 % snížení používání chem. pest. a 25 % půdy v „eko“ režimu aj. → ***udržitelnost při produkci a spotřebě potravin***
- změna klimatu – změna distribuce škůdců
- potraviny ze zemí mimo EU
- ochrana biodiverzity – ***Nová dohoda pro opylovače***



Zdroj: [Food security and ecosystem resilience: Commission boosts action on pollinators](#)

Target organ of the body	Effects	Relevant substances	Adults (men)	Adults (women)	Infants/foetuses
 Brain/Neurological system	Disturbance of neurodevelopment e.g. cognitive deficits	Pyrethroids	(X)	(X)	●
		Glyphosate-based herbicides	(X)	(X)	●
		Organophosphates (Chlorpyrifos/Dimethoate)	(X)	(X)	●
	Behavioural disorders	Pyrethroids	(X)	(X)	●
		Organophosphates (as a group)	(X)	(X)	●
 Blood system	Childhood leukemia	Pyrethroids/Chlorpyrifos	(X)	(X)	●
 Endocrine system	Endocrine disrupting effects	Pyrethroids/Organophosphates (as a group)	●	●	●
		Glyphosate-based herbicides	●	●	●
 Immune system	Immunotoxic effects	Pyrethroids	●	●	●
		Organophosphates (as a group)	●	●	●
 Reproductive system	Reproductive effects	Organophosphates (as a group)	●	●	●
		Pyrethroids	●	●	●
		Glyphosate-based herbicides	●	●	●
 Non-organ specific	Carcinogenic	Organophosphates (Chlorpyrifos/Dimethoate)	●	●	●
		Pyrethroids	●	●	●
		Glyphosate-based herbicides	●	●	●

Key:

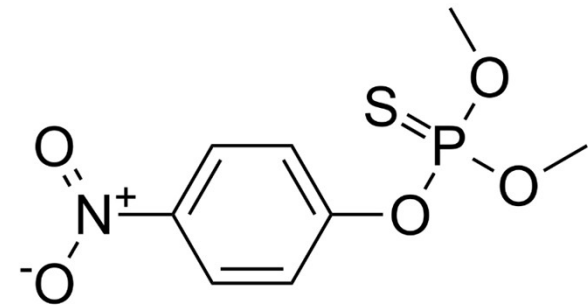
- Strong evidence
- Suspected
- More evidence needed
- (X) Not applicable

***Přímé působení
pesticidů na lidský
organismus.***

Zemědělství - pesticidy

➤ PARATHION

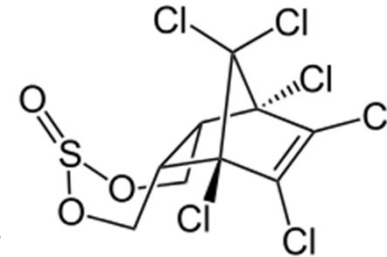
- organofosfátový insekticid a akaricid
- ochrana bavlny, rýže, ovocných stromů
- masově rozšířen po WWII
- neurotoxické účinky
- zákaz použití ve většině zemí
- možný lidský karcinogen (2B)
- řada případů akutních otrav – po požití kontaminovaných potravin, např. [Sierra Leone](#), [Jamajka](#), [Indie](#)...



Zemědělství - pesticidy

➤ ENDOSULFAN

- organochlorový (OC) insekticid a akaricid
- ochrana bavlny, kávy, ovocných stromů, zeleniny, pšenice...
- v rozvojových státech stále hojně používán
- **akutní toxicita** (akutní otravy po požití kontaminované potravy např. v [Turecku](#), [Indii](#))
- **hormonální disruptor**, např. španělská [studie](#) – snížení plodnosti mužů nebo indická [studie](#) – snížení plodnosti pracovníků na bavlníkových polích a nárůst potratů sledovaných párů
- **bioakumulace** – lipofilní charakter, např. španělská [studie](#) – OC v tukové tkáni dětí
- **expozice během těhotenství a kojení**, např. [studie](#) ze Španělska
- **2011** – na seznamu POPs (Stockholmská úmluva)
- **toxičtější než DDT**



Zemědělství - pesticidy

➤ GLYFOSÁT

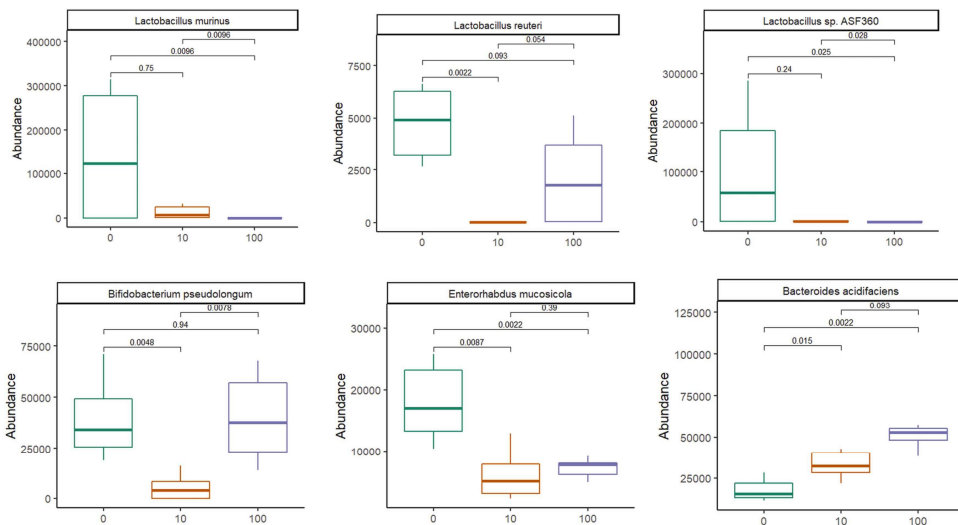
- nejvíce využívaný širokospektrální herbicid
- **1974** – uveden na trh
- nízká akutní toxicita
- **EPA** – **nepravděpodobný** lidský karcinogen
- **IARC** – **pravděpodobný** lidský karcinogen
– silné důkazy o genotoxicitě
- [metaanalýza](#) z USA – expozice glyfosátu zvyšuje riziko vzniku non-Hodgkingova lymfomu o 41 %
- detekce v moči, např.: [studie](#) National Center for Health Statistics – 87 % testovaných vzorků moči od 650 dětí



Zemědělství - pesticidy

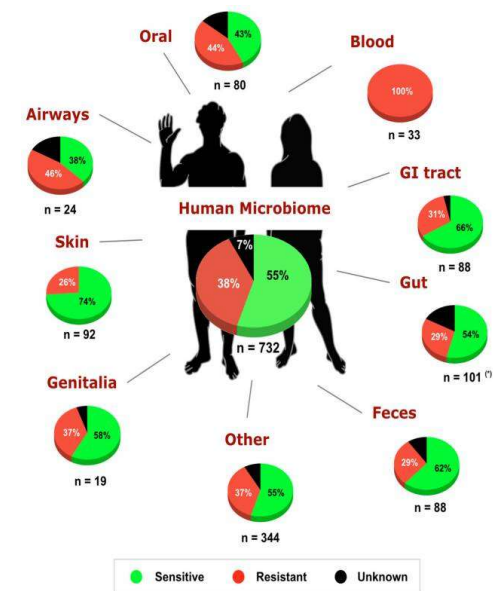
➤ GLYFOSÁT

- poslední studie ukazují možný dopad na střevní mikrobiom



Rozdílná početnost jednotlivých mikrobiálních druhů v myším mikrobiomu po 90denní expozici glyfosátu.

Zdroj: P.C. Lehman a kol.: Low-dose glyphosate exposure alters gut microbiota composition and modulates gut homeostasis, *Environmental Toxicology and Pharmacology* 100 (2023).



Potenciální citlivost na glyfosát u bakterií lidského mikrobiomu.

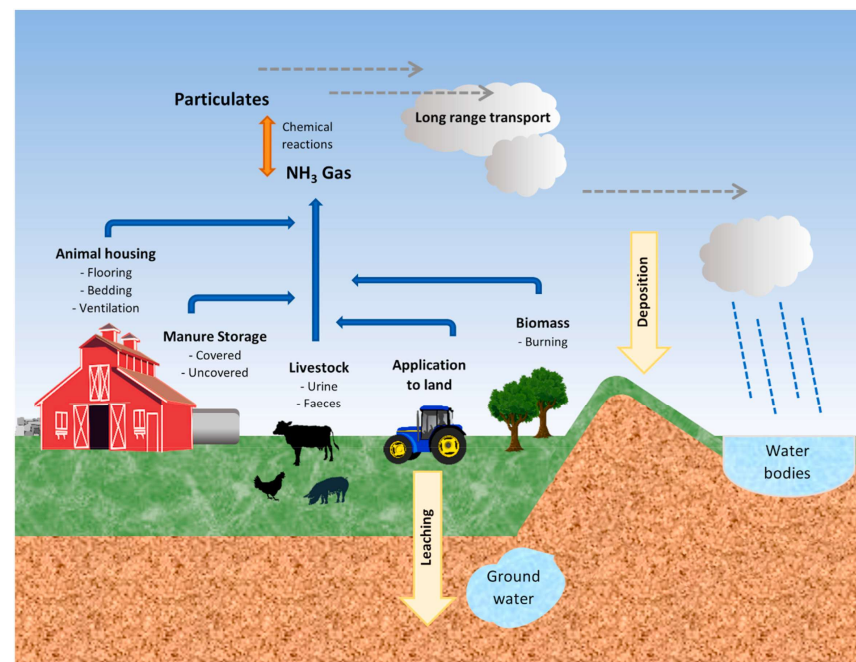
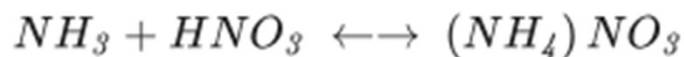
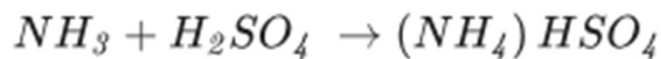
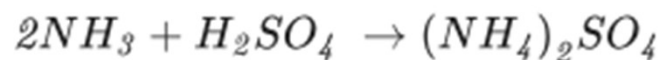
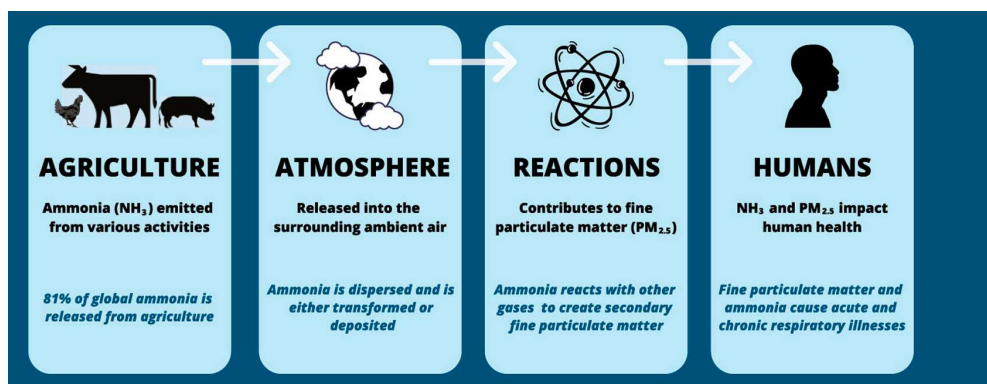
Zdroj: Puigbò P a kol: Does Glyphosate Affect the Human Microbiota? *Life (Basel)* 707(2022).

- Různé mikrobiální druhy ovlivněny různě
- Některé druhy – rapidní pokles
- Změny spojeny s prozánětlivou odpovědí

→ nutný další výzkum!

Intenzivní zemědělství - amoniak

- Wyer, K. E. a kol.: Ammonia emissions from agriculture and their contribution to fine particulate matter: A review of implications for human health. *J. Envi. Manag.* 323 (2022)
- zemědělství – 81 % celosvětových emisí NH_3 → atmosférické reakce s dalšími plyny → PM

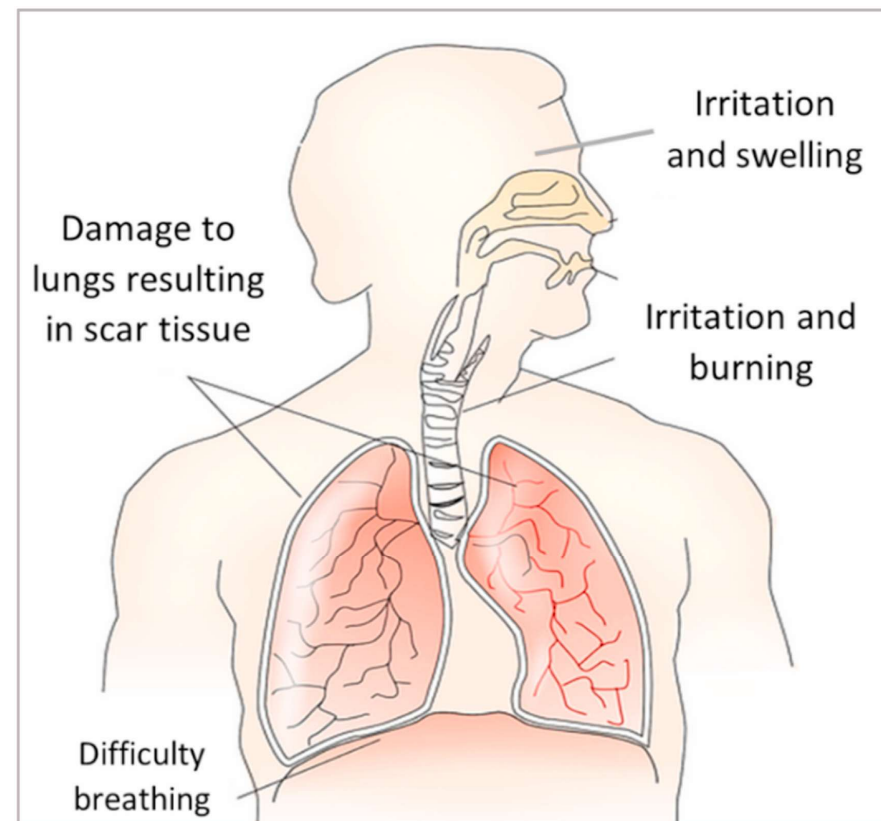


Intenzivní zemědělství - amoniak

➤ Wyer, K. E. a kol.: [Ammonia emissions from agriculture and their contribution to fine particulate matter: A review of implications for human health](#). *J. Envi. Manag.* 323 (2022)

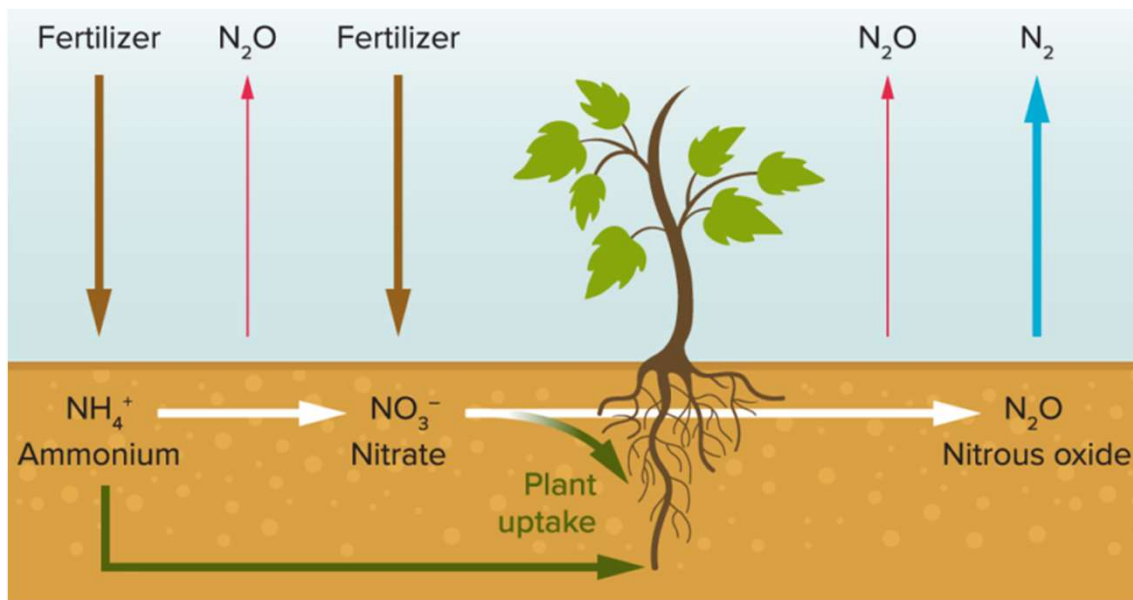
- negativní působení na zdraví přímo nebo jako PM

➤ ***autoři doporučují regulace emisí a podporu dlouhodobého monitoringu***

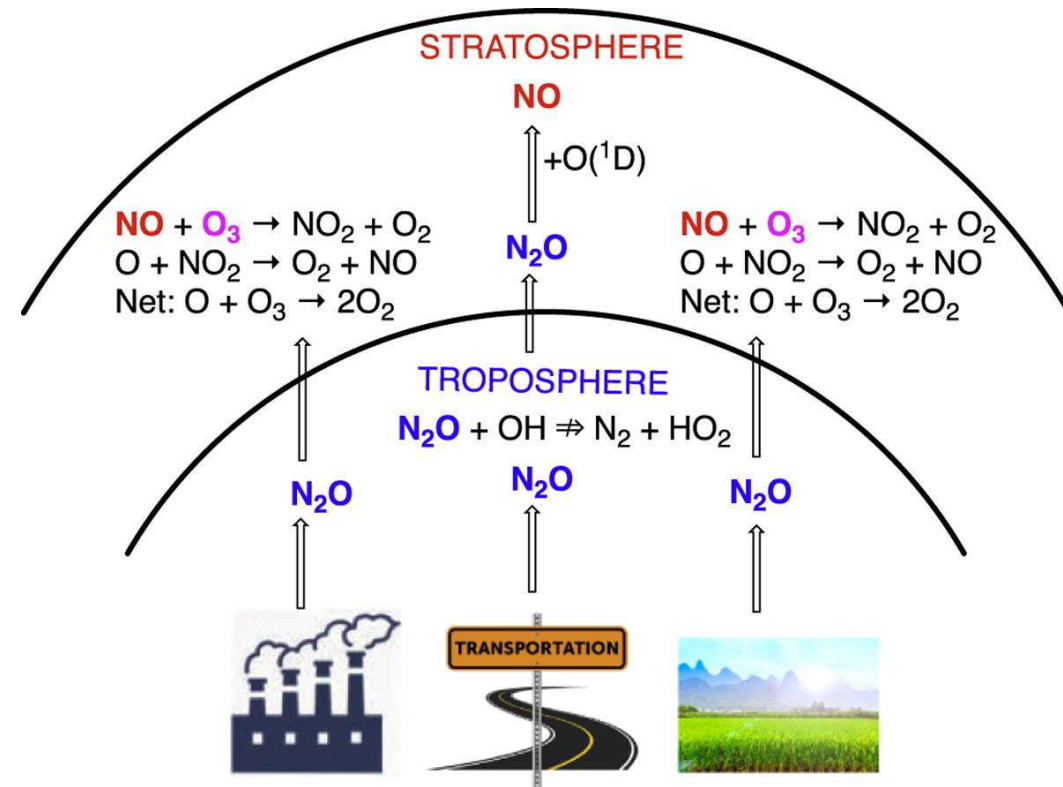


Intenzivní zemědělství – N₂O

- GHG (GWP (100 let)≈**265** (IPCC AR5))
- dusíkový cyklus – poškozování O₃ vrstvy

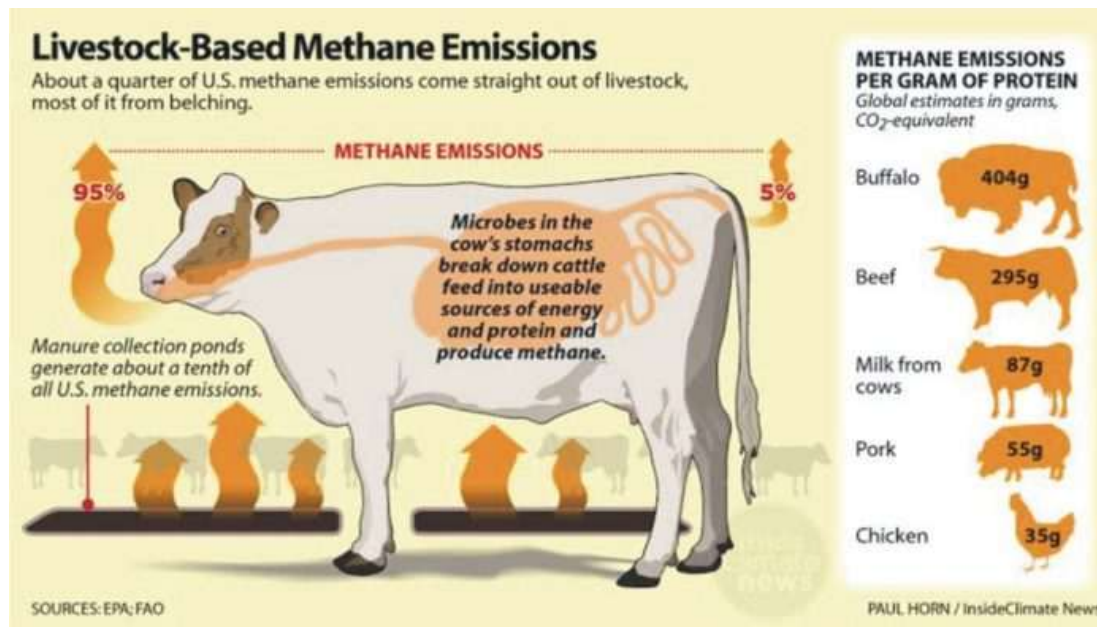


Zdroje: Ag Matters. [Reduce nitrous oxide emissions](#); Nguyen, T. L. a kol.: [Analysis of the potential atmospheric impact of the reaction of N₂O with OH](#). Chemical Physics Letters 708 (2018)



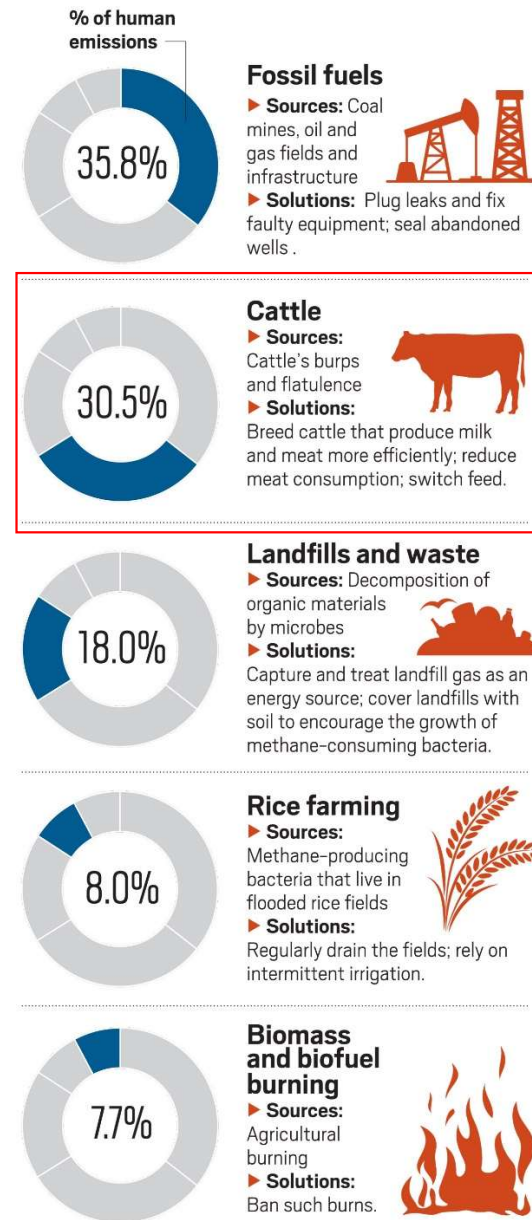
Intenzivní zemědělství – CH₄

- GHG (GWP (100 let)) ≈ 28 (IPCC AR5))



- snižování produkce → pastva lepší než sojovo-kukuřičné krmivo, aditiva v krmivu

Zdroj: [Methane cuts could slow extreme climate change.](#)



Zemědělství - GMO

= organismus jehož genetická výbava byla cíleně pozměněna způsoby, které v přírodě normálně neprobíhají

- **PŘÍNOSY:**

- ✓ využití ve výzkumu
- ✓ výroba účinnějších léků
- ✓ odolnější plodiny
- ✓ specifické vlastnosti plodin

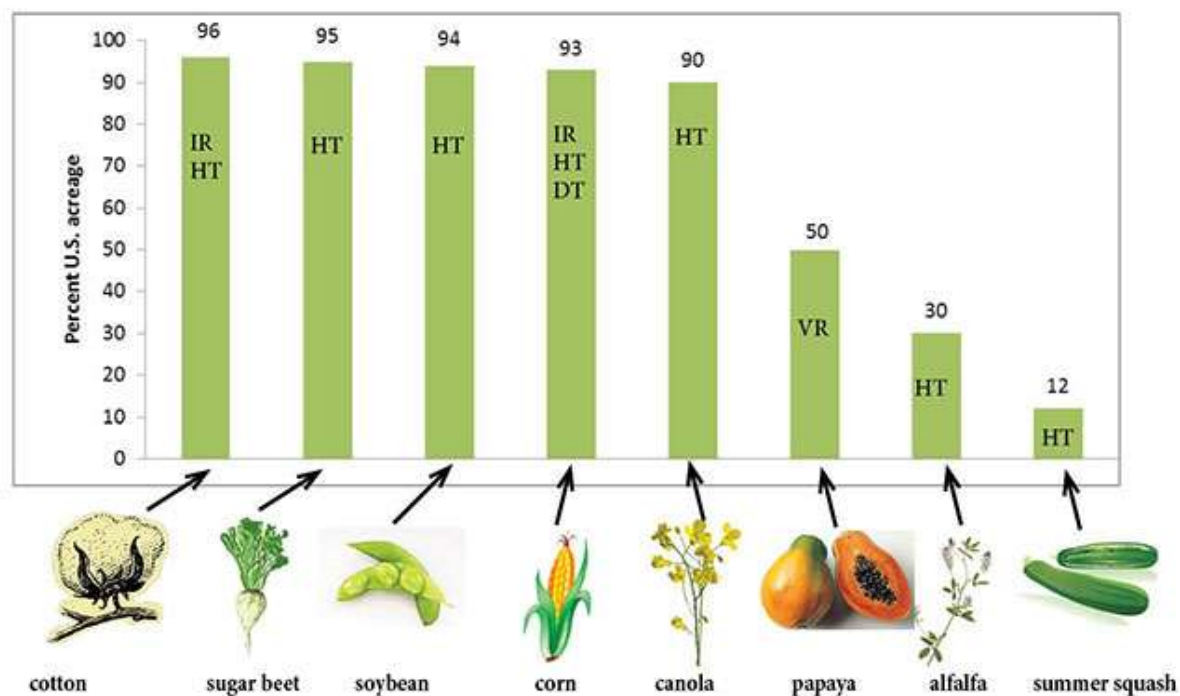
- **RIZIKA:**

- ✓ narušení biodiverzity
- ✓ možnost alergických reakcí po konzumaci
- ✓ produkovány korporáty
- ✓ bezpečnost?

- **EU** – přísné restriktce oproti zbytku světa



„Zlatá“ a bílá rýže.

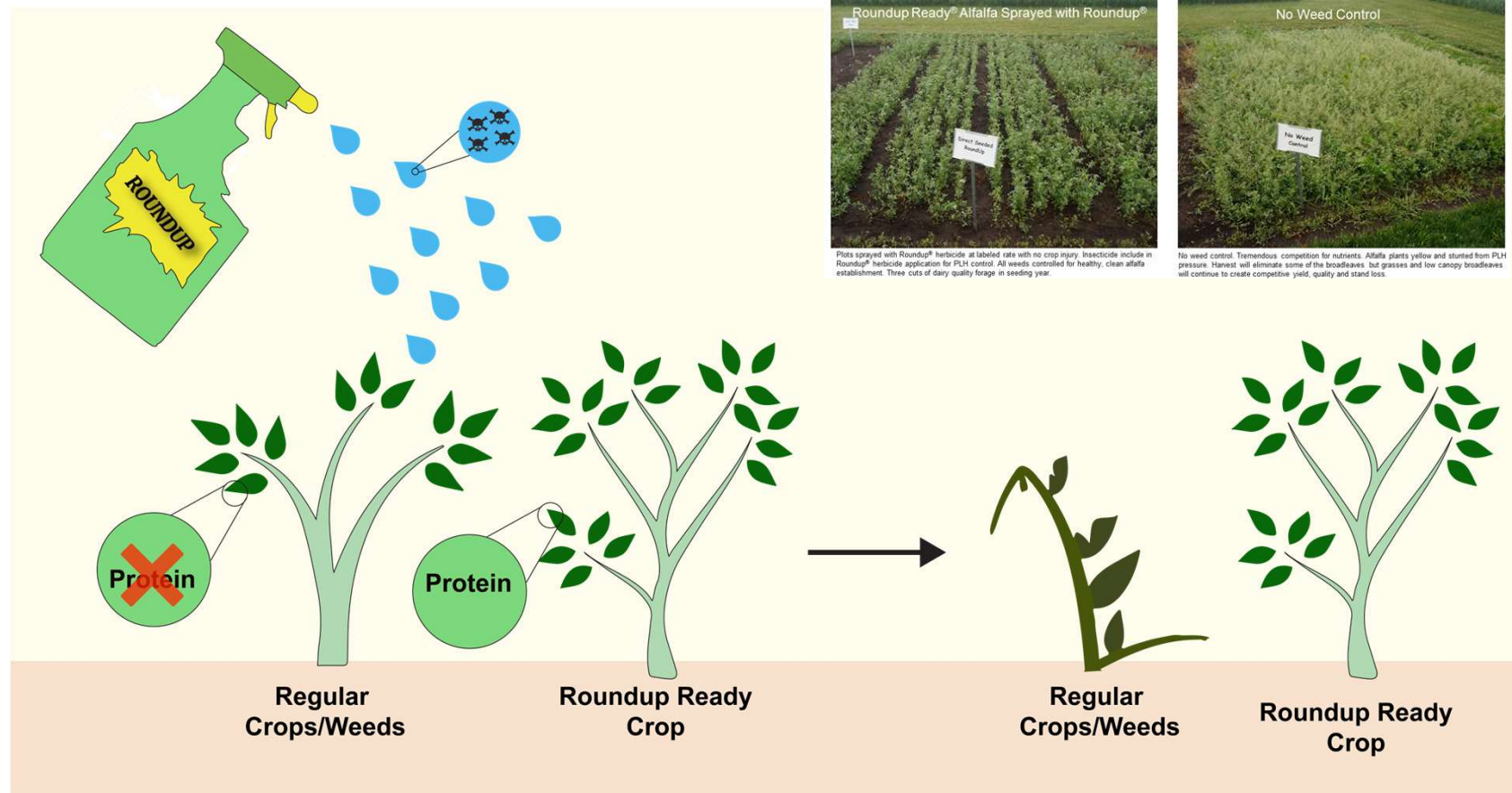


GM plodiny pěstované v USA a % jejich výměry.

IR = insect resistant, HT = herbicide tolerant, DT = drought tolerant, VR = virus resistant

Zemědělství - GMO

➤ Roundup-ready (RR) plodiny



Zdroj: [America's alfalfa](#)

Zdroj: [Why Roundup Ready Crops Have Lost their Allure \(sitn.hms.harvard.edu\)](http://sitn.hms.harvard.edu).

Zemědělství - GMO

➤ **RR plodiny**

- **1996** – vyvinuta RR sója
- RR: kukuřice, řepka, vojtěška a bavlna
- gen umožňující rezistenci vůči glyfosátu převzat z bakterií r. *Agrobacteria*
- RR rostliny mají (kromě rezistence vůči GLY) stejné vlastnosti jako rostliny bez GM
- **problém:** vznik rezistence vůči GLY u plevelů → **navyšování spotřeby pesticidů** a/nebo nutnost dalších opatření

➤ **OBECNĚ:**

- neexistuje jednoznačná shoda o (ne)bezpečnosti GMO a vlivu na zdraví, např. v *Hilbeck, A. a kol: [No scientific consensus on GMO safety](#). Environ Sci Eur 27 (2015).*
- **nutný další výzkum**

Zemědělství - onemocnění

- ↑ hustota jedinců stejného druhu → snadné šíření nemocí/škůdců
- **problémy:**

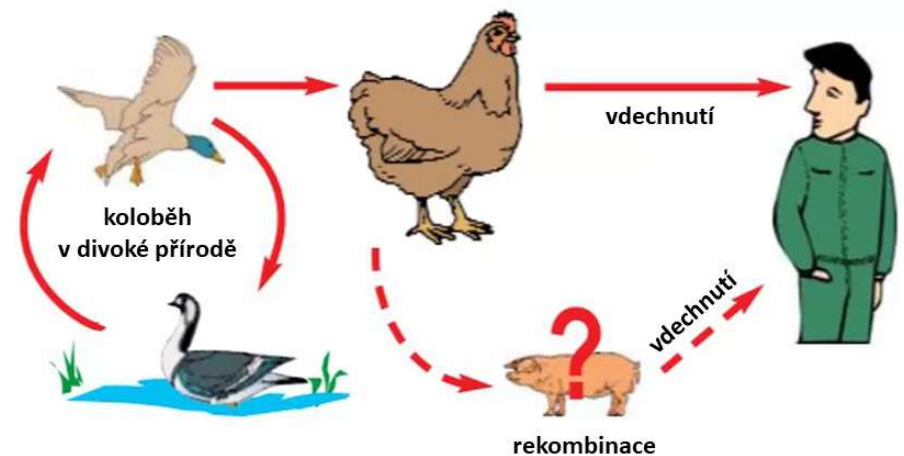
1. ekonomická ztráta

2. možný přenos na člověka – zoonózy



Plíseň napadající banánovníky.

Zdroj: [Cultivated and wild bananas in northern Viet Nam threatened by a devastating fungal disease.](#)



Vizualizace přenosu viru ptačí chřipky ze zvířete na člověka.

Zdroj: [iniciativa-snih.cz](#)

Zemědělství - zoonózy

1) BAKTERIÁLNÍ

➤ *Salmonelóza*

- bakterie rodu Salmonella
- drůbež, skot, prasata – vejce, nedostatečně tepelně opracované maso, přímý kontakt
- průjmy, horečka, bolesti břicha

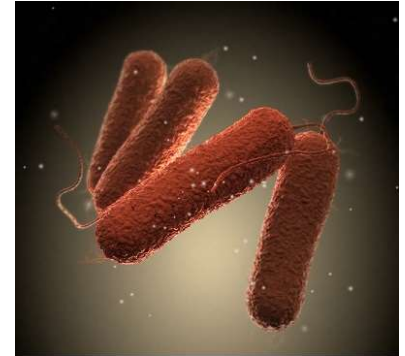
➤ *Kampylobakteriόza*

- bakterie rodu Campylobacter
- konzumace kontaminovaného masa (zejména drůbež) či mléka, přímý kontakt
- průjmy, horečka, bolesti břicha, někdy i zvracení, výjimečně neurologické problémy

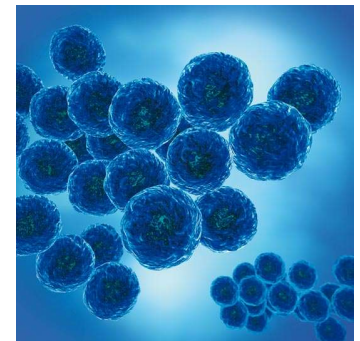
➤ *Chlamydiόza*

- bakterie rodu Chlamydia
- ptáci, skot, ovce, kozy – kontakt s tělními tekutinami
- pneumonie, horečka, kašel a další respirační problémy

➤ *A další, např. brucelόza, leptospirόza, tularemie*



Salmonella



Zemědělství - zoonózy

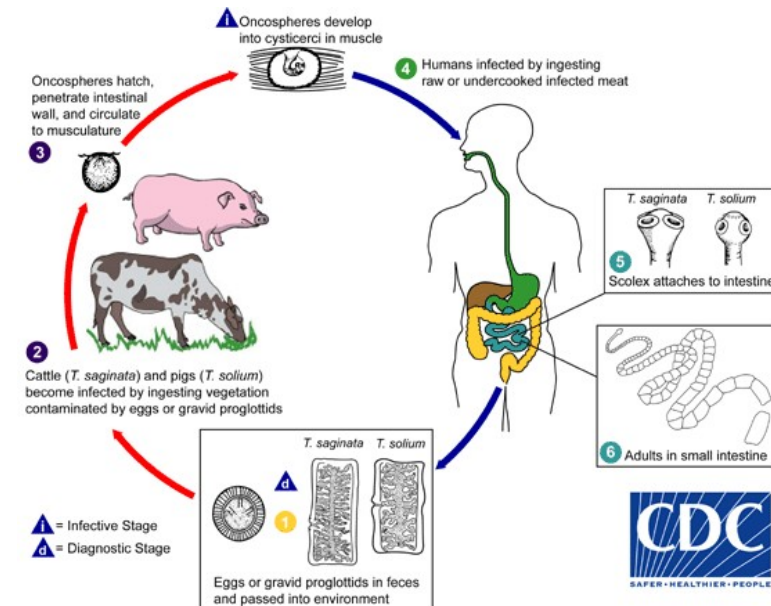
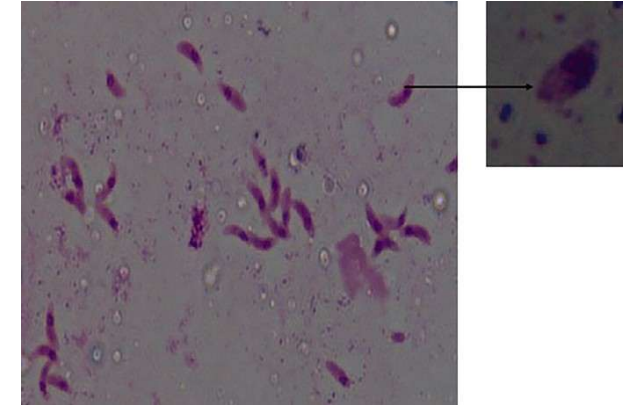
2) PARAZITÁRNÍ

➤ *Toxoplasmóza*

- parazit *Toxoplasma gondii*
- kočky – kontakt s infikovanými exkrementy
- ovce, prasata, drůbež – konzumace kontaminovaného masa
- nebezpečná v těhotenství

➤ *Tasemnice*

- parazit *Taenia solium* (vepři) nebo *Taenia saginata* (skot)
- z tepelně málo upraveného hovězího či vepřového masa
- bolesti břicha, nevolnost, únavu, ztrátu chuti k jídlu, a průjemy



Zemědělství - zoonózy

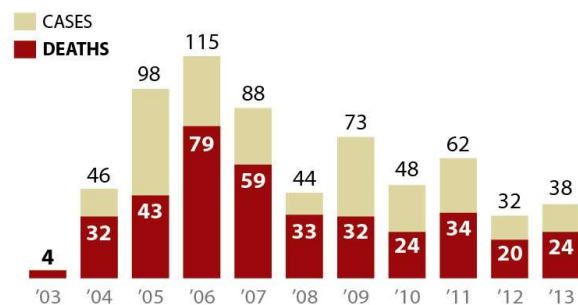
3) VIROVÉ

➤ *Různé kmeny chřipky*

- virus chřipky, např. H5N1
- přenos přímým kontaktem, konzumací infikovaného masa nebo infikovanými výkaly
- onemocnění respiračního systému, horečka, únava

H5N1 AVIAN FLU CASES

Annual confirmed human cases for avian influenza A(H5N1) and deaths reported to the World Health Organization as of Dec. 10, 2013:



SOURCE: WORLD HEALTH ORGANIZATION

THE CANADIAN PRESS

POZOR NA PTAČÍ CHŘIPKU!



informace pro chovatele



Co je ptačí chřipka?

Ptačí chřipka neboli aviární influenza (AI), je nakažlivé virové onemocnění ptáků. Zdrojem onemocnění jsou volně žijící vodní ptáci, kteří vylučují virus do vnějšího prostředí především trusem. Příznaky onemocnění mohou být různé od snížení příjmu krmiva a vody, po průjemy, dýchací potíže a pokles produkce vajec. Může dojít i k náhlému úhynům bez předchozích příznaků. Některé kmeny viru AI mohou být za určitých podmínek přenosné i na člověka.

Zdroj AI a její šíření

- přímý kontakt drůbeže s volně žijícím vodním ptactvem na zemi i na vodě
- trusem kontaminované krmivo, voda, stelivo
- pasivní přenos prostřednictvím hlodavců
- zavlečení prostřednictvím pracovníků (oděv, obuv)

Preventivní opatření

- zamezení kontaktu drůbeže s volně žijícím vodním ptactvem pomocí sítí a plotů
- oddělený chov hrabavé a vodní drůbeže
- umístění krmiva a vody pro drůbež uvnitř budovy nebo pod přístřešky
- důsledná dezinfekce, dezinfekce a deratizace
- použití bezpečného krmiva a steliva
- použití vyhrazeného pracovního oděvu a obuvi

Na všechny případné dotazy Vám odpovíme na každé KVS.

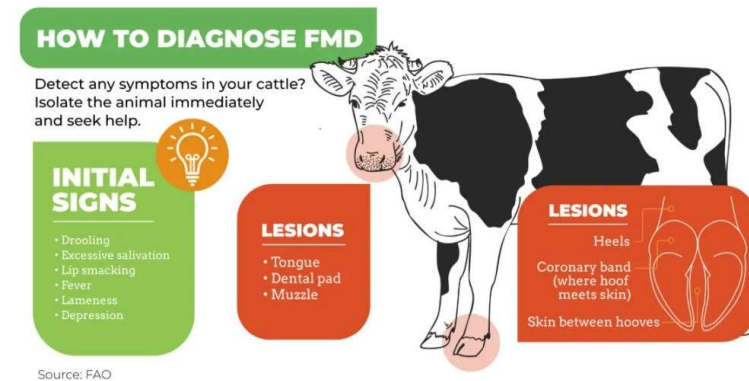
WWW.SVSCR.CZ



Zemědělství - SLAK

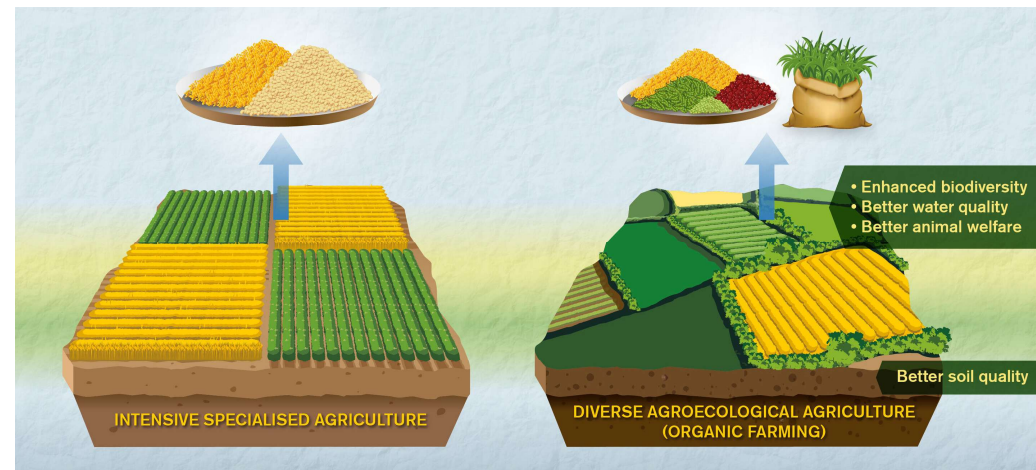
➤ *Slintavka a kulhavka*

- nakažlivé virové onemocnění sudokopytníků
- přenos kontaktem, vzduchem, na oděvu/obuvi pracovníků, krmivem, divokou zvěří..
- horečnaté onemocnění doprovázené puchýřky (ústa, končetiny) → bolestivé léze
- vysoká morbidita, ale nízká mortalita
- velmi vzácně přenos na člověka – evidováno cca 40 případů za posledních 100 let
- vysoké ekonomické ztráty
- opatření proti možnému šíření



Udržitelné zemědělství (UZ)

- vychází z udržitelného rozvoje (UR)
- **cíle UZ:**
 - ✓ zamezit degradaci půdy a udržet její úrodnost
 - ✓ zamezit znečišťování vody
 - ✓ udržet vodu v krajině
 - ✓ omezit závislost na neobnovitelných zdrojích energie
 - ✓ uchovat přírodní ekosystémy
 - ✓ podporovat biodiverzitu
 - ✓ kvalitní potraviny



Integrované zemědělství

- přechod mezi **konvenčním a ekologickým způsobem**
- rovnováha mezi **ekonomickými a ekologickými požadavky**
- **integrace dostupných poznatků**
- preventivní opatření
- monitoring a eliminace škůdců: fyzická, pěstební, biologická a chemická kontrola
- **limity v aplikaci pesticidů**
- odolné plodiny
- šlechtění



Integrované zemědělství - cíle

- **ochrana ŽP v racionální míře** → ochrana/obnova mezí, křovin, větrolamů, malých vodních toků... → stabilizace prostředí
- **minimalizace vstupů** - využití statkových krmiv a hnojiv
- **nezávadné potraviny**

→ *pozitivní dopad na lidské zdraví*



Zdroj: [Vinařství Zapletal Valtice \(facebook.com\)](https://www.facebook.com/Vinařství-Zapletal-Valtice)

Ekologické („bio“, organické) zemědělství

ZÁKLADNÍ PRINCIPY



Používání
chemických
pesticidů a umělých
hnojiv je zakázáno



Antibiotika jsou
přísně omezena



Žádné geneticky
modifikované
organismy

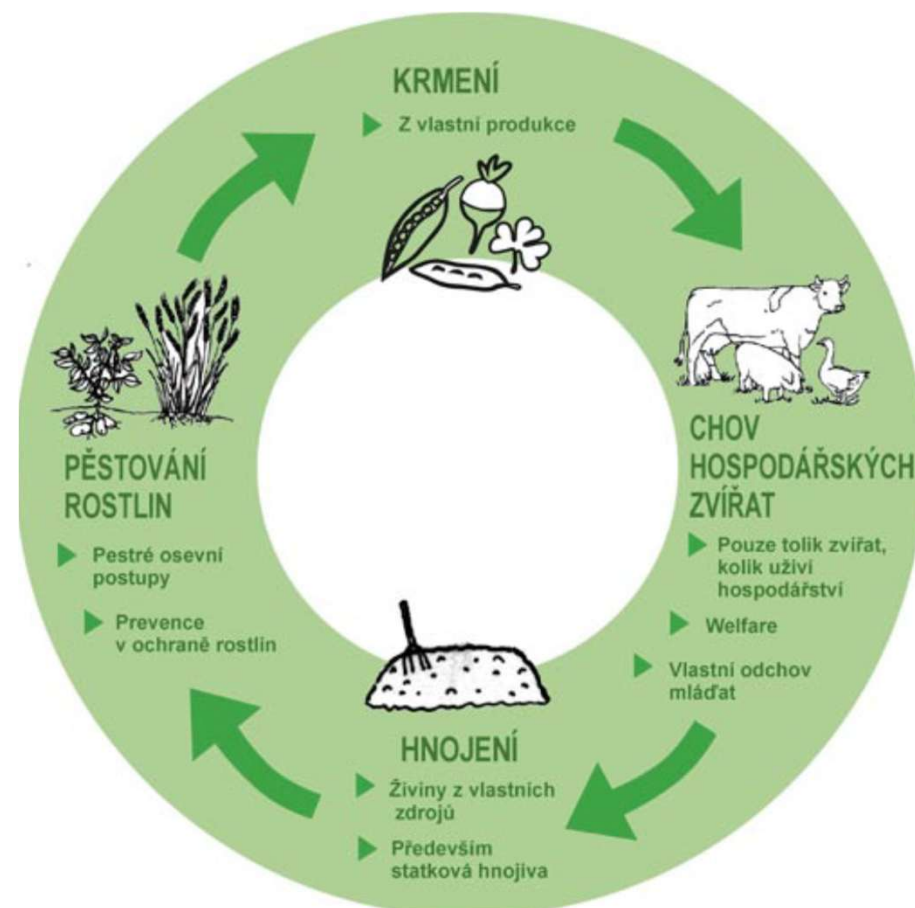


Střídání plodin



Ekologické zemědělství

- důraz na ochranu půdy a ŽP obecně
- ohleduplné zacházení se zvířaty
- žádné syntetické pesticidy a hnojiva
- **přírozené způsoby ochrany**
- přesně definované podmínky hospodaření



Ekologické („bio“) zemědělství

➤ *Ekologické principy:*

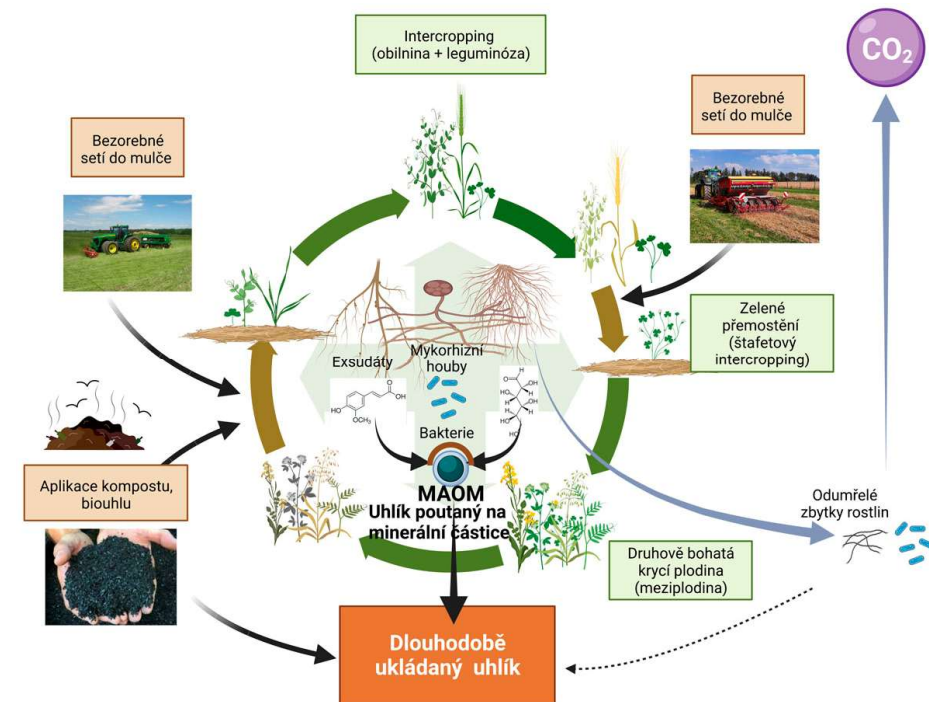
- podpora biodiverzity a ochrana přirozených stanovišť
- maximální využití OZE a recyklace
- využívání místních zdrojů
- minimalizace znečištění a odpadů
- zákaz GMO

→ *pozitivní dopad na lidské zdraví*



Regenerativní zemědělství

- **aktivní obnova prostředí**
- nadstavba ekologického zemědělství
- principy:
 - ✓ ochrana a zlepšování zdraví půdy
 - ✓ zvýšení biodiverzity
 - ✓ podpora sekvestrace uhlíku
 - ✓ efektivní hospodaření s vodou
 - ✓ propojení živočišné a rostlinné výroby



Udržitelné zemědělství - postupy

➤ *Udržitelná mechanizace*

- ochrana před pedokompakcí
- udržitelné zdroje energie
- automatizace/robotizace
- precizní zemědělství
- využití materiálů
- bezorebné setí

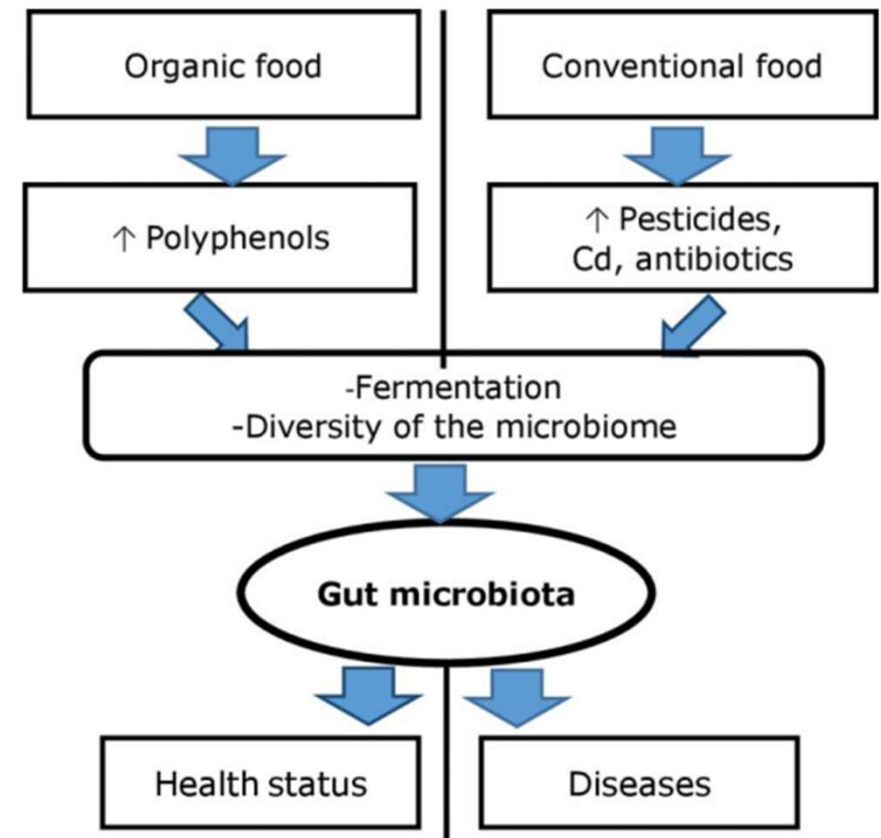
➤ *Udržitelná chemizace a ochrana plodin*

- integrovaný přístup ochrany – biologická a mechanická
- monitoring škůdců
- odolné plodiny
- cílené postřiky
- moderní pesticidy
- organická hnojiva

Dopad na zdraví bio vs. konvenční z.

➤ *přínosy bioprodukce*

- ↓ zátěž ŽP
- ↓ obsah pesticidů, dusičnanů a Cd
- ↓ obsah ATB
- bio mléčné výrobky o 50 % ↑ obsah omega-3 mastných kyselin
- ↑ obsah antioxidantů
- pozitivní vliv na střevní mikrobiom



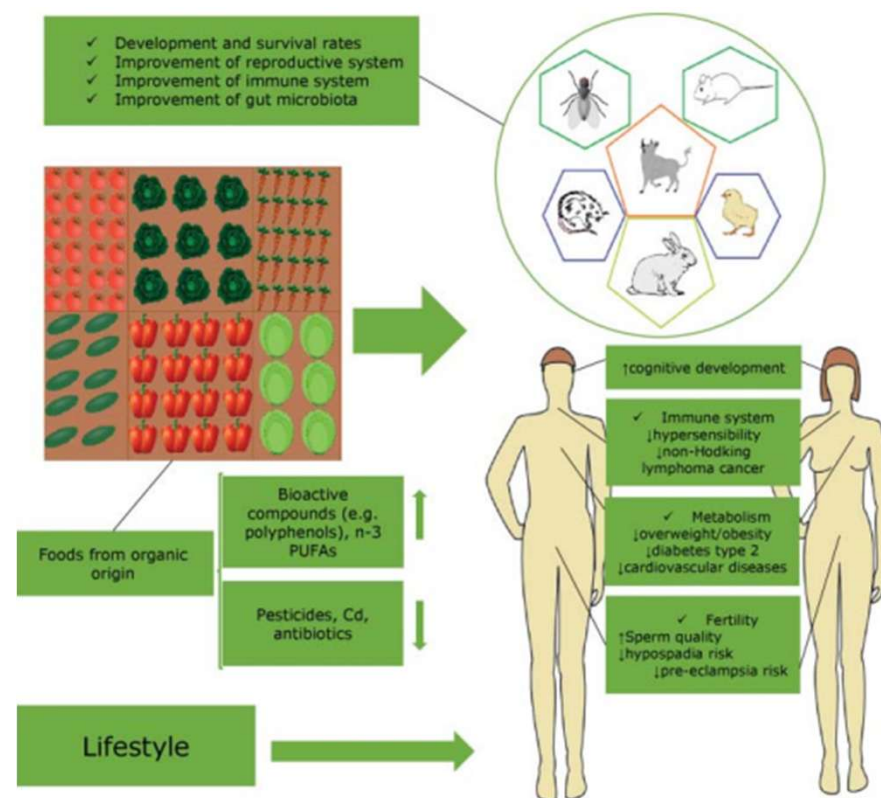
Mechanisms vedoucí ke změnám střevního mikrobiomu.

Zdroj: Hurtado-Barroso, S. a kol.: [Organic food and the impact on human health](#). Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 59(2017).

Dopad na zdraví bio vs. konvenční z.

➤ *přínosy bioprodukce*

- výsledky studií na lidech - ↓ riziko dětských alergií, nadváhy/obezity dospělých → životní styl????
- lepší psychické i fyzické zdraví farmářů
- výsledky studií na zvířatech – vliv na imunitu, vývoj a růst



Vliv biopotravín na organismy a možný vliv životního stylu u lidí.

Zdroj: Hurtado-Barroso, S. a kol.: [Organic food and the impact on human health](#). Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 59(2017).

Dopad na zdraví bio vs. konvenční z.

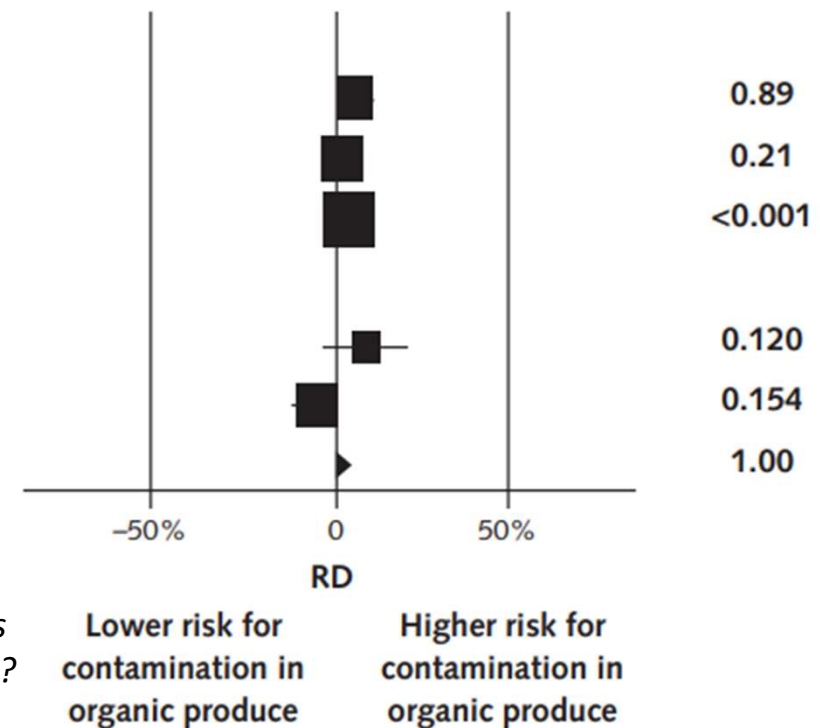
➤ rizika/negativa bioprodukce

- biologická kontaminace (?) – *E. Coli*, nepasterované mléko, syrové maso
- dráždivost látek na ochranu plodin
- ↑ cena
- „falešná jistota“



Detekce *E. Coli* v organickém a konvenčním ovoci, zelenině a obilovinách.

Zdroj: Smith-Spangler, C. a kol.: Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? *Annals of Internal Medicine* 157(2012)



Dopad na zdraví bio vs. konvenční z.

➤ rizika/negativa bioprodukce

- variabilita ve výnosech – záleží na typu plodiny a prostředí
- větší nároky na plochu

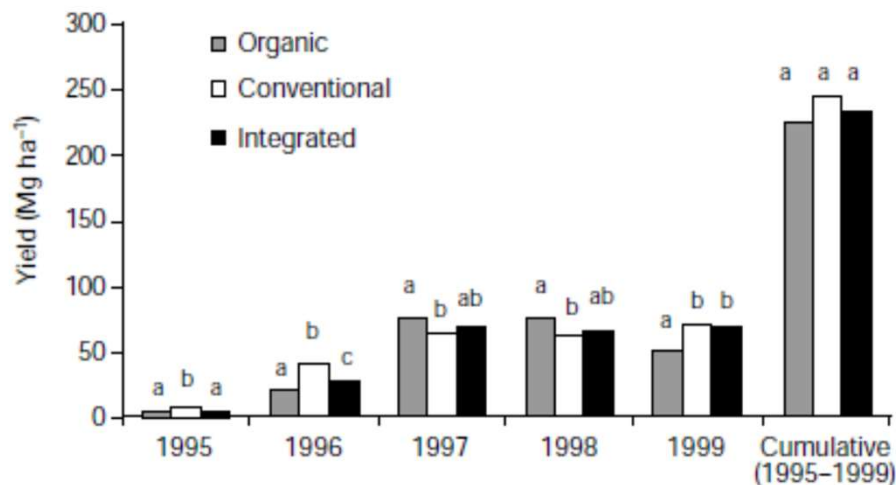
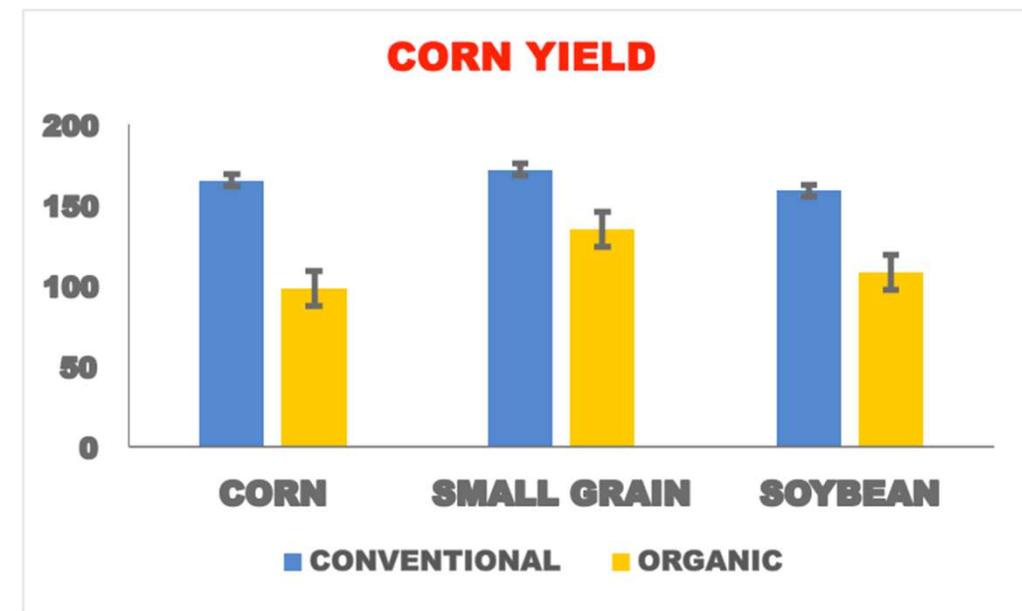


Figure 1 Fruit yields of three apple production systems. Differences between values in a year followed by different letters are significant at the 0.05 level (least significant difference).

J. P. Reganold a kol.: Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410 (2001) 926.



Výnosy kukuřice v roce 2015 po předchozí plodině (kukuřice, malozrnka nebo sója) v roce 2014 v konvenčních a ekologických systémech pěstování. Zdroj: [Corn Yield Under Conventional and Organic Cropping Systems with Recommended and High Inputs During the Transition Year to Organic](#)



Může naše zdraví ovlivnit konzumace bioproduktů nebo ultrazpracovaných potravin?

Zpracované potraviny

- *nezpracované/minimálně zpr.*
- *průmyslově zpracované*
- *ultra-zpracované*



Zpracované potraviny

➤ *Přínosy zpracovaných potravin*

- delší trvanlivost
- inaktivace patogenů
- pohodlí a dostupnost
- fortifikace
- speciální výživa



Zpracované potraviny

➤ *Negativní zdravotní dopady UPF*

- **↑ obsah cukru, soli, tuku** → riziko obezity, hypertenze, diabetu 2. typu
- **aditiva a emulgátory** → vliv na střevní mikrobiom a zánětlivé procesy
- **↓ obsah vlákniny a mikronutrientů** → deficit živin i přes ↑ kalorický příjem
- **↑ glykemický index** → kolísání hladiny cukru v krvi
- **konzervanty**

➤ *Citlivé skupiny lidí:*

- Děti
- Těhotné ženy
- Chronicky nemocní



REVIEW

Open Access

Consumption of ultra-processed foods and health outcomes: a systematic review of epidemiological studies



Xiaojia Chen^{1,2†}, Zhang Zhang^{1,2†}, Huijie Yang^{1,2†}, Peishan Qiu^{1,2}, Haizhou Wang^{1,2}, Fan Wang^{1,2}, Qiu Zhao^{1,2*}, Jun Fang^{1,2*} and Jiayan Nie^{1,2*}

Results: 20 studies (12 cohort and 8 cross-sectional studies) were included in the analysis, with a total of 334,114 participants and 10 health outcomes. In a narrative review, high UPFs consumption was obviously associated with an increased risk of all-cause mortality, overall cardiovascular diseases, coronary heart diseases, cerebrovascular diseases, hypertension, metabolic syndrome, overweight and obesity, depression, irritable bowel syndrome, overall cancer, postmenopausal breast cancer, gestational obesity, adolescent asthma and wheezing, and frailty. It showed no significant association with cardiovascular disease mortality, prostate and colorectal cancers, gestational diabetes mellitus and gestational overweight.

- odkaz na [studii](#)

Shrnutí

- Rozvoj lidské společnosti přináší **velký tlak na produkci potravin**
 - **Intenzifikace zemědělství** – chemizace, mechanizace, rizika šíření chorob
 - **Přímá návaznost na ŽP** – nutná ochrana → udržitelné postupy
-

Který z energetických zdrojů je nejbezpečnější z hlediska lidského zdraví a proč?



Zdroje literatury

- [Využívání odpadních vod k závlaze zemědělských plodin – eutrofizace vod \(mendelu.cz\).](#)
- P. Rosendorf, D. Fiala: [Metodika vymezení zranitelných oblastí podle eutrofizace vod \(Methodology of vulnerable zones designation due to eutrophication\)](#). 2016.
- [Possible consequences of eutrophication](#)
- Zdroj: Zhang, W. a kol.: [The Impact of Cyanobacteria Blooms on the Aquatic Environment and Human Health](#). Toxins 14(2022).
- European Environment Agency. (2024). [How pesticides impact human health \(Signal\)](#).
- D. Smíšková: [Zoonózy – nejčastější klinické projevy a diferenciální diagnostika](#). Medicína pro praxi 7 (2010).

Zdroje literatury

- Státní veterinární správa: [*Ptačí chřipka – informace pro veřejnost; Slintavka a kulhavka \(SLAK\)*](#)
- irozhlas.cz: [*Slintavka a kulhavka je přenosná ze zvířete na člověka, jsou ale známy jednotky případů, říká lékař.*](#)
- Mie, A., Andersen, H.R., Gunnarsson, S. et al. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. *Environ Health* 16, 111 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0315-4>
- David, L., Dambrun, M., Harrington, R., Streith, M., & Michaud, A. (2021). Psychological and Physical Health of Organic and Conventional Farmers: A Review. *Sustainability*, 13(20), 11384. <https://doi.org/10.3390/su132011384>
- Hurtado-Barroso, S., Tresserra-Rimbau, A., Vallverdú-Queralt, A., & Lamuela-Raventós, R. M. (2017). Organic food and the impact on human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(4), 704–714. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1394815>

Zdroje literatury

- *Smith-Spangler, C. a kol. (2012). Are Organic Foods Safer or Healthier Than Conventional Alternatives? Annals of Internal Medicine, 157(5), 348. doi:10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007*
- *Liang, S., Zhou, Y., Zhang, Q. et al. Ultra-processed foods and risk of all-cause mortality: an updated systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. Syst Rev 14, 53 (2025). <https://doi.org/10.1186/s13643-025-02800-8>*
- *Suksatan, W.; Moradi, S.; Naeini, F.; Bagheri, R.; Mohammadi, H.; Talebi, S.; Mehrabani, S.; Hojjati Kermani, M.a.; Suzuki, K. Ultra-Processed Food Consumption and Adult Mortality Risk: A Systematic Review and Dose–Response Meta-Analysis of 207,291 Participants. Nutrients 2022, 14, 174. <https://doi.org/10.3390/nu14010174>*

Antropogenní činnosti v kontextu životního prostředí – spalování fosilních paliv, energetika, odpadové hospodářství

7. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

Antropogenní činnosti v kontextu ŽP

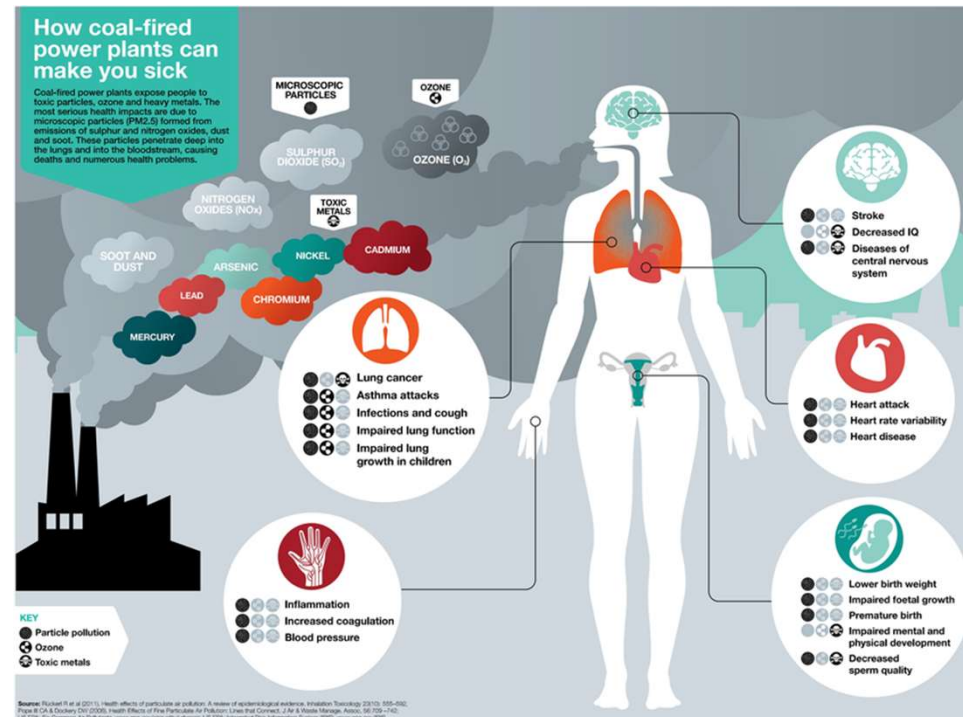
- Zemědělství
- Energetika
- Doprava
- Odpadové hospodářství
- „Nové“ polutanty ŽP

Který z aktuálně využívaných energetických zdrojů Vám přijde nejčistší a měl by se využívat/rozdvíjet i nadále?

Jaká je situace v ČR?



Energetika



Energetika – stručná historie

- „parní stroj“ – rozvoj industrializace v 19. století → doprovázeno rozvojem energetiky
- elektrifikace rozvinutých států na počátku 20. století – uhelné a vodní elektrárny
- v 70. letech 20. století – boom jaderné energetiky
- 21. století – snaha o minimalizaci uhlíkové stopy

➤ **na dostatku energetických zdrojů závisí rozvoj lidské civilizace**

Energetika - současnost

- spotřeba elektrické energie narůstá
- hledání nových zdrojů energie
- **aktuální situace:**
 - ✓ fosilní paliva a jejich náhrady – OZE?
 - ✓ nakládání s odpady
 - ✓ nové zdroje/typy energie?
- **dopady:**
 - ✓ $\uparrow$ CO₂
 - ✓ kontaminace prostředí
 - ✓ těžba surovin
 - ✓ změny v přírodních ekosystémech



1918

2017

1 TWh

74 TWh

hrubá spotřeba elektřiny

500 TJ

328 000 TJ

spotřeba plynu

0,1 TWh

10,7 TWh

výroba elektřiny z OZE

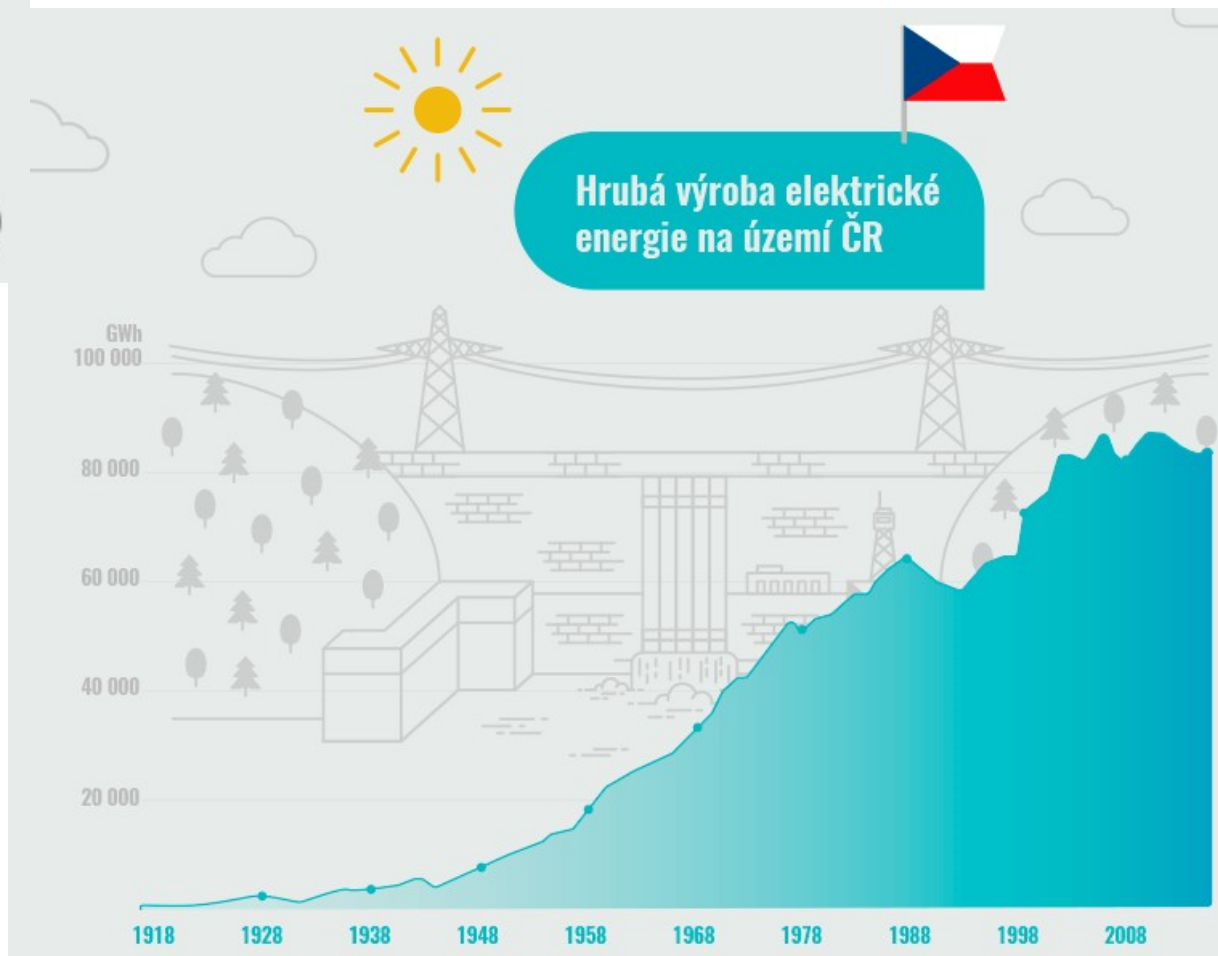
1500 km

250 000 km

délka přenosových a distribučních vedení

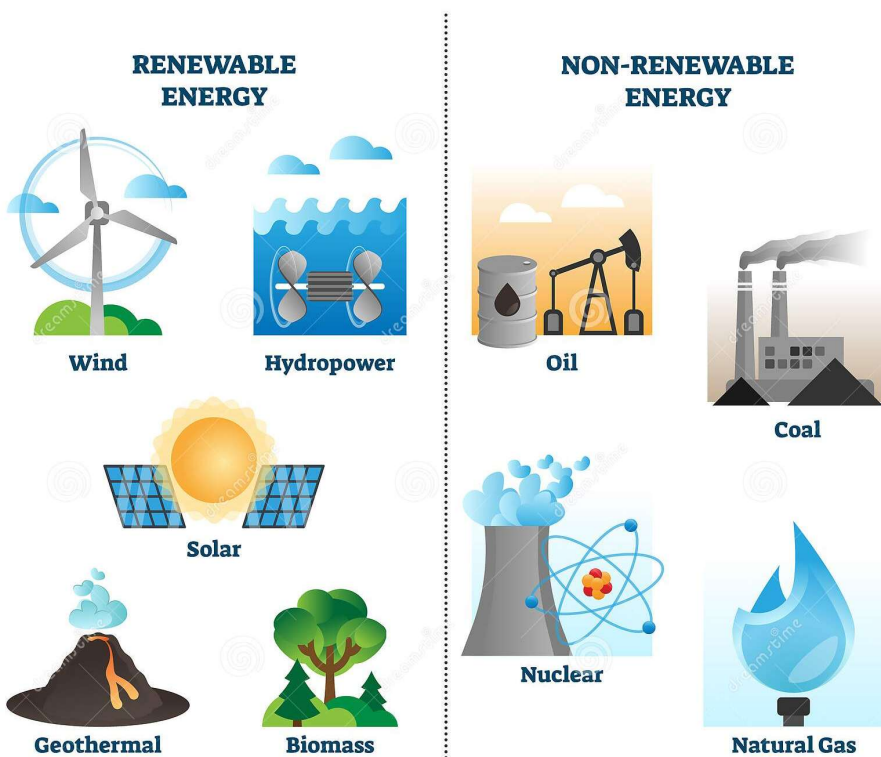
100 let české energetiky

Zdroj: [Infografika: Česká energetika slaví 100 let. Jak se za tu dobu změnila?](#)

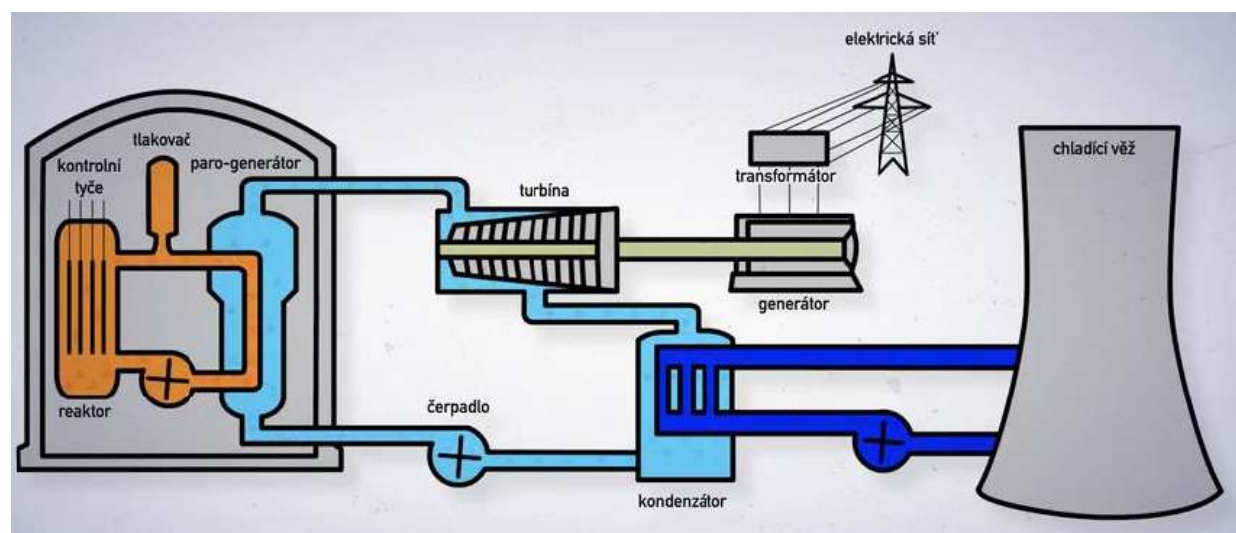


Výroba energie

➤ Zdroje:

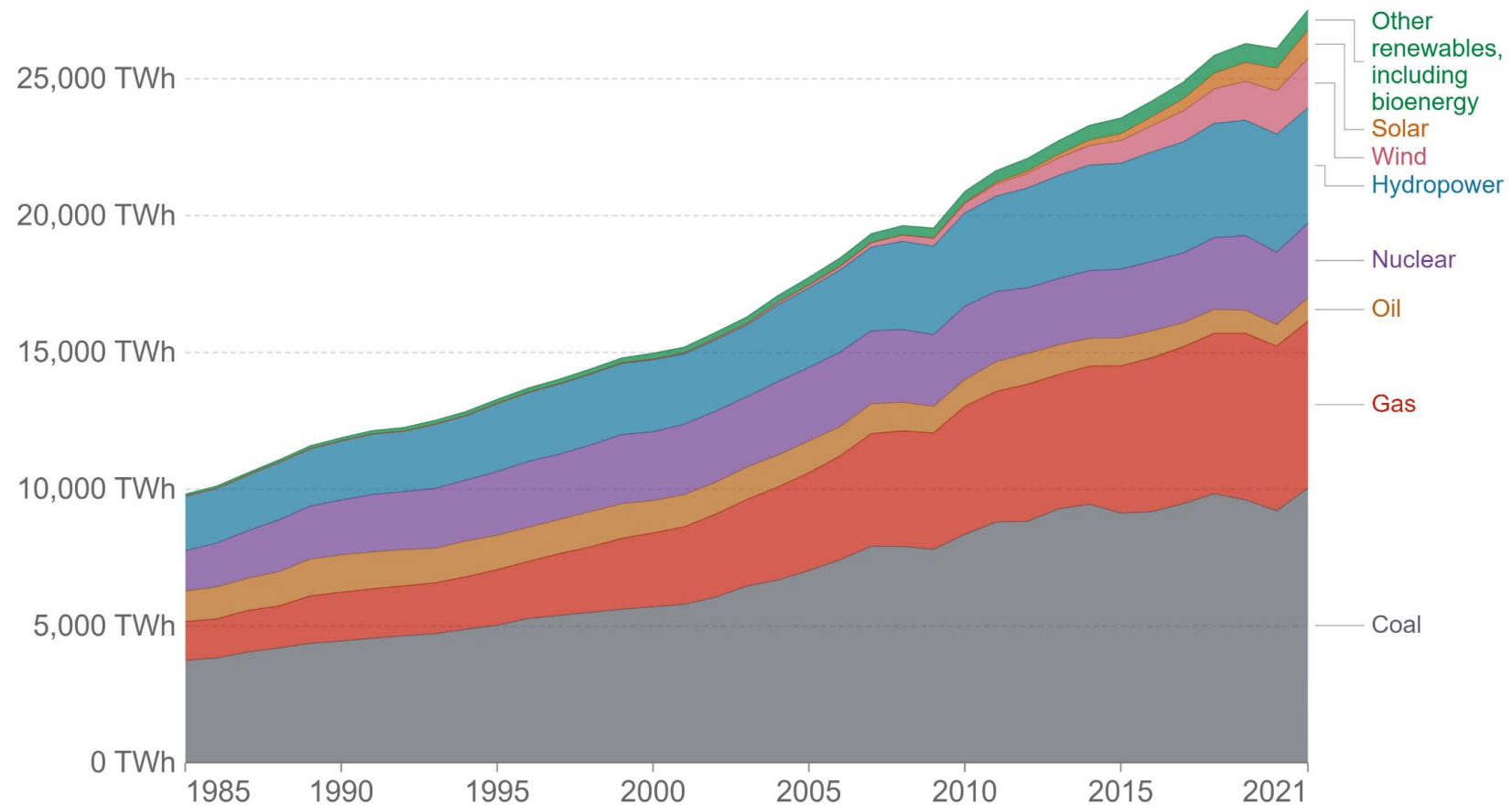


➤ Princip (JE):



Electricity production by source, World

Our World
in Data



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy, Ember Global Electricity Review (2022) & Ember European Electricity Review (2022)

Note: 'Other renewables' includes biomass and waste, geothermal, wave and tidal.

OurWorldInData.org/energy • CC BY

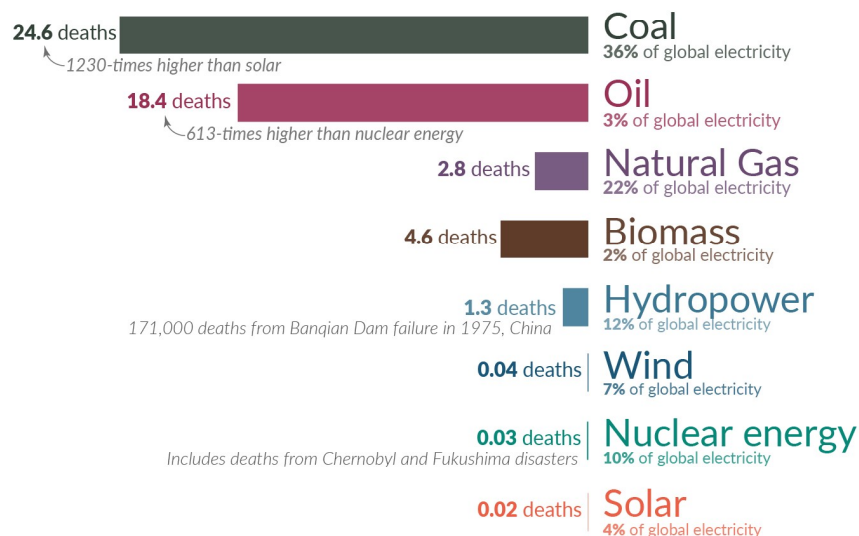
Bezpečnost energetiky

➤ Který typ je nejbezpečnější a „nejčistší“?????

What are the **safest** and **cleanest** sources of energy? 

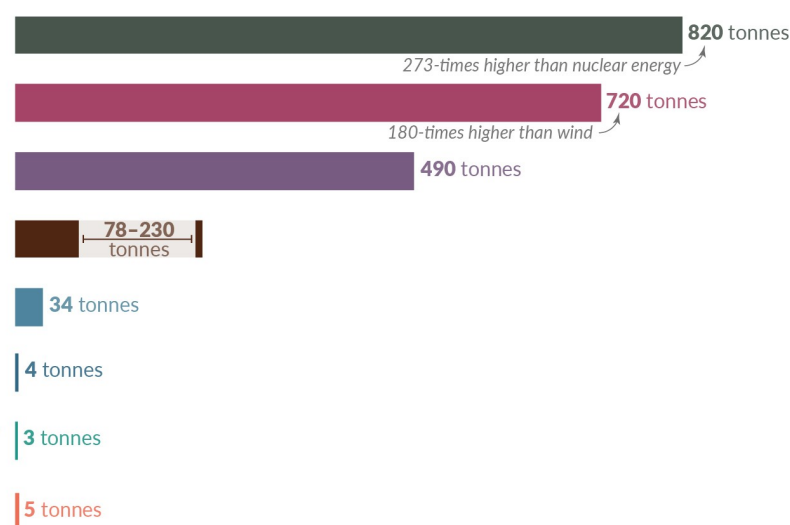
Death rate from accidents and air pollution

Measured as deaths per terawatt-hour of electricity production.
1 terawatt-hour is the annual electricity consumption of 150,000 people in the EU.



Greenhouse gas emissions

Measured in emissions of CO₂-equivalents per gigawatt-hour of electricity over the lifecycle of the power plant.
1 gigawatt-hour is the annual electricity consumption of 150 people in the EU.



Death rates from fossil fuels and biomass are based on state-of-the-art plants with pollution controls in Europe, and are based on older models of the impacts of air pollution on health. This means these death rates are likely to be very conservative. For further discussion, see our article: [OurWorldinData.org/safest-sources-of-energy](https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy). Electricity shares are given for 2021. Data sources: Markandya & Wilkinson (2007); UNSCEAR (2008; 2018); Sovacool et al. (2016); IPCC AR5 (2014); Pehl et al. (2017); Ember Energy (2021).

[OurWorldinData.org](https://ourworldindata.org) – Research and data to make progress against the world's largest problems.

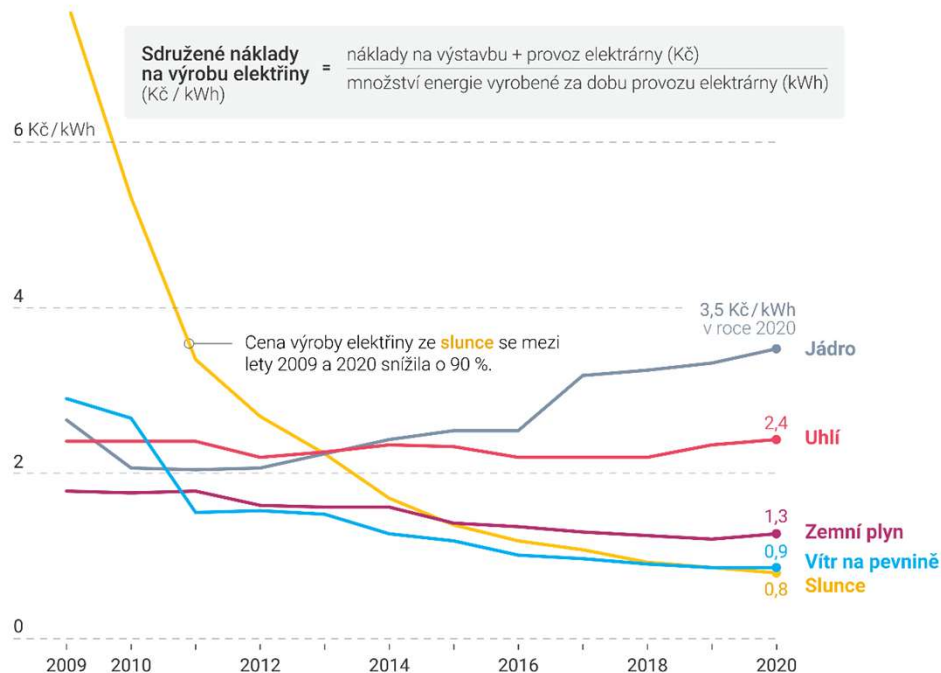
Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

Energetika

➤ Který typ je nejlevnější????

VÝVOJ SVĚTOVÝCH CEN ELEKTŘINY PODLE ZDROJŮ

Ceny výroby elektřiny ze slunce a větru v poslední dekádě výrazně klesly a dnes tyto obnovitelné zdroje energie patří ve světě mezi nejlevnější.



Proč ceny elektřiny ze solárních a větrných elektráren klesají?

- **Technologie** výroby solárních panelů a větrných elektráren za poslední dekádu **výrazně vyspěla**.
- Využívání větrných a solárních elektráren ve větším měřítku přináší výhody v podobě **úspor z rozsahu**.
- Růst odvětví obnovitelných zdrojů láká další a další společnosti. **Větší konkurence snižuje cenu**.
- S rozšířením větrných a solárních elektráren **klesají rizika spojená s investicí** do stavby těchto zdrojů

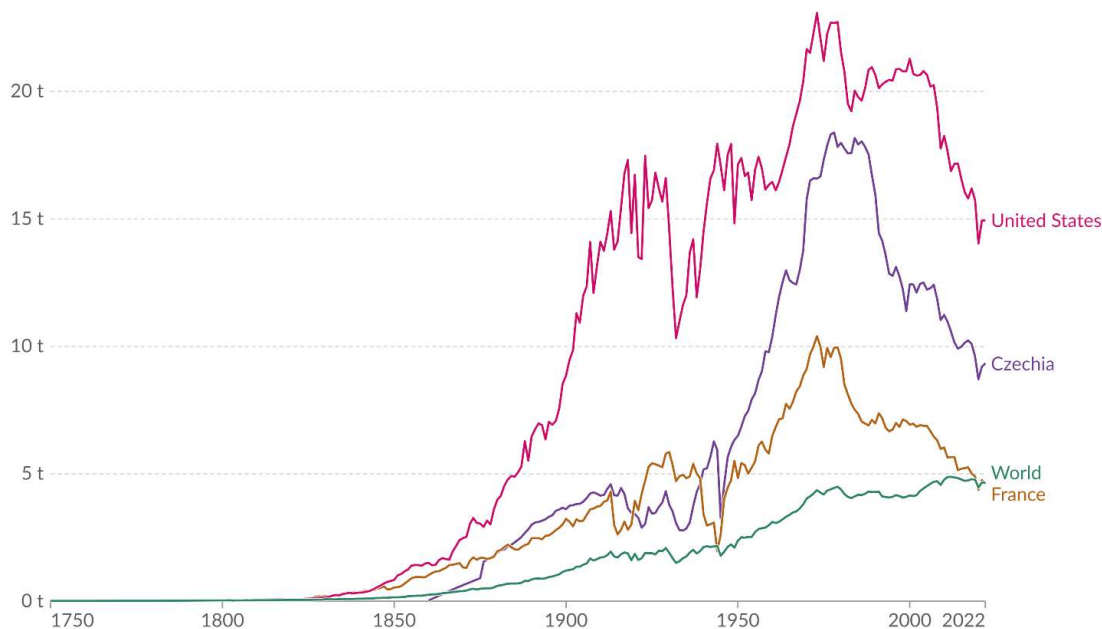
Energetika – uhlíková stopa

= *množství vyprodukovaných skleníkových plynů přepočítaných na CO₂ekv*

Per capita CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: Global Carbon Budget (2023); Population based on various sources (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

***Proč se řeší uhlíková stopa?
Jaký má dopad na zdraví?***

1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Energetika – uhlíková stopa

- **European Green Deal**

→ balíček Fit for 55

Evropská rada stanovila cíl dosažení klimatické neutrality EU do roku 2050. Aby se ekologická transformace stala skutečností, je třeba upravit právní předpisy EU.

Balíček „Fit for 55“ je soubor nových legislativních návrhů a změn stávajících právních předpisů EU, které EU pomohou snížit do roku 2030 čisté emise skleníkových plynů alespoň o 55 % ve srovnání s rokem 1990.



emise skleníkových plynů ze všech hospodářských odvětví, včetně průmyslu, dopravy, energetiky, zemědělství a odpadů



pohlcování skleníkových plynů pomocí propadů uhlíku, jako jsou např. lesy



financování spravedlivé transformace



uhlíkové vyrovnání na hranicích v případě některého dovozu

Klíčové oblasti činnosti



energie z obnovitelných zdrojů



zdanění energie



více alternativních paliv a více dobíjecích stanic pro elektrická vozidla



energetická účinnost



Energetika – emise

✓ Uhelné a paroplynové elektrárny

➤ **PLYNNÉ EMISE**

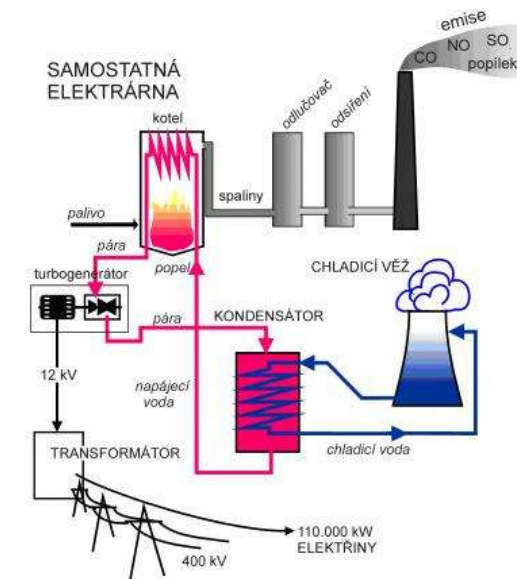
- NO_x
- CO_2
- SO_2
- VOC

➤ **PEVNÉ EMISE**

- PM, popílek (těžké kovy, ↑ radiace)

➤ **KAPALNÉ EMISE**

- chladicí voda, ČOV



	Hnědé uhlí	Zemní plyn
Popílek	608,4	0,6
Oxid siřičitý	1129,4	0,3
Uhlovodíky	699,3	3,8
Oxid uhelnatý	3146,9	9,4

Srovnání vzniku vybraných škodlivin v důsledku spalování [mg/MJ].

Zdroj: zemniplyn.cz

Energetika – emise

✓ Uhelné a paroplynové elektrárny – emise z těžby/dopravy

➤ *PLYNNÉ EMISE*

- GHGs – CO₂, CH₄

➤ *PEVNÉ EMISE*

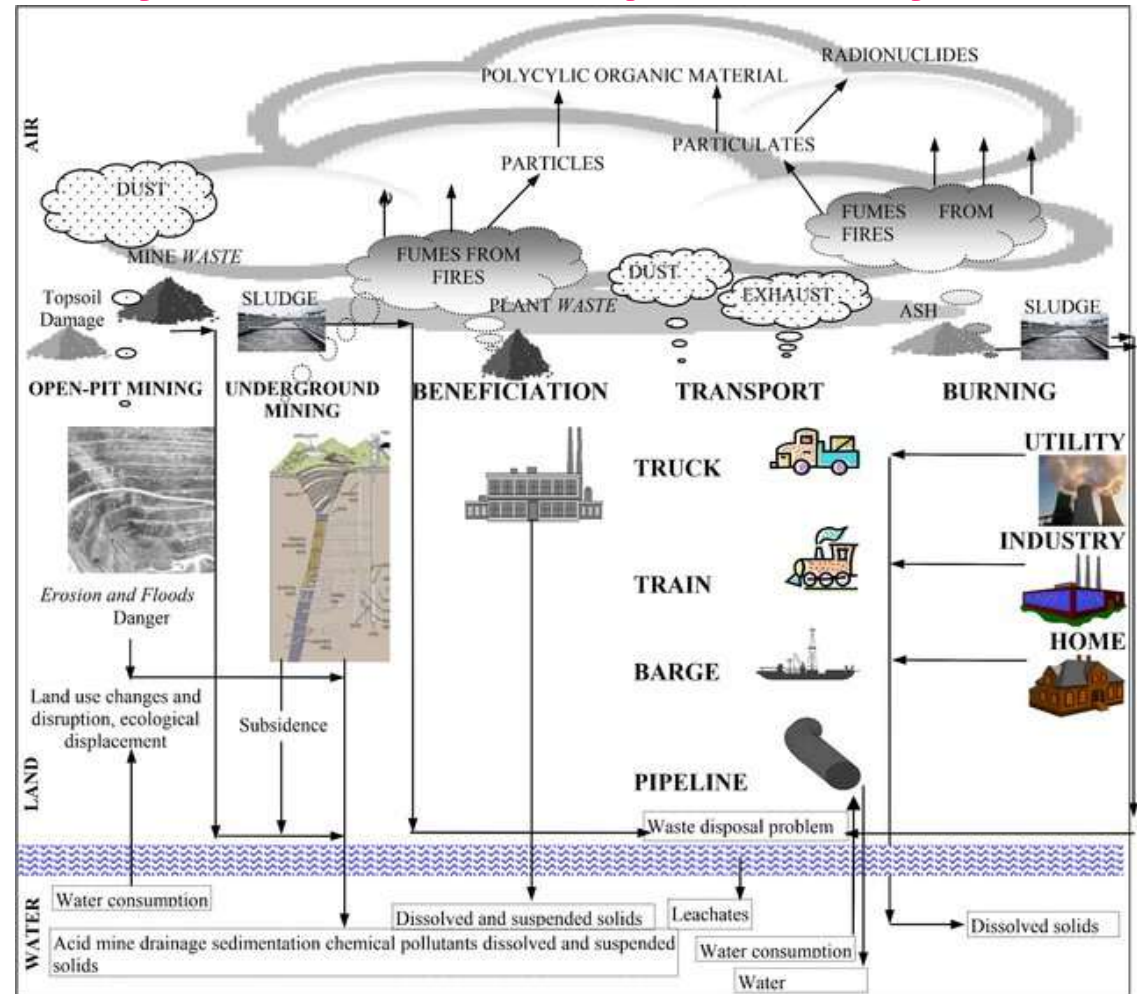
- PM

➤ *KAPALNÉ EMISE*

- důlní vody (uhlí)

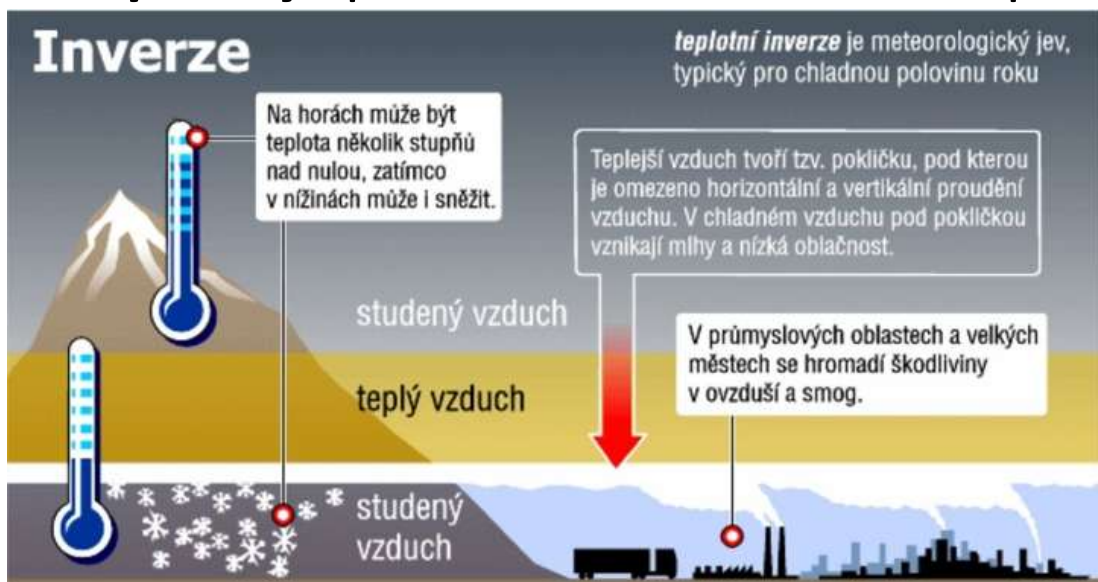
➤ *SPECIFIKA*

- fyzikální znečištění
- sociální dopady



Energetika – zimní smog

- kyselý, redukční
- saze a popílek s adsorbovanými těžkými kovy = katalyzátory oxidace SO_2 na H_2SO_4
- kyselá agresivní mlha – aerosol H_2SO_4
- **příčiny:** paliva s ↑ obsahem S, teplotní inverze

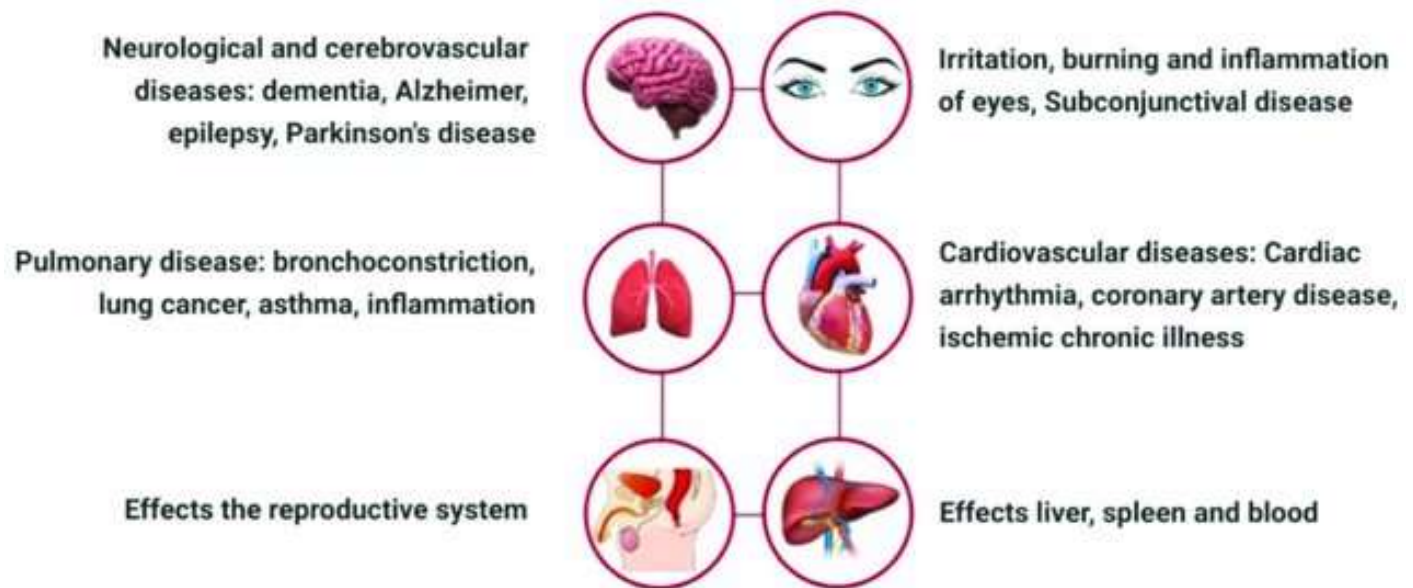


Zdroj: dailymail.co.uk

Energetika – zimní smog

→ *Zimní smog a jeho negativní dopady na lidské zdraví:*

1. Respirační systém
2. Kardiovaskulární systém
3. CNS
4. Imunitní systém
5. ↑ úmrtnost



Zdroj: Javed, M.A. et al.: The Potential Impact of Smog Spell on Humans' Health Amid COVID-19 Rages. Int. J. Envi. Res. Public Health (2021).

Energetika – emise

✓ Jaderné elektrárny

➤ *PLYNNÉ EMISE*

- nejsou

➤ *PEVNÉ EMISE*

- vyhořelé palivo, radioaktivní materiály (oblečení, součástky reaktorů, obalový materiál..)

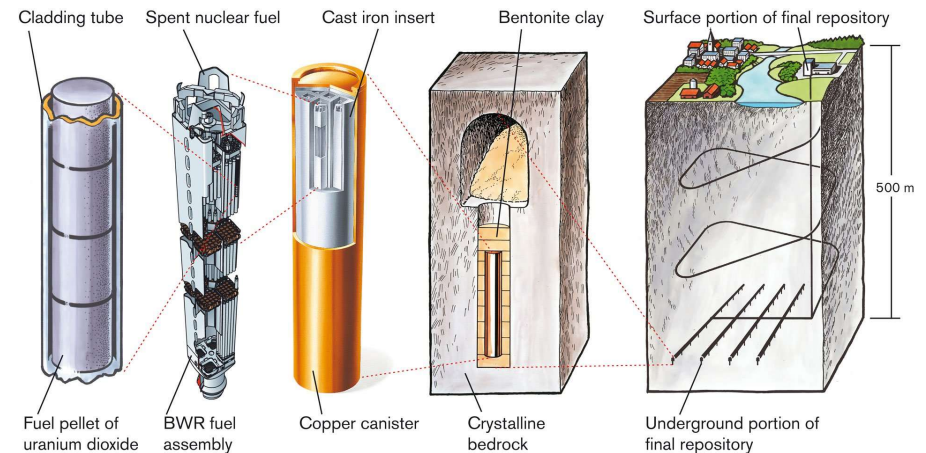
➤ *KAPALNÉ EMISE*

- chladicí voda

➤ *SPECIFIKA*

- úložiště vyhořelého paliva
- riziko jaderné havárie je velmi nízké

+ emise z těžby



Energetika – emise

✓ Jaderné elektrárny – úložiště VP

Zprávy » Domácí » „Jako by na mě dýchl bolševik.“ U vesnice chce stát uložit jaderný odpad

„Jako by na mě dýchl bolševik.“ U vesnice chce stát uložit jaderný odpad



TOMÁŠ KLÉZL

+ sledovat

Novinky.cz - 9. 4. 2025

f X 508

Obce v Pošumaví už po desetiletí odmítají stavbu hlubinného úložiště radioaktivního odpadu. Nyní žalují stát. Ani po letech ujišťování od vědců nevěří, že stavba bude bezpečná.

„Když nám to poprvé řekli, byli jsme všichni zděšení. Ve dvou minutách nám řekli, že jsme jedna ze zvažovaných lokalit a že s tím nic neuděláme. Jako by na mě opět dýchl bolševik,“ dodává bývalý dlouholetý starosta Petr Klásek, který dodnes zastupuje obec ve věci úložiště.

➤ *Proč byla lokalita Březový potok vybrána:*

- + vyrovnané hodnocení lokality ve všech hodnocených kritériích
- + velký rozměr potenciálně vhodného horninového bloku
- + malá rychlost proudění podzemní vody
- + v další etapě prací bude velká pozornost věnována řešení povrchového areálu



SÚRAO

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH
ODPADŮ

Zdroj: [SÚRAO](https://suroao.cz)

Legislativní a preventivní opatření

➤ ***Zákon č. 263/2016 sb. – atomový zákon***

- zpracovává předpisy EU

§ 1

(1) Tento zákon upravuje

a) podmínky mírového využívání jaderné energie,

b) podmínky vykonávání činností v rámci expozičních situací,

c) nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem,

d) schvalování typu některých výrobků v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky přepravy radioaktivní nebo štěpné látky, radioaktivního odpadu nebo vyhořelého jaderného paliva,

e) monitorování radiační situace,

f) zvládání radiační mimořádné události,

g) podmínky zabezpečení jaderného zařízení, jaderného materiálu a zdroje ionizujícího záření,

h) požadavky k zajištění nešíření jaderných zbraní a

i) výkon státní správy

Legislativní a preventivní opatření

- **Limity ozáření (§ 63)**

(2) Limity ozáření jsou

- a) obecné limity pro obyvatele,
- b) limity pro radiační pracovníky,
- c) limity pro žáky a studenty.

.....

(5) Limitům ozáření nepodléhá lékařské ozáření.

(6) Prováděcí právní předpis stanoví hodnoty limitů ozáření a způsob nakládání s nimi.

.....

- **Radiační ochrana obyvatel**
- **Radiační ochrana pacientů**
- **Základní pravidla nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem**
- **Jaderný účet**
- aj.

Energetika – emise

✓ vodní elektrárny

➤ *PLYNNÉ EMISE*

- CH₄

➤ *PEVNÉ EMISE*

- Při výstavbě

➤ *KAPALNÉ EMISE*

- RL – provozní kapaliny

➤ *SPECIFIKA*

- změna vodních toků – vliv na biosféru a ŽP
- velké přehrady – riziko protržení hráze, změny v podloží...



Energetika – emise

✓ FvE

➤ **PLYNNÉ EMISE**

- nejsou

➤ **PEVNÉ EMISE**

- nejsou

➤ **KAPALNÉ EMISE**

- nejsou

➤ **SPECIFIKA**

- těžba surovin!
- životnost a **recyklace vysloužilých Fv panelů**



- zábor půdy
- off-shore projekty

Energetika – emise

✓ VtE

➤ **PLYNNÉ EMISE**

- nejsou

➤ **PEVNÉ EMISE**

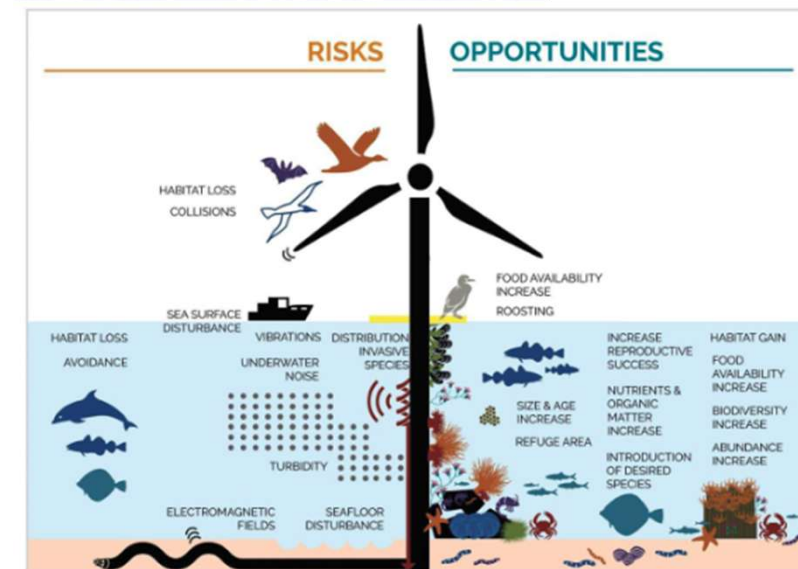
- nejsou

➤ **KAPALNÉ EMISE**

- nejsou

➤ **SPECIFIKA**

- fyzikální znečištění – hluk, vibrace
- životnost a recyklace vysloužilých větrníků



- zábor půdy
- off-shore projekty

Jak jste se dnes dostali do školy? Řešíte uhlíkovou stopu?



Doprava

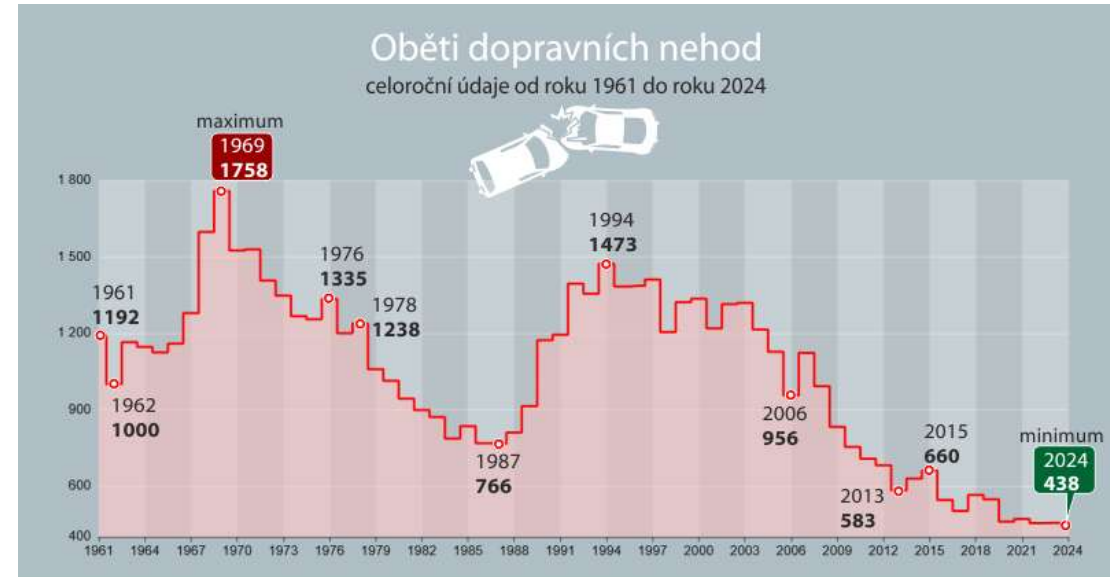
- neustálý přesun zboží, osob...
- **důležitá složka hospodářství**
- ČR leží na **křižovatce transevropských cest**
- vnitrozemská doprava – zásadní
- základ dopravní soustavy – **silniční, železniční** → ostatní druhy - doplňkový charakter
- rozvoj různých druhů dopravy nerovnoměrně → **současné trendy (v osobní) dopravě?**



Silniční doprava – vliv na zdraví

➤ **DOPRAVNÍ NEHODY** – data dle [WHO](#)

- 1,19 milionů lidí celosvětově zemře → 90 % v zemích s nižšími a středními příjmy (↑ africké země, ↓ Evropa)
- hlavní příčina úmrtí osob ve věku 5-29 let
- 20 až 50 milionů lidí utrpí nesmrtelná zranění



zdroj: Policie ČR

ČTK

Silniční doprava – vliv na zdraví

➤ **DOPRAVNÍ NEHODY** – data dle [WHO](#)

- Rizikové faktory:

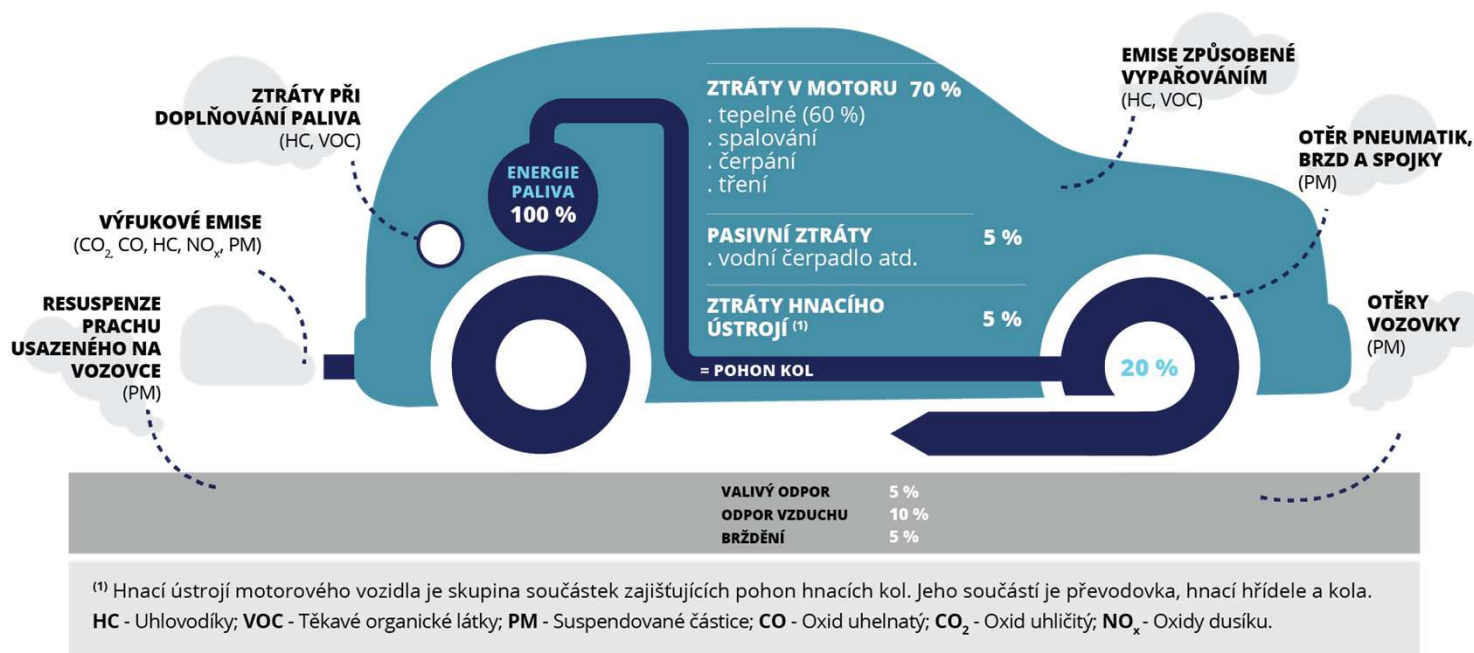
- 1) překročení rychlosti
- 2) řízení pod vlivem psychoaktivních látek
- 3) nepoužívání přileb, pásů, autosedaček atd.
- 4) používání mobilních telefonů apod.
- 5) nebezpečná infrastruktura
- 6) nebezpečná vozidla
- 7) nedostatečná péče po havárii
- 8) nedostatečné vymáhání předpisů



Silniční doprava – spalovací motory a emise

Emise a účinnost vozidel

Silniční doprava závislá na fosilních palivech představuje nejvýznamnější zdroj znečištění ovzduší z dopravy. Každé vozidlo vypouští emise z řady zdrojů.

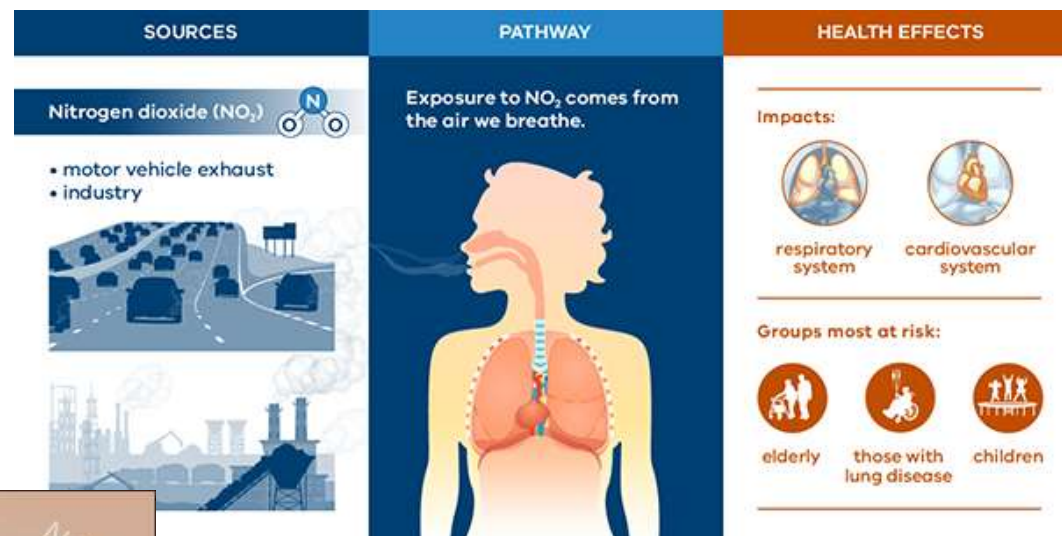
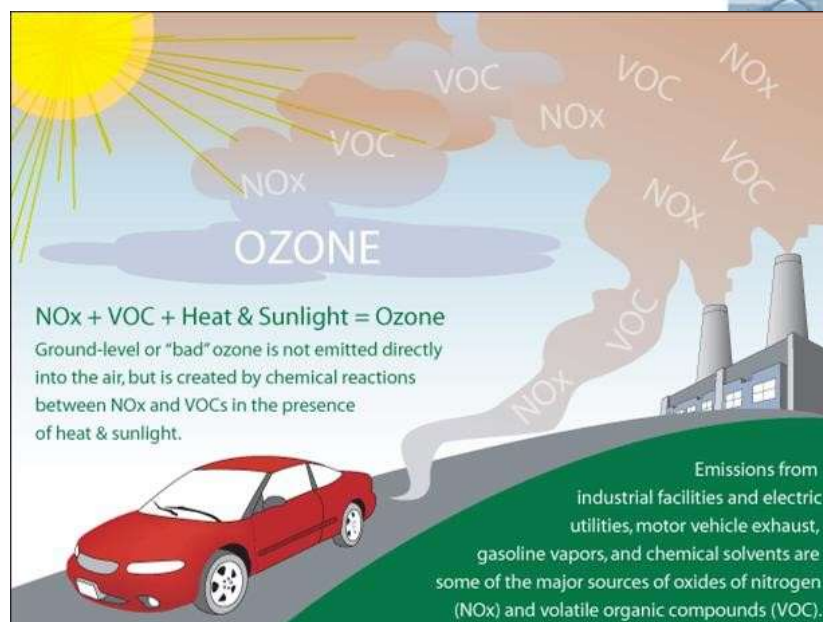


Zdroj: EEA Report — Explaining road transport emissions — a non-technical guide (2016)

Silniční doprava – vliv na zdraví

➤ PLYNNÉ EMISE

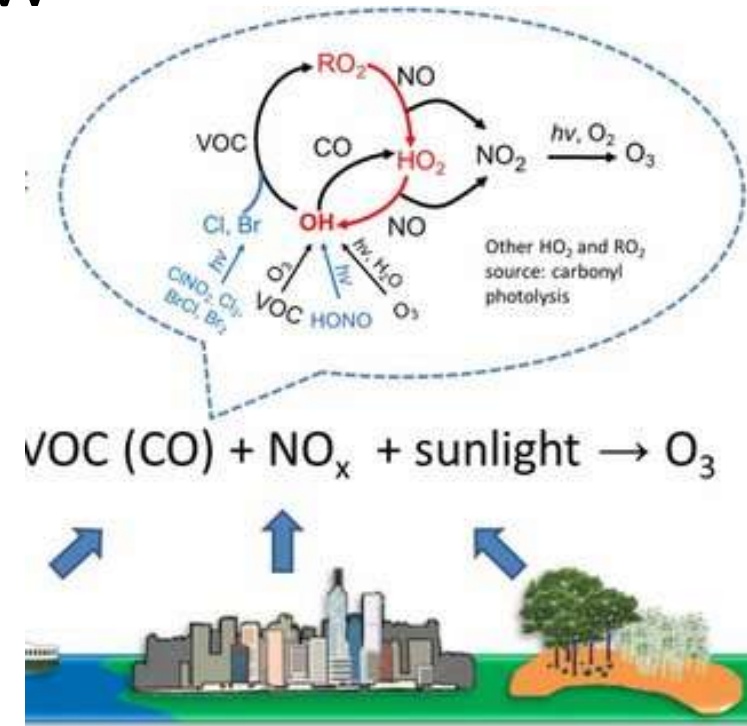
- NO_x
- CO
- CO₂
- VOC
- PAH



Zdroj: EPA

Silniční doprava – fotochemický smog

- oxidační, letní, losangelský
- v místech s vysokou hustotou automobilové dopravy
- dostatek slunečního záření, rozptylové podm.
- měří se koncentrace O_3



Zdroj: [Photochemical smog - what is it? Conditions for his education \(intqy.com\)](http://Photochemical%20smog%20-%20what%20is%20it%20Conditions%20for%20his%20education%20(intqy.com))

Silniční doprava – fotochemický smog

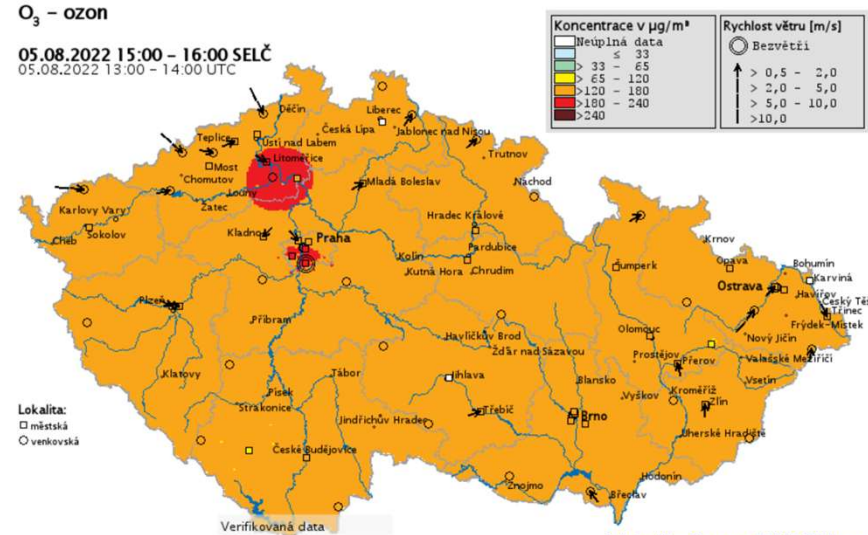
➤ Smogový a varovný regulační systém

Smogové situace (O_3) v ČR za rok 2022.

Oblast	Smogová situace				
	počet	doba trvání		vyhlášení	odvolání
		hod	den	den a hod (SELČ)	den a hod (SELČ)
Aglomerace O/K/F-M bez Třinecka	1	25	1	22.07.2022 15:20	23.07.2022 16:17
Aglomerace Praha	1	7	0,29	05.08.2022 15:10	05.08.2022 21:44
Středočeský kraj	1	7	0,29	05.08.2022 15:10	05.08.2022 21:44
Liberecký kraj	1	7	0,29	05.08.2022 15:10	05.08.2022 21:44
Ústecký kraj	1	7	0,29	05.08.2022 15:10	05.08.2022 21:44
Česká republika celkem	5	53	2,2		

O_3 – ozon

05.08.2022 15:00 – 16:00 SELČ
05.08.2022 13:00 – 14:00 UTC



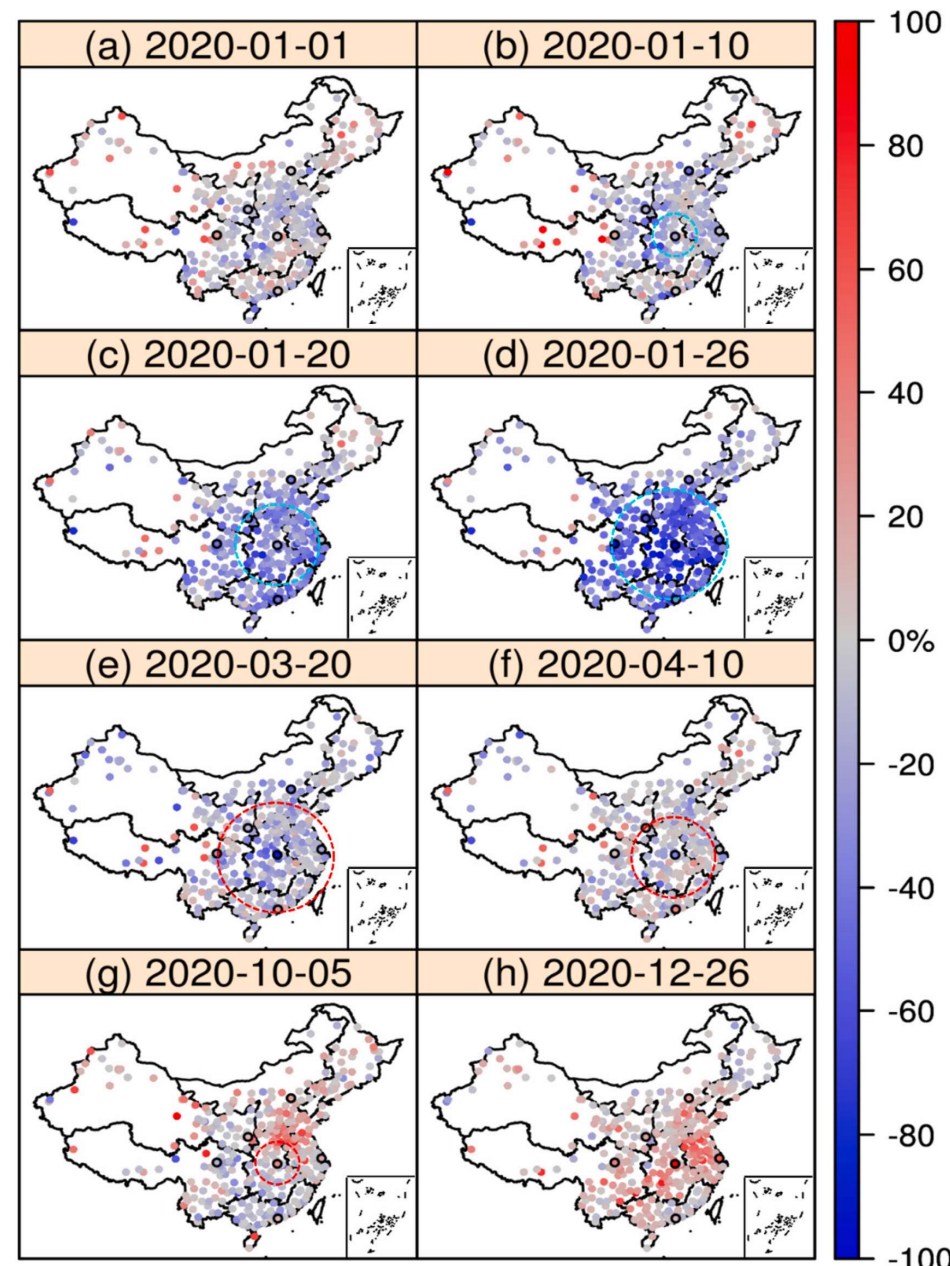
Zdroj: [Kvalita ovzduší na území ČR v roce 2022 \(ČHMÚ\)](#)

Pollution Map Generator, © IDEA-ENVI s.r.o.

Doprava – vliv na zdraví

➤ *Pandemie Covid-19 (2020 – 2021)*

- opatření vedoucí ke snížení pohybu lidí/emisí z dopravy

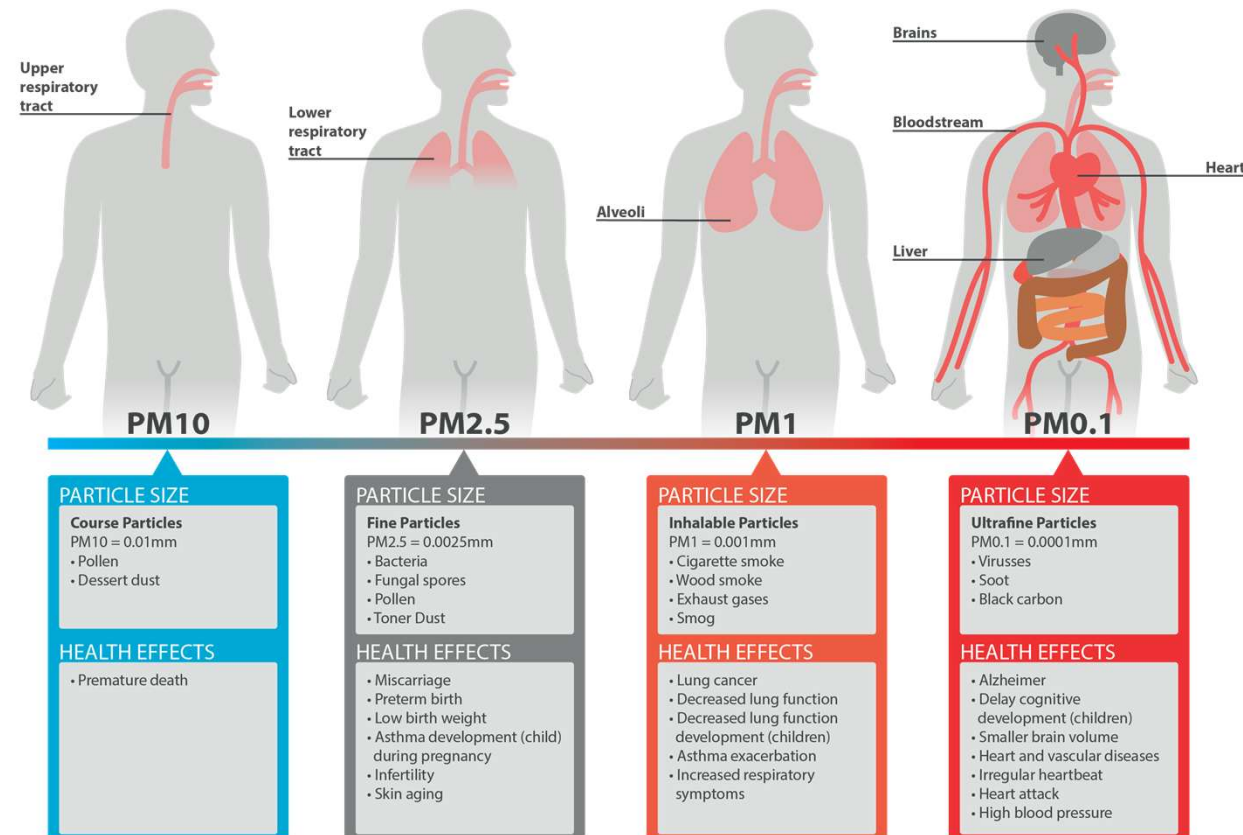


Zdroj: Qinhuizi W. et al.: [*Evaluation of NOx emissions before, during, and after the COVID-19 lockdowns in China: A comparison of meteorological normalization methods*](#). *Atm. Envi.* 278 (2022).

Doprava – vliv na zdraví

➤ PEVNÉ EMISE

- PM – výfukové plyny, otěr pneumatik/brzd (MP!), silniční prach

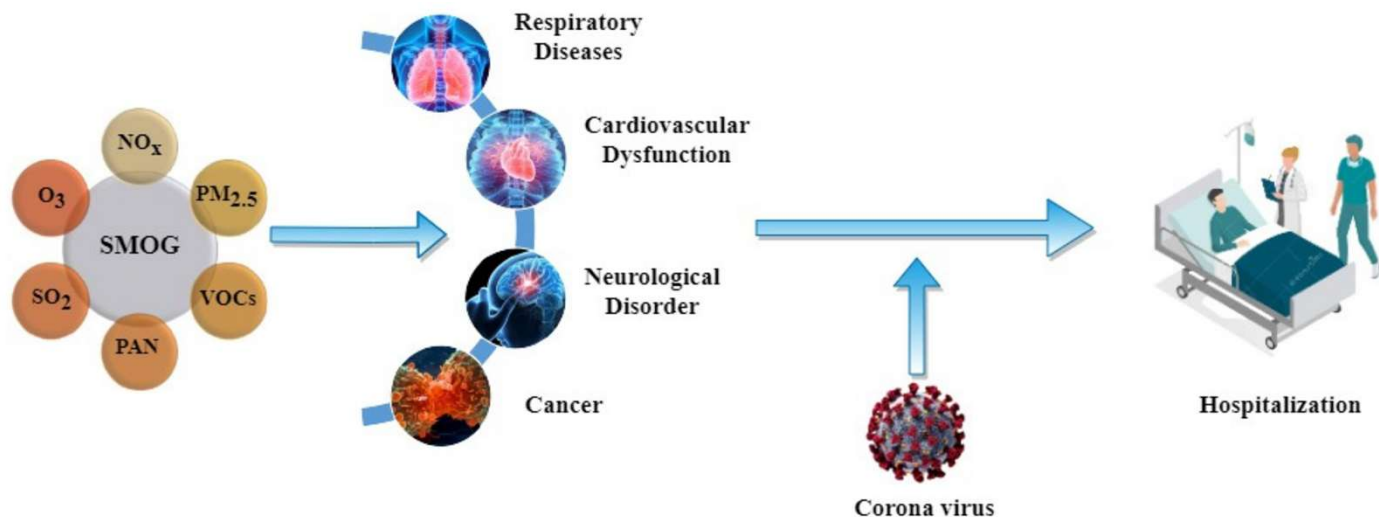


Zdroj: [VFA](#)

Doprava – vliv na zdraví

➤ *Pandemie Covid-19 (2020 – 2021)*

- zatížení emisí z dopravy + covid-19 → synergický a negativní dopad na dýchací cesty → vyšší zranitelnost k infekci
- vyšší počet nemocných v více znečištěných oblastech

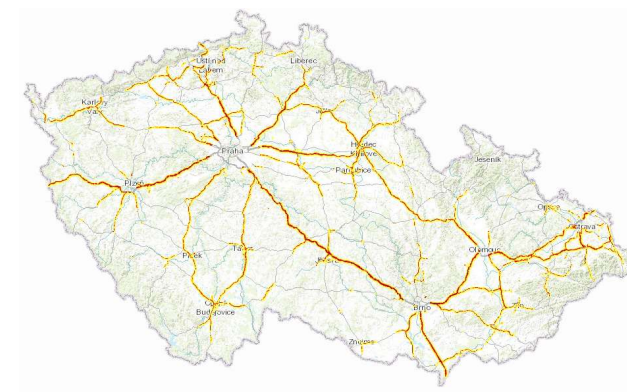


Zdroj: Javed, M.A. et al.: The Potential Impact of Smog Spell on Humans' Health Amid COVID-19 Rages. *Int. J. Envi. Res. Public Health* (2021).

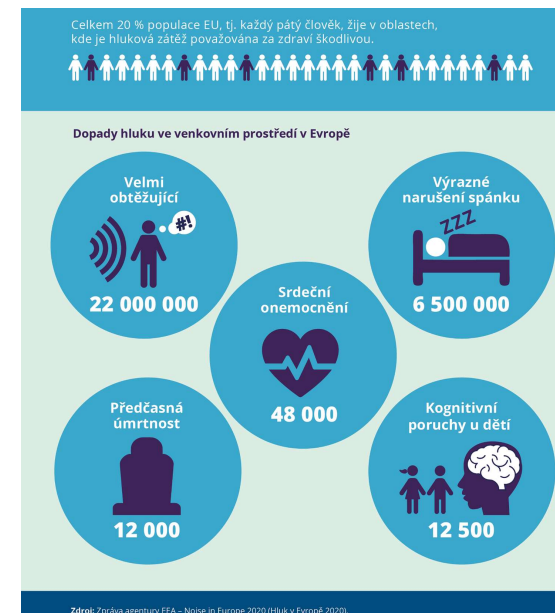
Doprava – vliv na zdraví

➤ FYZIKÁLNÍ „ZNEČIŠTĚNÍ“

- HLUK
- VIBRACE
- SVĚTELNÝ „SMOG“



- ČR - nadlimitním hlukem trpí cca 0,5 milionů lidí
- hlukové mapy - <https://geoportal.mzcr.cz/SHM/>



Doprava – vliv na zdraví

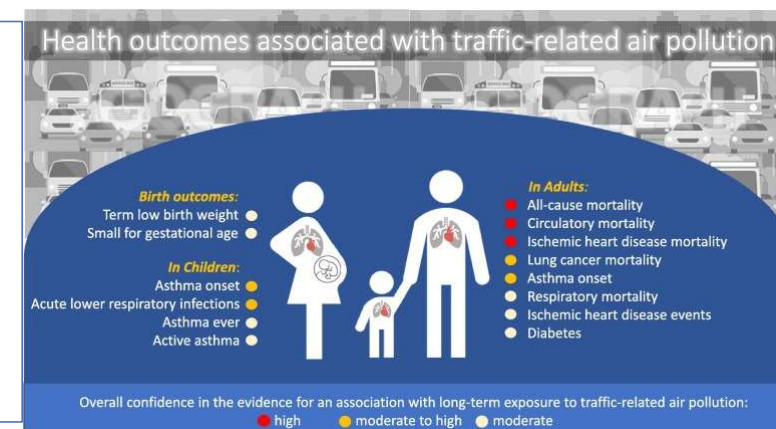
H. Boogaard a kol.: Long-term exposure to traffic-related air pollution and selected health outcomes: A systematic review and meta-analysis, Environment International 164 (2022):

Základní informace ke studii:

- Přehled výstupů publikovaných od 1/1980-7/2019
- 353 studií – respirační onemocnění u dětí (118), změny u novorozenců a kojenců (86), kardiometabolické efekty (57), respirační onemocnění u dospělých (50) a úmrtnost (48)
- 163 studií z Evropy, 130 ze Severní Ameriky, 41 z Asie (převážně Čína)

Výsledky studie-dlouhodobá zátěž emisí z dopravy:

- Střední-vysoká pravděpodobnost vzniku astmatu
- Střední úroveň pro ischemickou chorobu srdeční a cukrovku
- Zvýšená úmrtnost – kardiovask. onemocnění, rakovina plic
- Nízká porodní váha



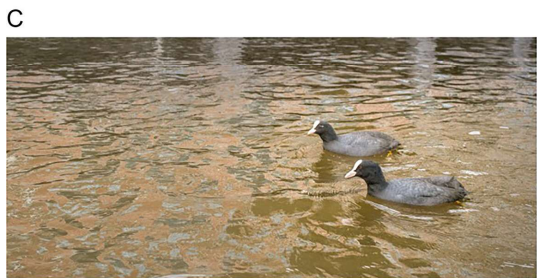
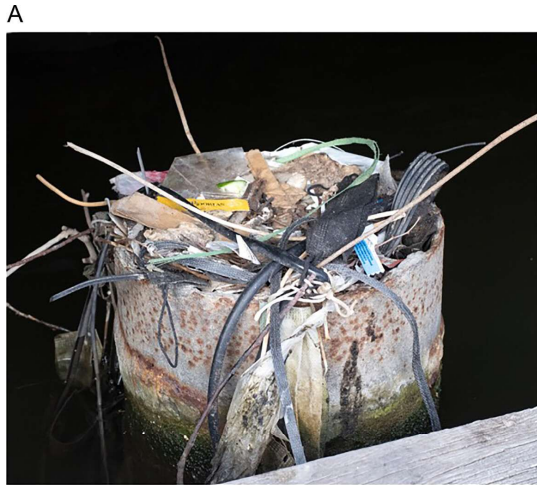
Jaké znáte způsoby nakládání s odpady?



Odpadové hospodářství



Odpadové hospodářství



- život v antropocénu je lemován odpadem
- dopad na zdraví a ŽP
- správné nakládání s odpadem je nezbytné!

Zdroj: Hiemstra, A.-F., B. Gravendeel, M. Schilthuizen: [Birds Documenting the Anthropocene: Stratigraphy of Plastic in Urban Bird Nests](#). Ecology 106(2025).

HIERARCHIE NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Předcházení
vzniku odpadů

rozumná spotřeba

Příprava
k opětovnému použití

správné třídění

Recyklace

materiálové využití

Jiné využití
(např. energetické)

energetické využití
minimalizace odpadu

Odstranění

zábor půdy
možný únik do ŽP

Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- často žádné nebo minimální
- není to „na pořadu dne“ – obvykle se řeší existenční problémy

- **globální důsledky:**

- 1) znečištění hydrosféry
- 2) znečištění ovzduší a změna klimatu
- 3) ekonomické dopady

- **lokální důsledky:**

- 1) kontaminace ŽP
- 2) nárůst onemocnění/úmrtí



Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- ***zásadní problémy:***

- 1) Nedostatečná infrastruktura
- 2) Podfinancování
- 3) Často neoficiální „sběrači“
- 4) Nelegální skládky
- 5) Nadměrná spotřeba a ↑ produkce odpadu
- 6) Nedostatečná legislativa
- 7) Odpad z jiných států – EU!



Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- ***Agbogbloshie, Ghana – skládky elektroodpadu***
- i z vyspělých států
- obživa „sběračů“ - třídění, sběr, vypalování a prodej kovů

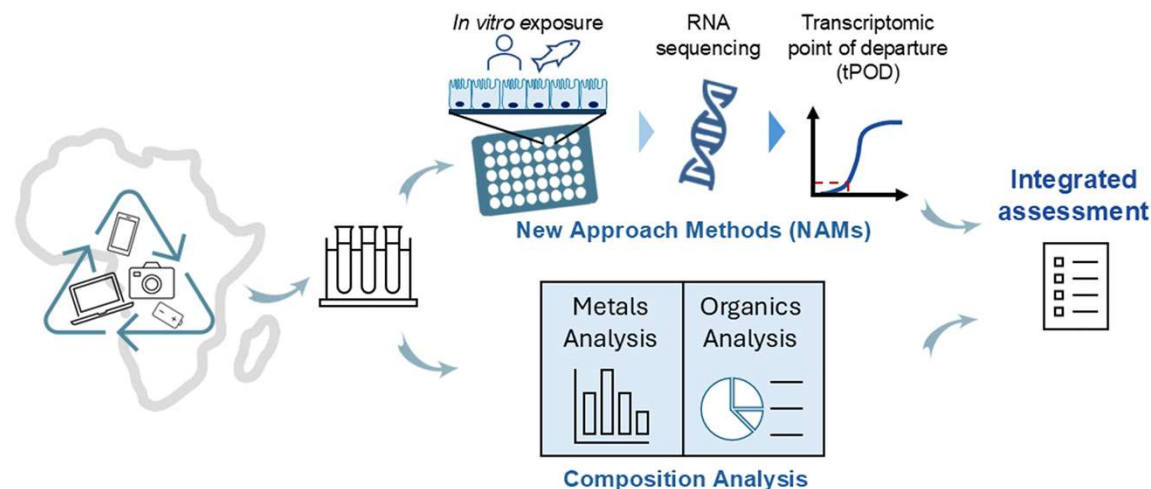


Zdroje: [*Stunning photos of a vast e-waste dumping ground — and those who make a living off it*](#); A. Canavati et al.: [*The world's electronic graveyard: What is the solution to Ghana's e-waste dilemma?*](#) *World Development Perspectives* 26 (2022).

Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- **Agbogbloshie, Ghana – skládky elektroodpadu**
- toxické polutanty do ŽP – z elektrozařízení a z jeho spalování
- **patologické koncentrace olova a kreatininu** ([studie 2024](#)) → vyšší výskyt onemocnění ledvin
- **cytotoxické účinky půdních výluhů** ([studie 2024](#))

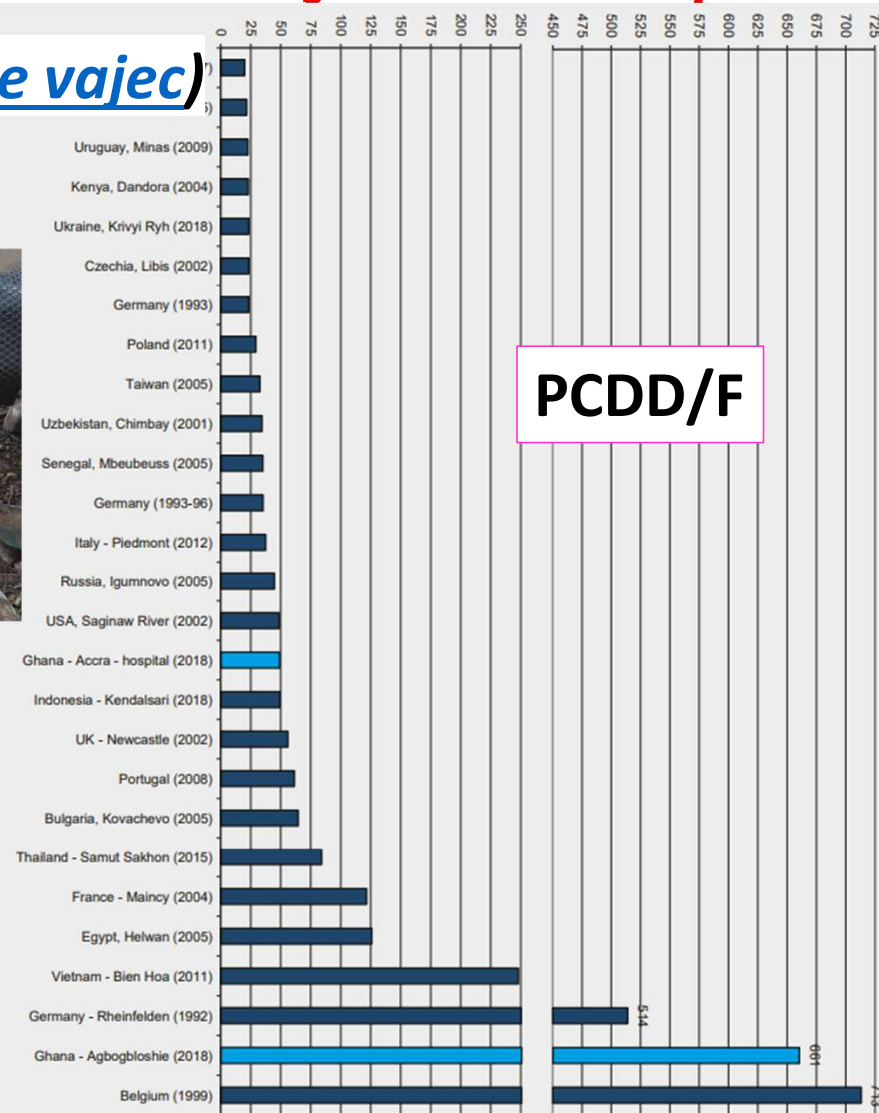
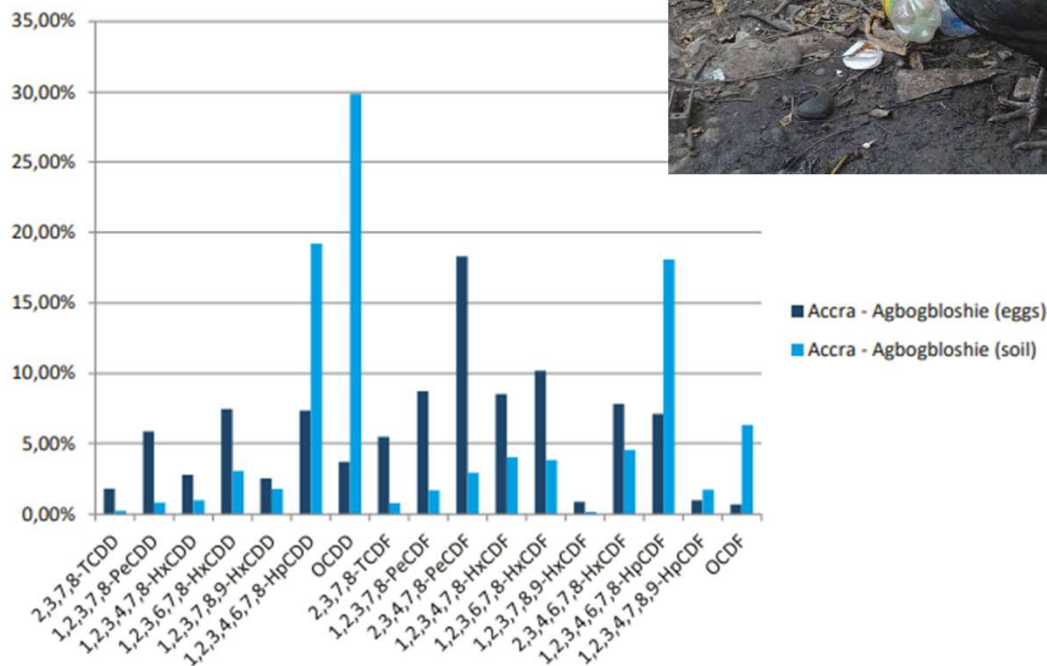
Zdroj: K. Mittal et al: [Cytotoxic and molecular effects of soil extracts from the Agbogbloshie electronic-waste site on fish and human cell lines](#). *Environmental Science Advances* 3 (2024).



Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- **Ghana – skládky elektroodpadu (kontaminace vajec)**
- ↑ koncentrace POPs

Figure 7: Dioxin profile of eggs and soil sample from Accra – Agbgbloshie.



Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- *Ghana – skládky elektroodpadu ([kontaminace vajec](#))*
- BFR – nejvyšší naměřené koncentrace ve vejcích celosvětově
- 1 vejce = 220 × překročení TDI pro PCDD stanovené EFSA
- PCB - 4× vyšší než normy EU
- PCDD/F - 171× vyšší než norma EU



Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- *nesprávné nakládání s odpady a zdravotní rizika – shrnutí*
- 1) **Respirační onemocnění** – otevřené spalování odpadu (PCDD/F, těžké kovy, PM, produkty hoření)
- 2) **Kontaminace vody** – těžké kovy, bakteriální znečištění, MP, BFR
- 3) **Podpora přenašečů onemocnění** – hmyz, hlodavci
- 4) **Expozice dětí**
- 5) **Psychosociální dopady**
- 6) **↓ turismu** – ekonomické ztráty



Odpadové hospodářství – rozvojové státy

- ***možná řešení:***
 - ✓ investice do odpadové infrastruktury
 - ✓ podpora kompostování BRO
 - ✓ regulace plastového odpadu a podpora alternativních materiálů
 - ✓ integrace sběračů odpadu do oficiálních systémů
 - ✓ vzdělávání a osvěta
 - ✓ podpora ekosystémových služeb

Odpadové hospodářství – rozvojové státy

2006/2008 - Projekt Solid Waste Collection and Handling – město Pune (Indie)

- ✓ zaměstnání několik tisíc dříve neoficiálních sběračů – školení, vybavení, uniformy
- ✓ sběr předtříděných odpadů z domácností
- ✓ dotřídění na třídících linkách
- ✓ ↑ recyklace materiálů - ↓ zátěž pro ŽP a zdraví lidí



Odpadové hospodářství – nature-based solutions

- oblast Mekele (96 km², cca 310 000 obyvatel, 120 000 hospodářských zvířat) v Etiopii – problém s odpadovým hospodářstvím

Monitorovaná oblast.

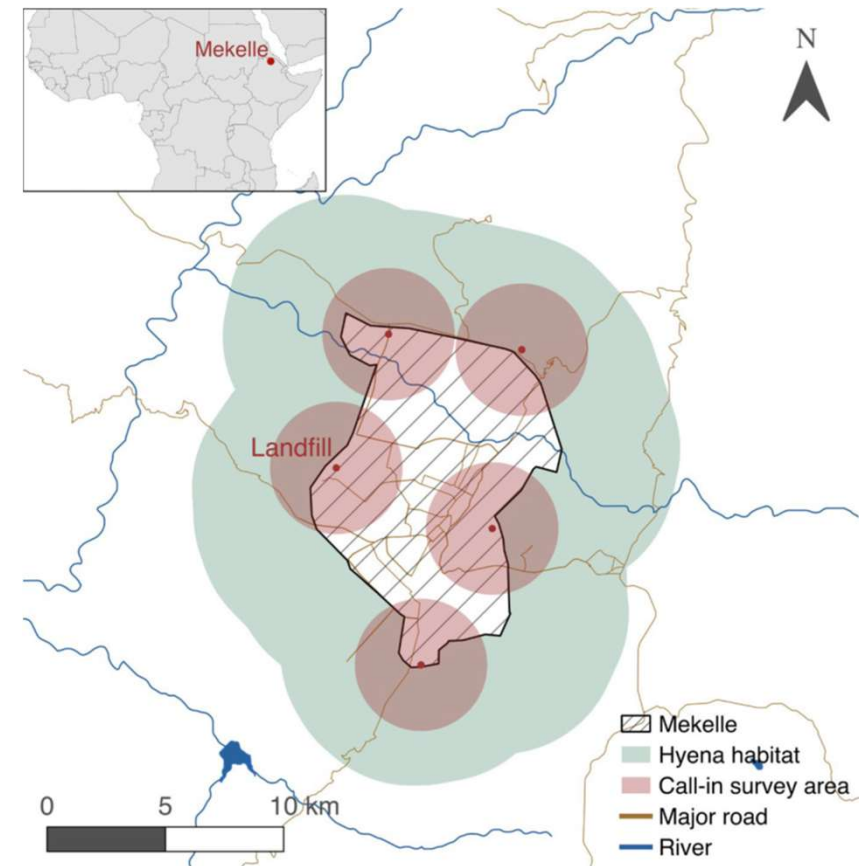
Zdroj: C. Sonawane a kol.: *Public health and economic benefits of spotted hyenas *Crocuta crocuta* in a peri-urban system.*

RESEARCH ARTICLE

Journal of Applied Ecology
BRITISH
ECOLOGICAL
SOCIETY

Public health and economic benefits of spotted hyenas *Crocuta crocuta* in a peri-urban system

Chinmay Sonawane¹ | Gidey Yirga² | Neil H. Carter³

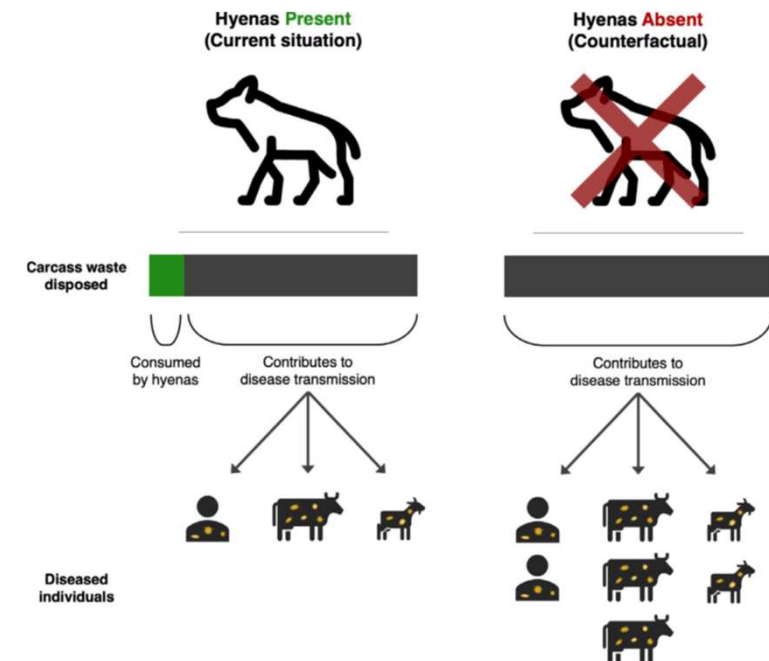


Odpadové hospodářství – nature-based solutions

- **cíl:** zhodnotit přínos velkých mrchožroutů (masožravců) v příměstských oblastech → ochrana nebo eliminace?
- **předpoklad:** hyeny odstraňují biologický odpad z prostředí → snižují šíření nemocí (**REGULAČNÍ FUNKCE**) → kolik odpadu odstraní hyeny? → jaký dopad to má na zdraví lidí a hospodářských zvířat?

Hypotetický dopad přítomnosti a nepřítomnosti hyen na šíření chorob.

*Zdroj: C. Sonawane a kol.: Public health and economic benefits of spotted hyenas *Crocuta crocuta* in a peri-urban system.*



Odpadové hospodářství – nature-based solutions

- **metody:** pozorování přímo v terénu (v noci) → populace 210 hyen - zkonsumováno 4,2 % dostupného odpadu (207 t/rok)
- **závěry:**
 - **benefity pro veřejné zdraví:** ze studie vyplývá, že bylo zabráněno vzniku **3** nákaz anthraxem (zabráněno **1** úmrtí) resp. **2** nákaz bovinní TBC u lidí a **11** infekcí anthraxem (**8** úmrtí) resp. **129** infekcí bTBC (**13** úmrtí) u hospodářských zvířat oproti prostředí bez hyen
 - **ekonomické benefity:** vzhledem k redukci onemocnění resp. úmrtí bylo přítomností hyen ušetřeno **52 165 \$** (náklady na léčbu, vyčíslení ztrát hospodářských zvířat)

Odpadové hospodářství – nature-based solutions

• zhodnocení studie:

- přítomnost hyen přináší **zdravotní i ekonomické benefity**
- **nutná ochrana** – edukační programy, bezpečné prostředí pro hyeny, zamezit hyenám přístupu k hospodářským zvířatům (hlídací psi, oplocení apod.), umožnit přístup k mršinám (redukce predace hospodářských zvířat)
- **ekonomické benefity soužití → motivace ke společnému soužití a ochraně**

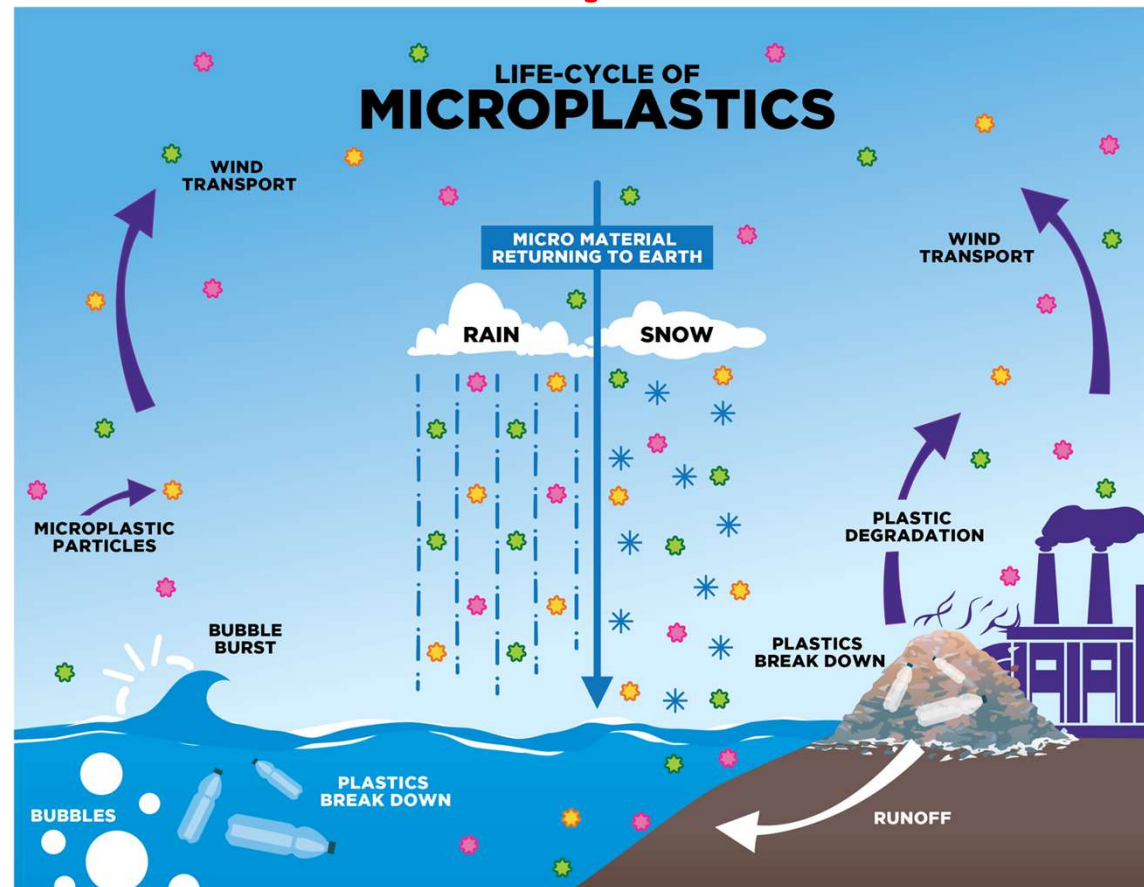


Hyena skvrnitá (Crocuta crocuta).

Zdroj: <https://www.istockphoto.com/thinkstock>



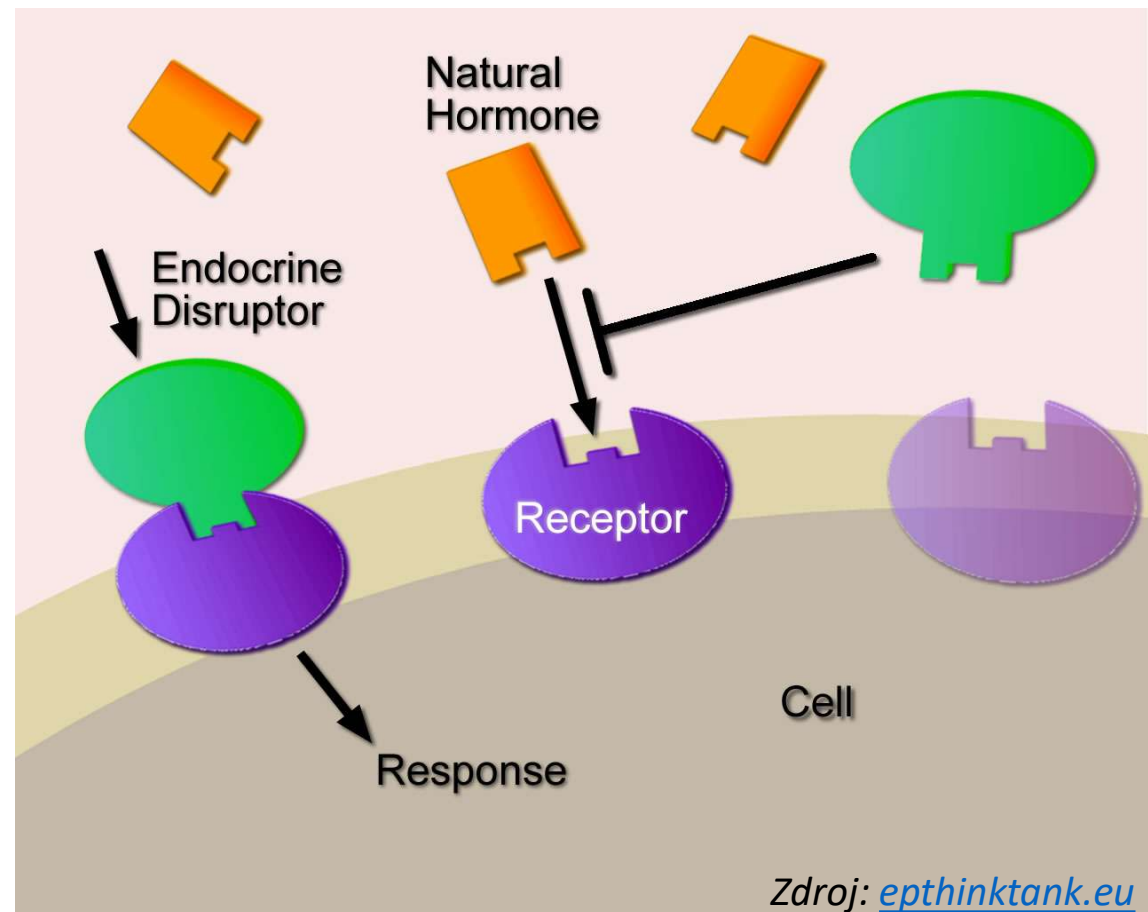
Moderní polutanty



Moderní polutanty – endokrinní disruptory (ED)

= hormonálně aktivní látky, které ovlivňují ((+) i (-)) hormonální systém člověka a živočichů

- přirozené (např. fytoestrogeny)
- uměle vytvořené = **xenohormony**
- tzv. moderní polutanty
- **různé zdroje**
- **různé typy látek**



Moderní polutanty – endokrinní disruptory (ED)

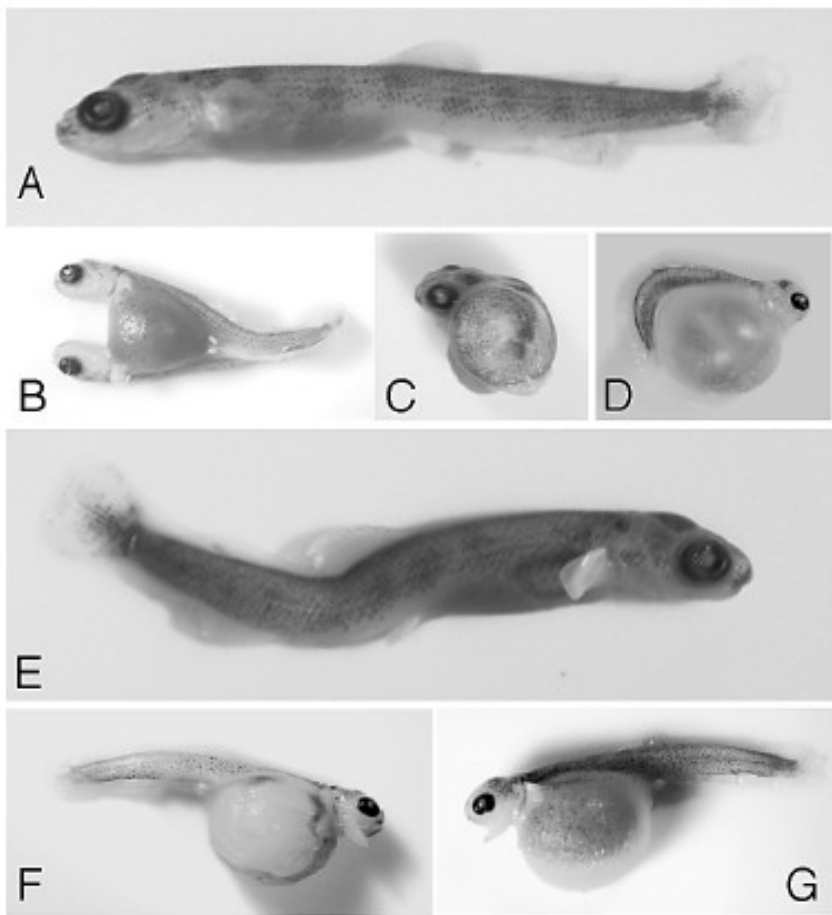
- nízké koncentrace
- citlivost dostupných analytických technik?
- bioakumulace
- POPs
- účinnost ČOV?
 - dobře odbouratelné ED
 - stabilní ED



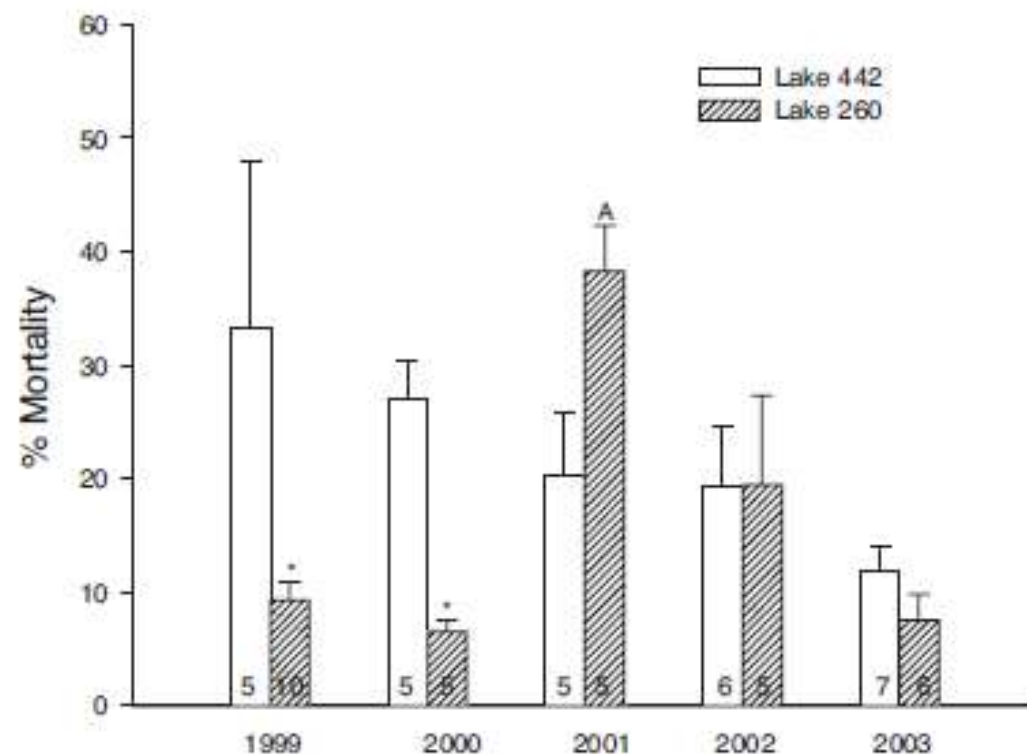
Endokrinní disruptory – působení, studie

- ekosystémová studie – Kanada 2000-2007
- 2 srovnatelná jezera: 1) 5 ng/l estrogeneru 3× týdně
2) 1 kontrola
 - po 1. roce – ovlivnění populace střevlí
 - 2. a 3. rok – kolaps střevlí populace
– ovlivnění populace tloušťů
 - 3. rok – pokles populace dravců → nedostatek potravy!
→ ovlivněn celý ekosystém
 - 2 roky po ukončení – postupná obnova původních populací





Srovnání normálních (A) a deformovaných (B-G) sivenů z jezera 442 po opakované aplikaci estrogenu.

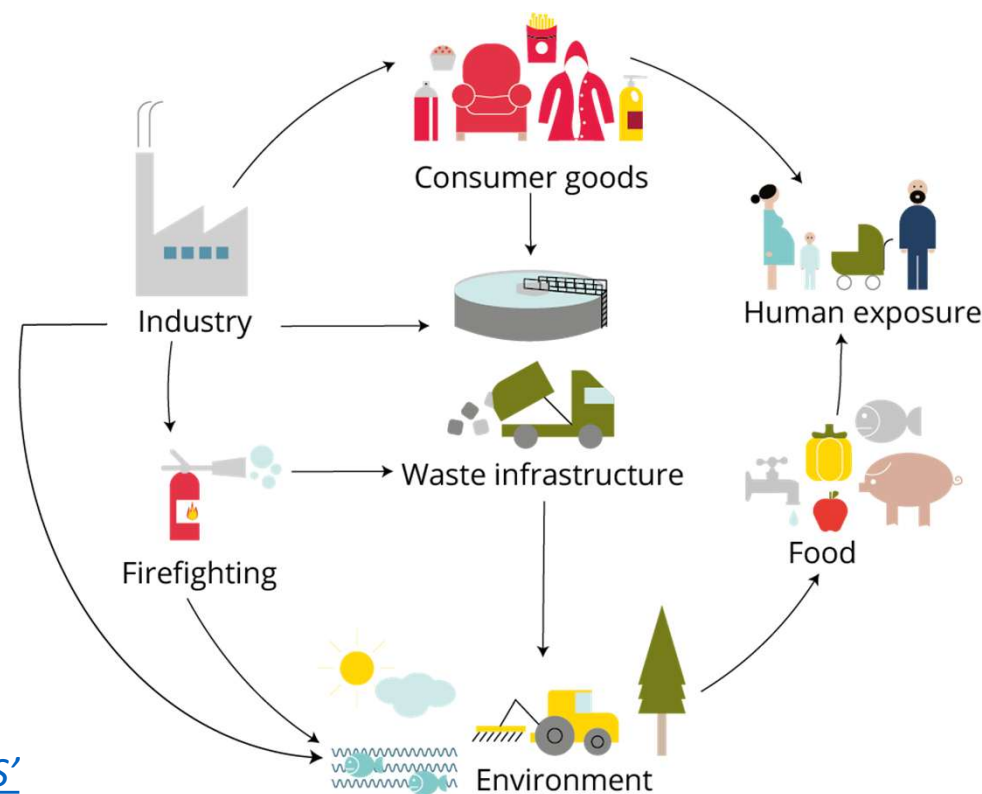


Procentuální úmrtnost sivenů z jezera 442 (aplikace estrogenu) a 260 (kontrolní jezero, bez aplikace estrogenu) ve stejných letech.

J. Werner, V. P. Palace, K. G. Wautier, K. H. Mills, S. M. Chalachnuk, K. A. Kidd, Scientia Marina 70S2 (2006), 59-66.

Endokrinní disruptory – PFAS

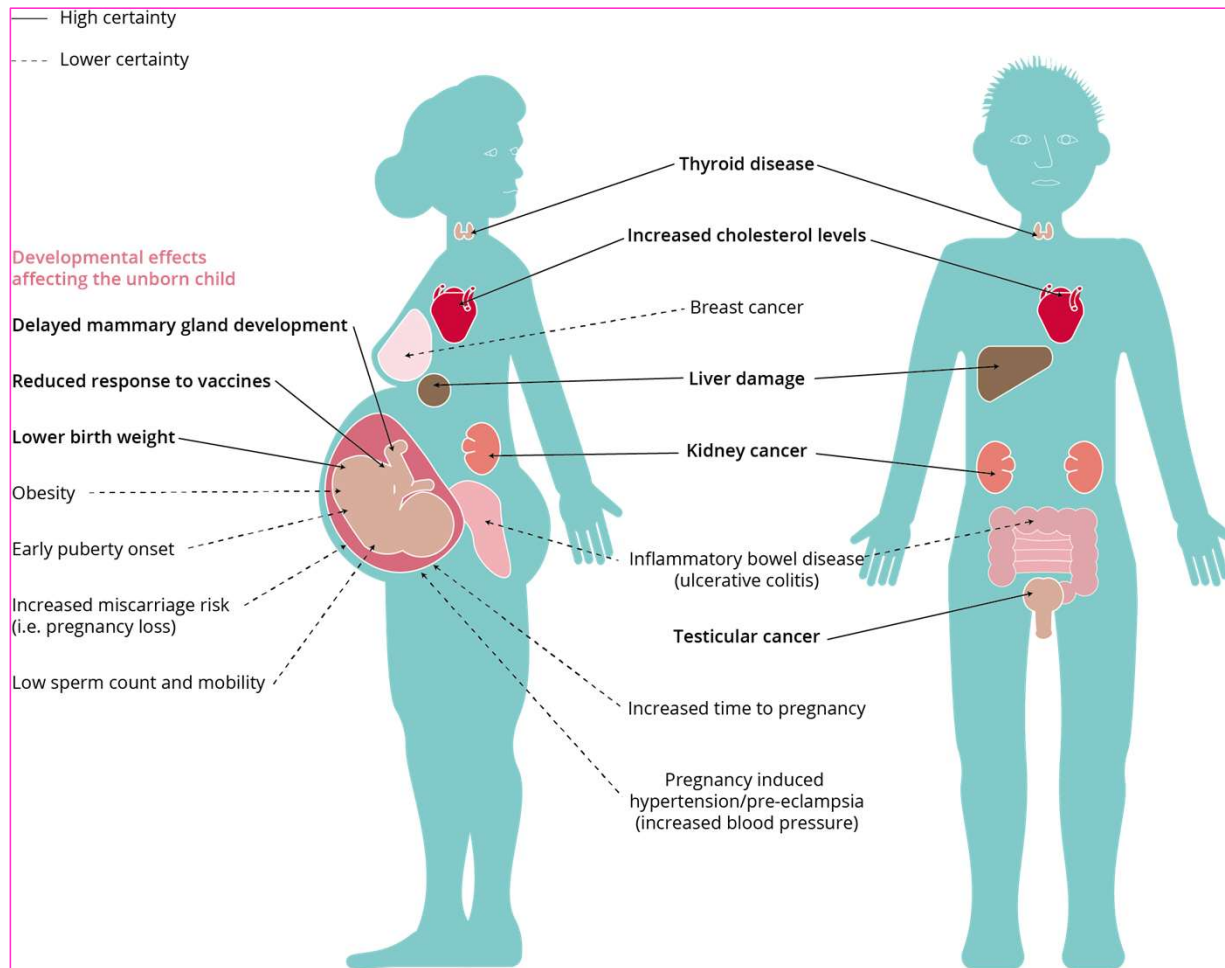
- perfluorované a polyfluorované alkylové látky
- využití: výroba teflonu, obalové materiály, vodoodpudivé textilie vosky na lyže (dnes v EU zákaz)..
- několik tisíc sloučenin, např.: PFOA, PFOS
- POPs
- EU – nacházející se v ŽP i v krvi lidí



Pohyb PFAS v prostředí.

Zdroj: EEA: [Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS'](#)

PFAS – dopad na zdraví



- hormonální disruptory
- vliv na imunitní systém
- ↑ cholesterol
- ↑ vzniku rakoviny – PFOA (skupina 2B dle IARC)
- poškození jater
- neurologické účinky (?) – dopad na CNS během nitroděložního vývoje

Možná zdravotní rizika související s PFAS.

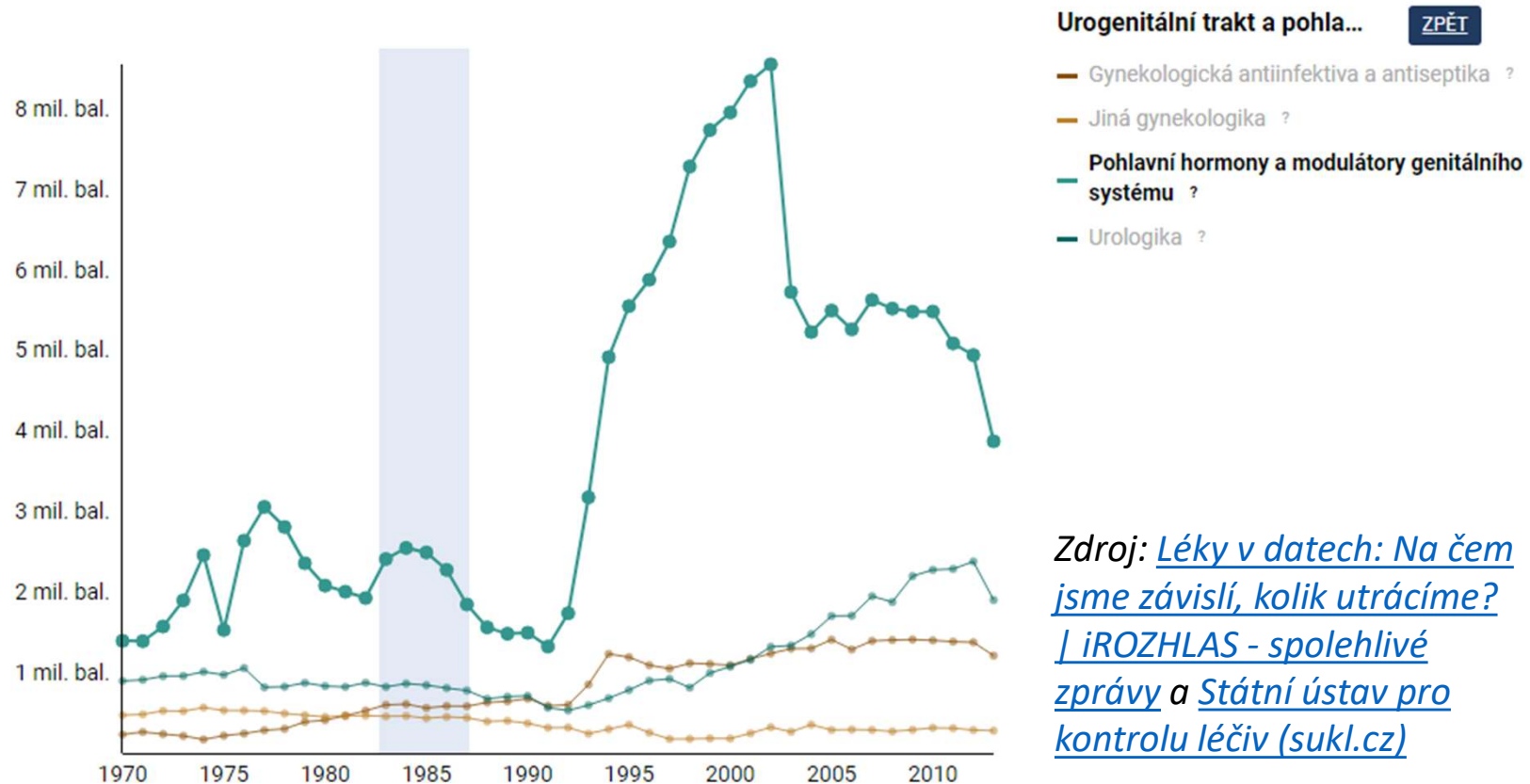
Zdroj: EEA: [*Emerging chemical risks in Europe — 'PFAS'*](#)

Endokrinní disruptory – možné působení

- změna pohlaví možná pouze u **NEDOSPĚLÝCH** jedinců
- u **DOSPĚLÝCH** jedinců – neplodnost, rakovina, poškození plodu nebo pohlavních buněk....
- u **ZÁRODKU** – měknutí skořápek, deformace, poruchy růstu
- změny se obvykle neprojeví hned
- DDT – tiché jaro, úbytek aligátorů populace na Floridě
- TBT – nátěry trupu lodí → likvidace populací měkkýšů
- vliv na plodnost lidí????

Léčiva v pitných vodách - ČR

- ↑ spotřeba léků → ↑ zájem o tento problém



→ zřejmý nárůst spotřeby HA v 90. letech 20. století

Léčiva v pitných vodách - ČR

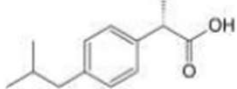
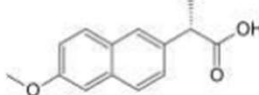
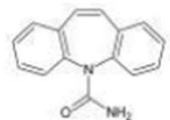
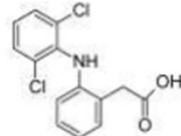
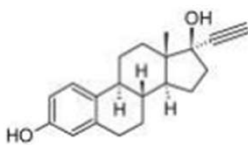
- možné vstupy léčiv do vod:
 - 1) vylučováním
 - 2) spláchnutím do toalety
- vody z ČOV: *zpět do vodovodní sítě nebo ne?*
- zdroje pitné vody?

Zdroj: [Zdroje pitné vody na Domažlicku vysychají. Může za to příroda i člověk | iROZHLAS - spolehlivé zprávy](#)



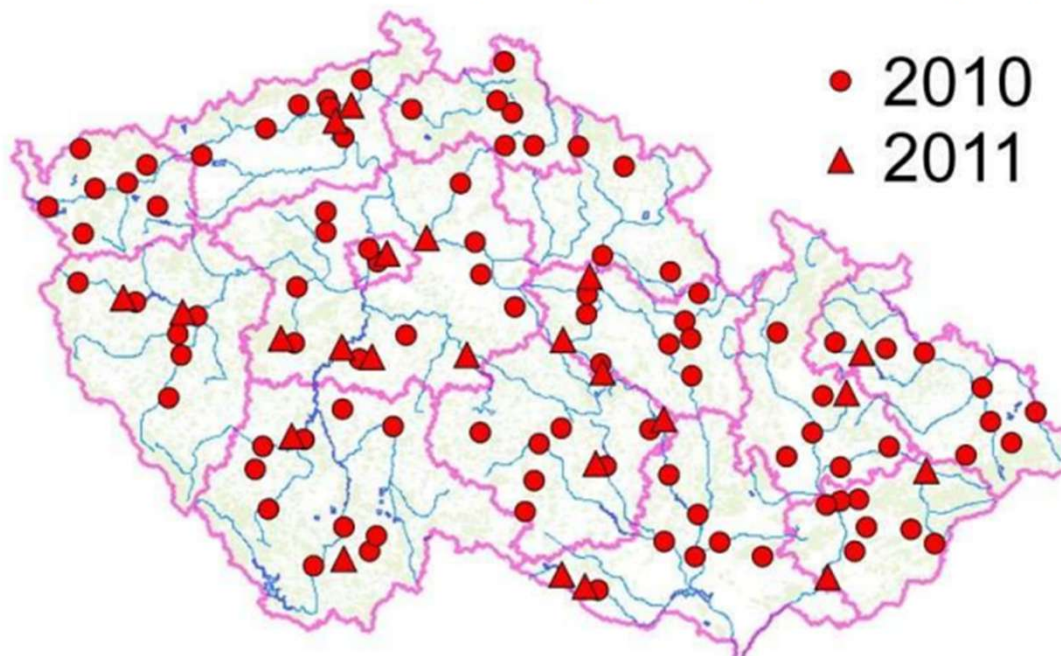
Léčiva v pitných vodách – ČR, studie

- SÚKL: 2009-2011 → [první systematický screening v ČR](#)
- stanovení metodou GC/MS
- 5 sledovaných aktivních látek:

Název (zkratka)	Strukturní vzorec	CAS No.	Léková skupina
Ibuprofen (IBU)		15687-27-1	protizánětlivý a antirevmatický přípravek
Naproxen (NAP)		22204-53-1	protizánětlivý a antirevmatický přípravek
Karbamazepin (CARB)		298-46-4	antiepileptikum
Diklofenak (DICL)		15307-86-5	protizánětlivý a antirevmatický přípravek
17 α -ethinylestradiol (EE2)		57-63-6	steroidní kontraceptivum

Léčiva v pitných vodách – ČR, studie

Obrázek 1 – Rozložení odběrových míst (I. a II. etapa vzorkování) v rámci České republiky.



Tabulka 3 – Počty nálezů sledovaných léčiv v jednotlivých koncentračních rozmezích, minima, maxima a mediány

	I. etapa					II. etapa					III. etapa				
	IBU	NAP	CARB	DICL	EE2	IBU	NAP	CARB	DICL	EE2	IBU	NAP	CARB	DICL	EE2
< 0,5 ^a ng/l	92	92	92	92	92	12	19	15	22	24	8	12	12	14	15
0,5 – 3 ng/l	0	0	0	0	0	8	4	2	1	0	6	2	1	1	0
3 – 10 ng/l	0	0	0	0	0	2	1	6	1	0	1	1	1	0	0
> 10 ng/l	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0
minimum ^b	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	0,5	2,2	0,6	<2,0	0,5	0,8	1,4	1,9	<2,0
maximum ^b	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	20,7	3,0	18,5	3,9	<2,0	3,6	3,0	13,6	1,9	<2,0
medián ^b	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,0	2,2	5,5	2,25	<2,0	1,1	1,2	4	1,9	<2,0

^a pro EE2 je ve II. a III. etapě mez stanovitelnosti 2,0 ng/l

^b z hodnot nad mez stanovitelnosti

Léčiva v pitných vodách – ČR, studie

- **1. etapa:** 65 vzorků pitných vod z upravených povrchových vod a 27 vzorků z podzemních vod → celkem 92 různých vodovodů → **0 vzorků** s obsahem analytů nad 0,5 ng/l
- **2. etapa:** 23 vzorků - zaměření na kritické lokality – úpravny povrchových vod z dolních toků řek resp. zatížení OV → pouze 4 lokality bez detekce léčiv, **19 lokalit 1-3 látky nad 0,5 ng/l**
- **3. etapa:** ověření, zda se léčiva z 2. etapy vyskytují i v síti – 100 vzorků z vodovodů → **3 vzorky obsahovaly ibuprofen** (0,5-1,2 ng/l)

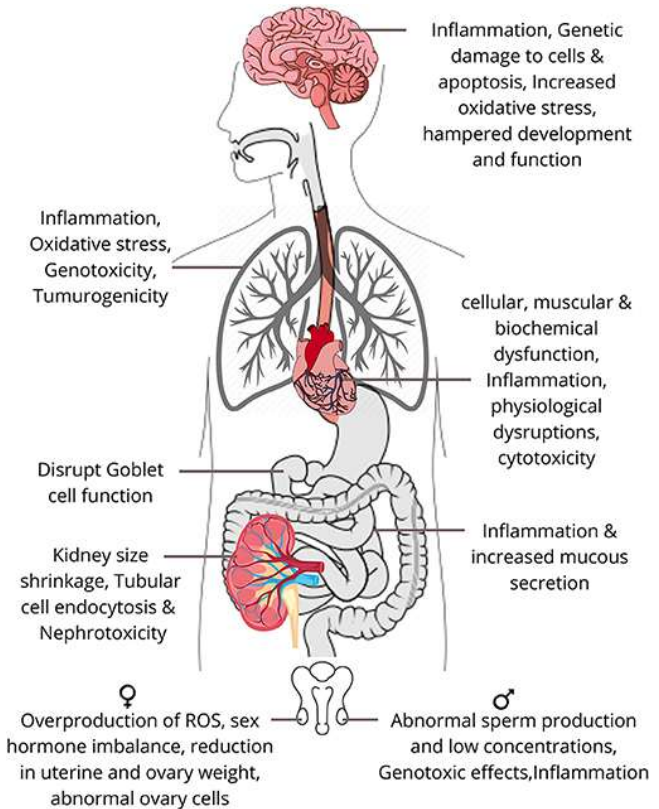
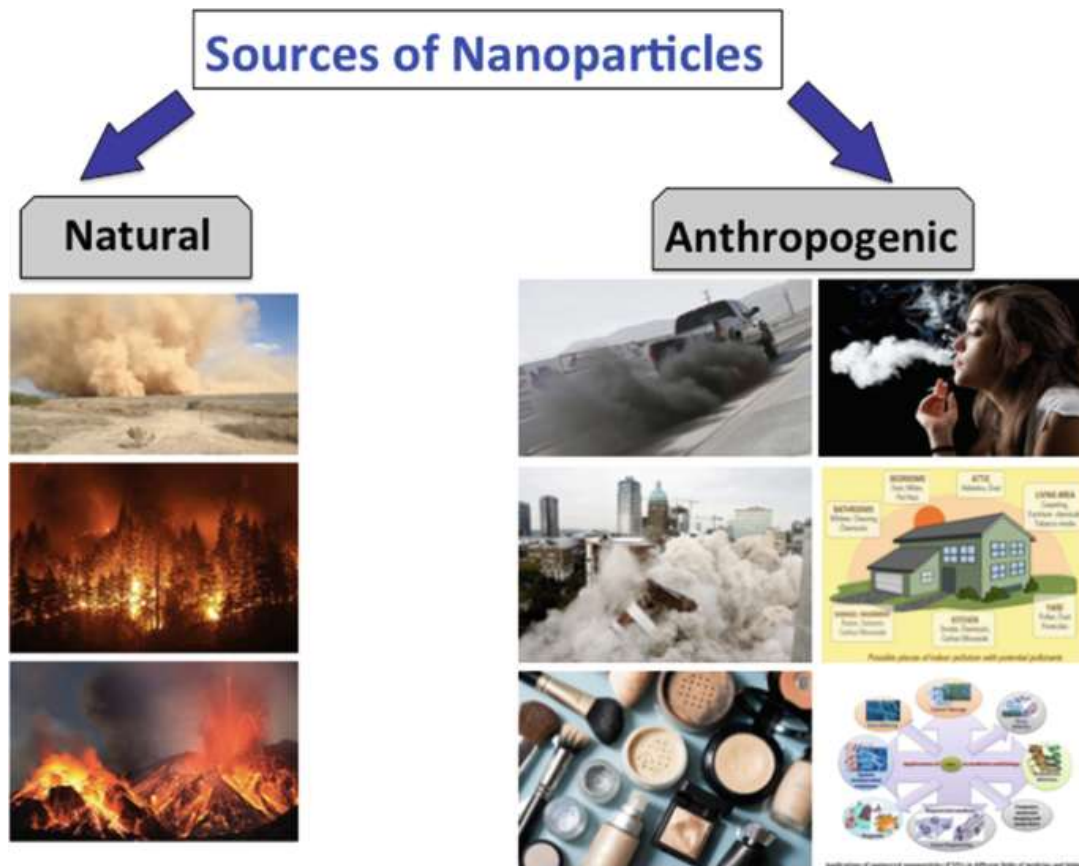
Léčiva v pitných vodách – ČR, studie

- **Závěr: výskyt léčiv v pitných vodách v ČR je buď velmi nízký nebo málo pravděpodobný** → pro spotřebitele to představuje nulové riziko
- **Nutná informovanost – nevhodné užívání a nakládání s léky zbytečně zatěžuje ČOV a hlavně přírodní ekosystémy!**

Pevné polutanty

Nanočástice

- různý původ a složení → různé dopady na ŽP i zdraví

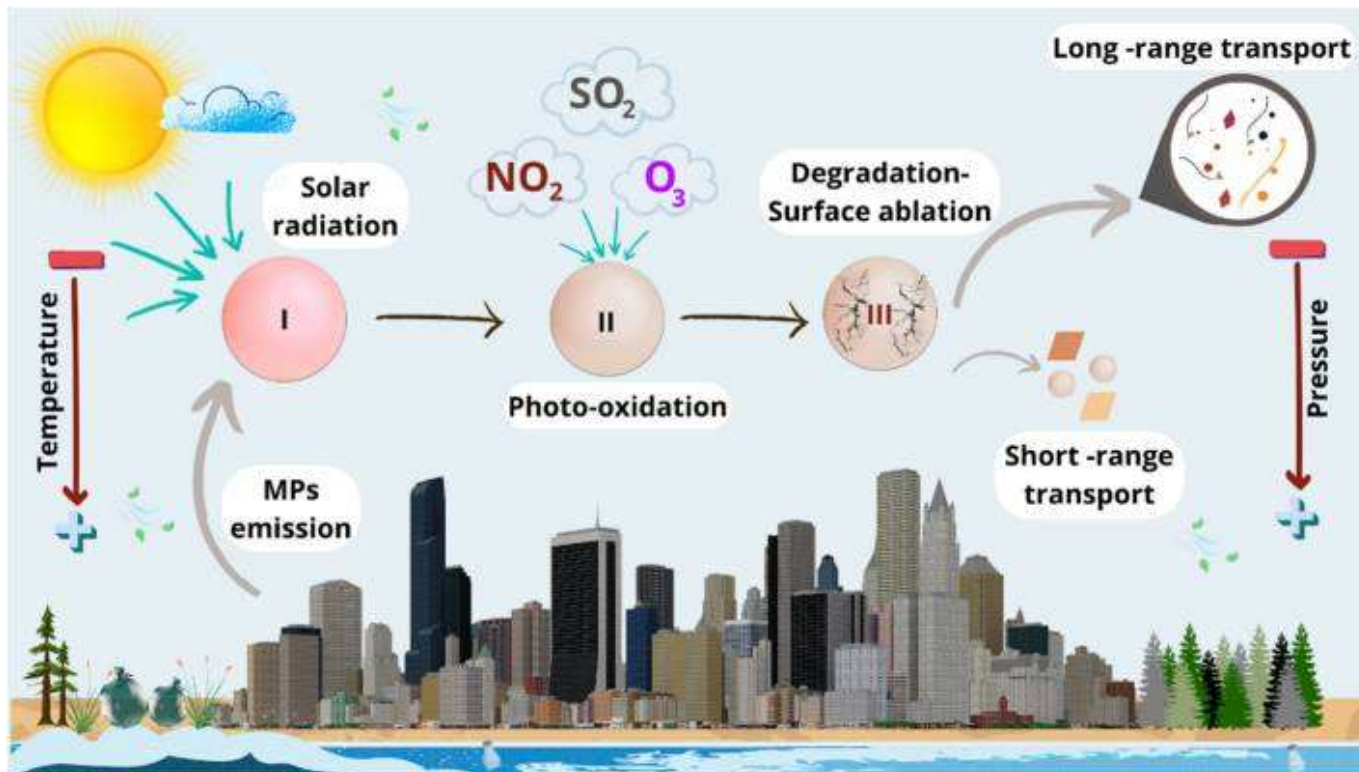
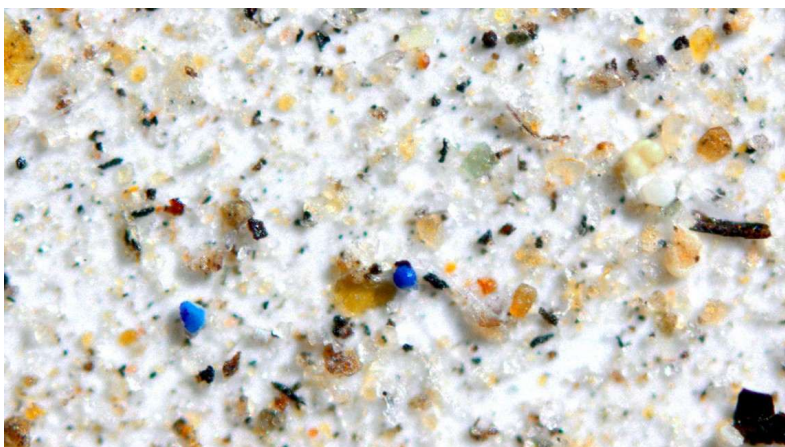


Zdroje: Kapoor D., Singh M.P.: [Nanoparticles: Sources and Toxicity](#). Nanotechnology in the Life Sciences (2021). Springer; Sonwani S, a kol.: [Inhalation Exposure to Atmospheric Nanoparticles and Its Associated Impacts on Human Health: A Review](#). Front. Sustain. Cities 3 (2021).

Pevné polutanty

Mikroplasty

- právě teď je dýcháme!
- málo dat!
- dálkový přenos
- potenciální rizika:
 - vliv na zdraví
 - vliv na klima
 - přenos v ŽP



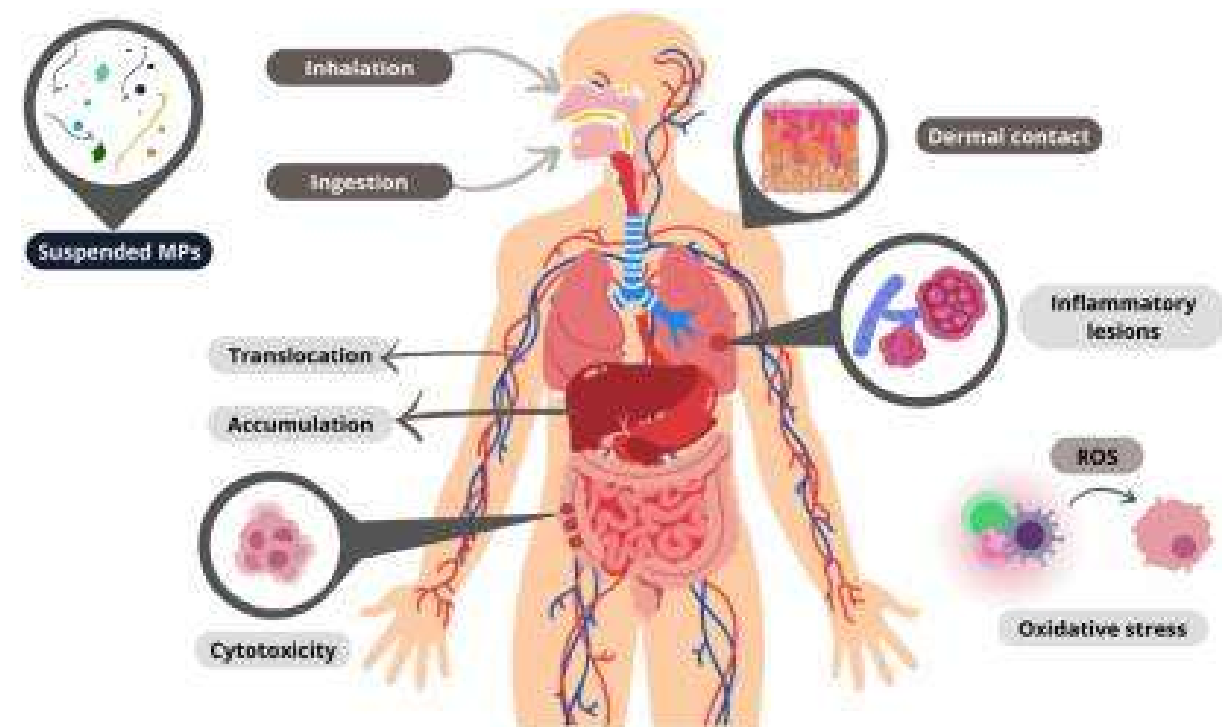
Osud MP v atmosféře.

Zdroj: Abad López AP a kol.: [Atmospheric microplastics: exposure, toxicity, and detrimental health effects](#). RSC Adv. 13 (2023).

Modrá MP kulička na filtru pod mikroskopem obklopená prachem, minerály, pylem a dřevěným uhlím zachyceným v parku v Idahu.

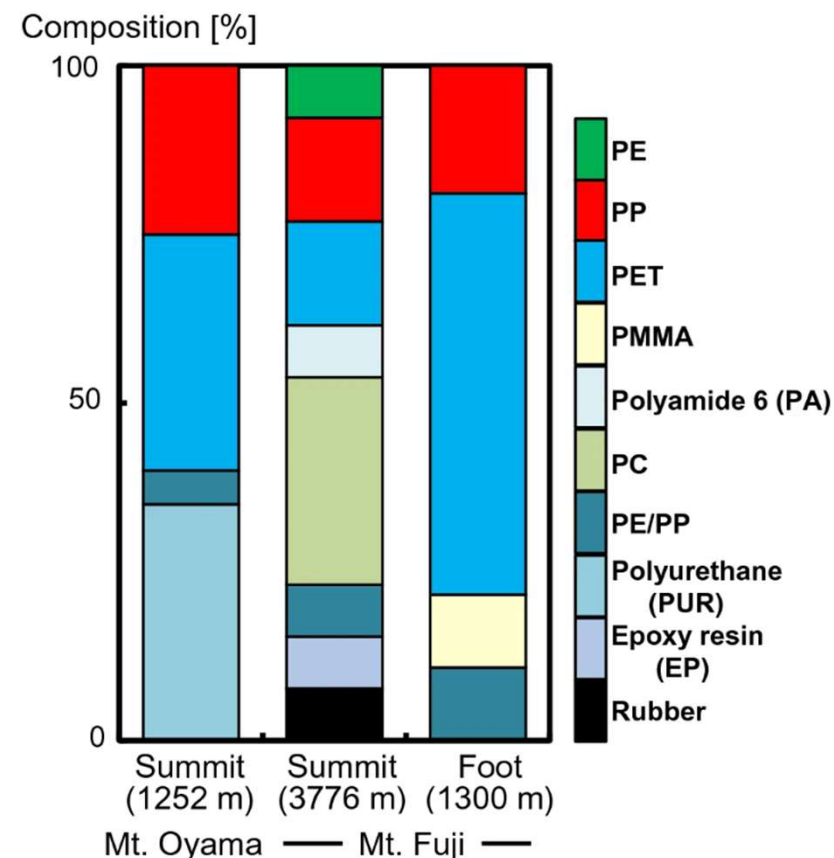
Zdroj: [Atmospheric travel: Scientists find microplastic everywhere](#).

Pevné polutanty - mikroplasty



Působení MP v organismu.

Zdroj: Abad López AP a kol.: [Atmospheric microplastics: exposure, toxicity, and detrimental health effects](#). RSC Adv. 13 (2023).



Složení MP nalezených ve vodě z mraků v japonské studii.

Zdroj: Wang, Y. a kol.: [Airborne hydrophilic microplastics in cloud water at high altitudes and their role in cloud formation](#). Environ Chem Lett 21 (2023).

Shrnutí

- lidské činnosti podporující zdraví mají za důsledek znečištění prostředí a negativní dopad na lidské zdraví
 - v prostředí nové látky – možné působení?
-

Proč bychom se měli zajímat o kvalitu vnitřního prostředí?



Zdroje literatury

- [*The history of energy.*](#)
- V. Smil: *World History and Energy*. Encyclopedia of Energy 6 (2004) 549-561.
- V. Wagner: [*Větrné elektrárny včera, dnes a zítra.*](#)
- Tasev, G., Makreski, P., Jovanovski, G. et al. [*The environmental and health damage caused by the use of coal.*](#) ChemTexts 11, 3 (2025).
- Státní úřad pro jadernou bezpečnost (sujb.cz): *Nakládání s vyhořelým jaderným palivem.*
- P. Škapa: *Vliv dopravy na životní prostředí.* Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2000.
- [*Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie ČR: Doprava.*](#)
- D. Jedličková: *Vliv silniční dopravy na životní prostředí v ČR.* Bakalářská práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2009.
- EK: [*Doprava a veřejné zdraví.*](#)

Zdroje literatury

- [Why air pollution is linked to a faster spread of coronavirus](#)
- WHO: [Soaring e-waste affects the health of millions of children, WHO warns](#)
- K. Mittal, K. Xu, J. Zheng, S. Bayen, J. Fobil, N. Basu: [Cytotoxic and molecular effects of soil extracts from the Agbogbloshie electronic-waste site on fish and human cell lines.](#) *Environmental Science Advances* 3 (2024).
- EEA: [Emerging chemical risks in Europe — ‘PFAS’](#)

Vnitřní prostředí a změny jeho fyzikálních charakteristik

8. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

Jaké polutanty a jejich zdroje ve vnitřním prostředí znáte?



**A proč by nás měla zajímat
kvalita vnitřního prostředí???**

Proč by nás měla zajímat kvalita vnitřního prostředí???

- změna životního stylu (posledních 100 let)
- „uvnitř“ trávíme až 90 % času → Ø 12 000 l vzduchu/den
- omezené znalosti a informace
- každé mikroklima má svoje specifika
- rozvoj (závažných) onemocnění
- SBS



Vnitřní prostředí

- ***právo na přiměřené bydlení je uznávaným mezinárodním lidským právem***
- ***zdravé bydlení*** (dle WHO) takové, které podporuje stav úplné fyzické, duševní a sociální pohody
- ***nevyhovující podmínky*** – zásadní jako příčina nerovností v oblasti zdraví
- ***různé parametry:***
 - ✓ plísňe a vlhkost
 - ✓ větrání a izolace
 - ✓ kanalizace
 - ✓ znečištění vnitřního vzduchu
 - ✓ hluk
 - ✓ azbest
 - ✓ radon
 - ✓ osvětlení....



Vnitřní prostředí – změny v průběhu historie

➤ do 19. století

- využívány přírodní materiály – stavby, interiéry, nábytek
- ↓ znečištění vnějšího prostředí

➤ od 19. století do současnosti

- ↑ využití syntetických materiálů – plasty, nátěry, stavební směsi....
- ↑ znečištění vnějšího prostředí
- **1866** – první použití **azbestu**
- **1872** – poprvé syntetizováno **PVC** → rozmach využití od 50. l. 20. st.
- **1940** – první komerční výroba dřevotřísky – základem byla formaldehydová pryskyřice
- **70. l. 20. st.** – poprvé popsán **SBS** → důsledek reakce na ropnou k.?

Vnitřní prostředí (VP) – urbanizace

- urbanizace = poměšřování
- první města okolo 4000 BC → trvalá obydlí – nejen úkryt!!!
- ***proces urbanizace v historii:***
 - 3 % v roce 1800
 - 14 % v roce 1900
 - 29 % v roce 1950
 - 47 % v roce 2000
 - 50,5 % v roce 2010



Zdroj: [Urban Versus Rural Areas](#)

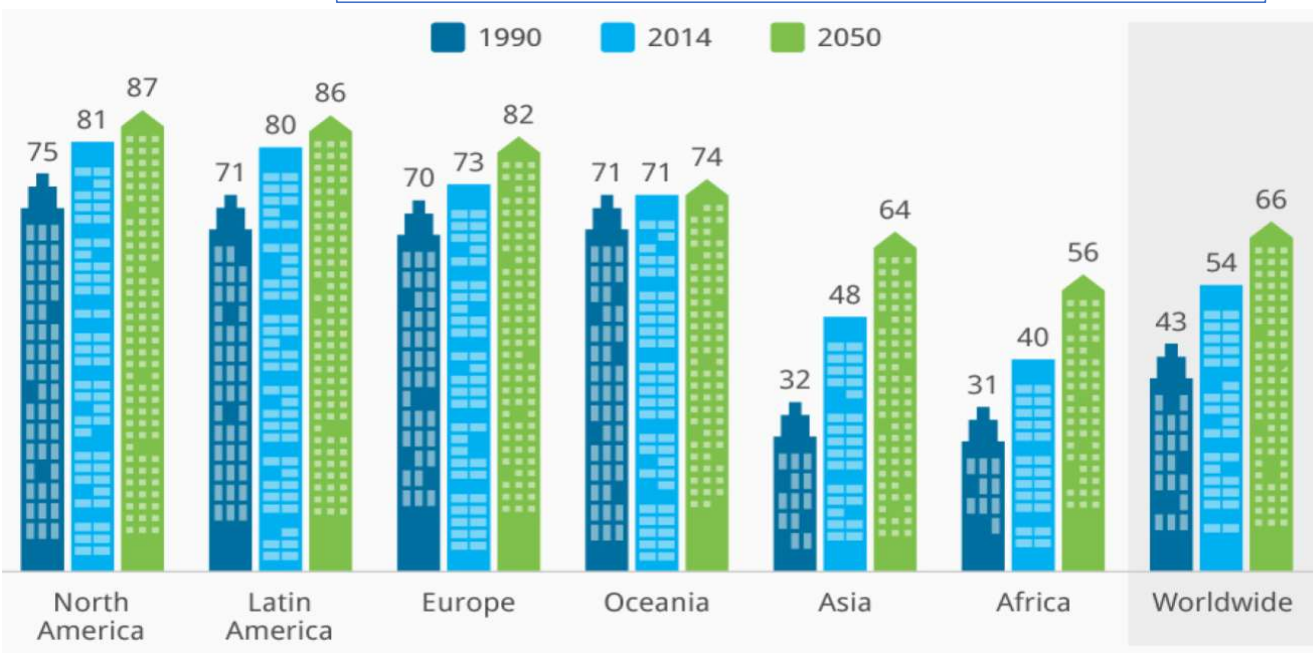
Vnitřní prostředí – urbanizace

- přes 80 % lidské populace v rozvojových zemích
- stále narůstá urbanizace prostředí:

→ 56,2 % v roce 2020



- rozvinuté země 70-80 % populace
- rozvojové země 40 % populace

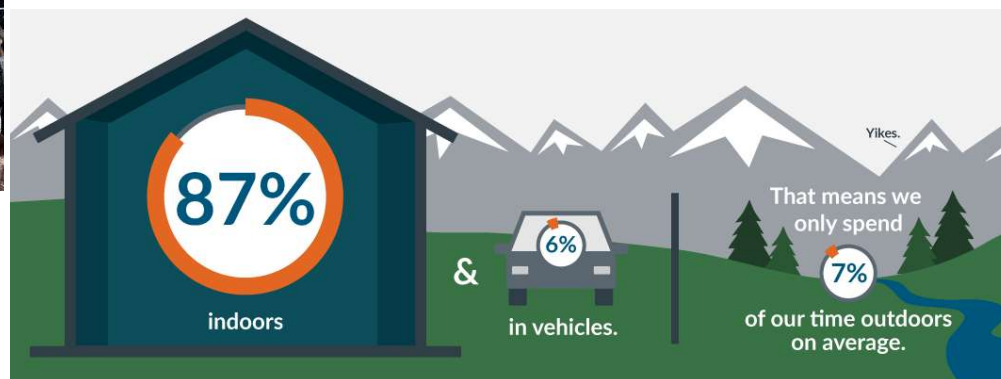


% populace žijících v městských aglomeracích (2014). Zdroj: [54% of the World's Population Now Lives in Cities](#)

Vnitřní prostředí (VP) – urbanizace

- důsledky narůstající urbanizace:

- 1) změny ŽP
- 2) akumulace lidí
- 3) změny životního stylu

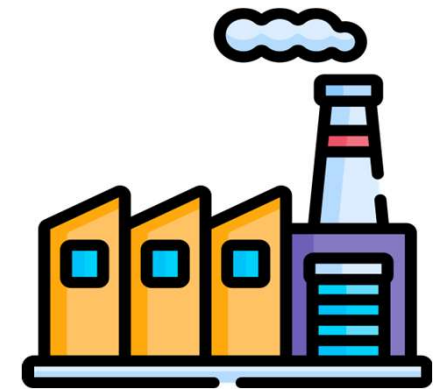


Vnitřní prostředí

➤ **vnitřní („indoor“) prostředí** = prostředí uvnitř budovy nebo jiného uzavřeného prostoru, kde se nalézají lidé → tzv. **interní mikroklima**

➤ **dělení VP:**

- obytné prostředí
- pracovní prostředí
- pobytové prostory
- ostatní prostory



Vnitřní prostředí

➤ *obytné prostředí*

- vybrané parametry sledovány při návrhu, výstavbě, kolaudaci
- další vlastnosti ovlivněny obyvateli, stářím budovy, vybavením

➤ *pracovní prostředí*

- podmínky musí splňovat předpisy
- hygiena práce
- hygienické limity – fyzikální faktory, chemické polutanty, prach
- limity pro fyzickou zátěž
- požadavky na ergonomii
- zajištění preventivních prohlídek

Vnitřní prostředí

- neustálá interakce mezi exponovaným subjektem a VP → dynamický systém
- **REAKCE** exponované osoby na změnu podmínek:
 - 1) vědomá
 - 2) nevědomá
- dlouhodobé změny VP vedou k **ADAPTACI**



Vnitřní prostředí

➤ **Faktory ovlivňující kvalitu VP:**

1) **socioekonomický statut oblasti**

2) **„indoor“ zdroje**

3) **vlastnosti budovy**

4) **kvalita „outdoor“ vzduchu**



Vnitřní prostředí

➤ **faktory VP:**

- 1) **Fyzikální** – teplota, vlhkost, osvětlení, radiace, elektromagnetické pole, hluk...
 - tepelně-vlhkostní mikroklima; světelné m.; ionizační m.; akustické m.

- 2) **Chemické** – chemická individua či směsi v prostředí
 - odérová složka; aerosolová složka; toxická složka

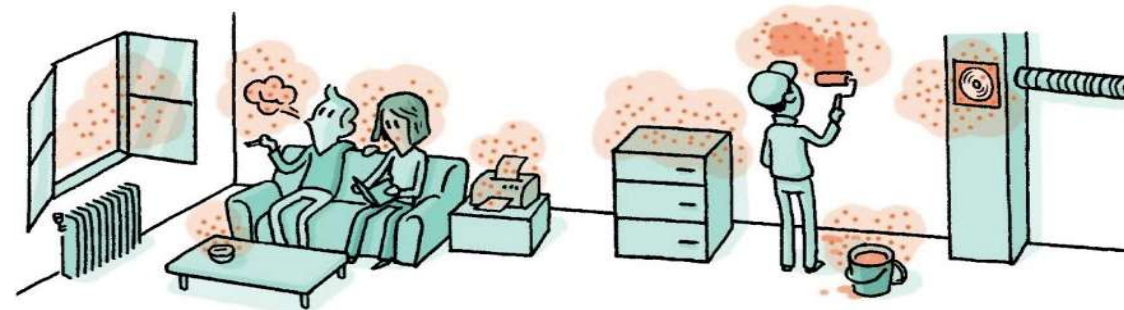
- 3) **Biologické** – bakterie; viry; plísně; pyly; roztoči; zvířecí výkaly, chlupy, šupinky kůže...

Vnitřní prostředí

➤ **znečištění vnitřního prostředí** = přítomnost zvýšených koncentrací chemických látek, fyzikálních dějů a/nebo biologických kontaminantů → „indoor air quality (IAQ)“

➤ **zdroje:**

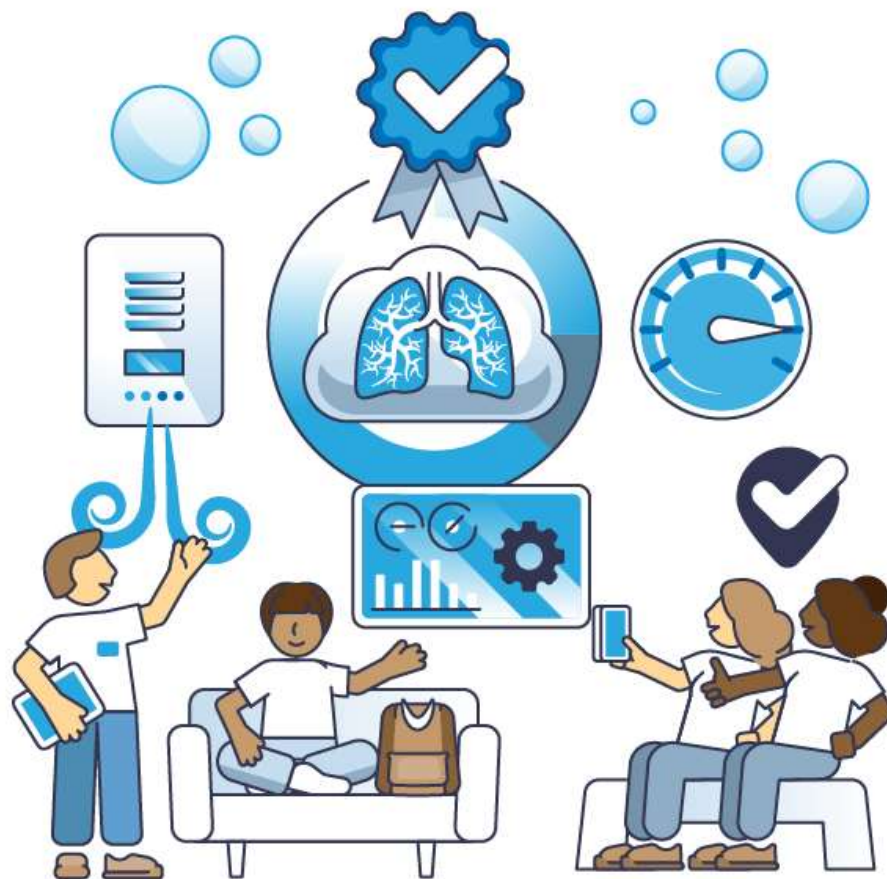
- spalování fosilních paliv
- kouření
- emise z užitých/zpracovávaných materiálů
- nesprávné větrání nebo nesprávná údržba klimatizace
- venkovní prostředí
- zdroje fyzikálního znečištění
- lidé
- domácí mazlíčci
- prachové částice
- plísně
- radon.....



Zdroj: [How to Transform a Polluted Indoor Environment into a Healthy Home](#)

Vnitřní prostředí – fyzikální vlivy

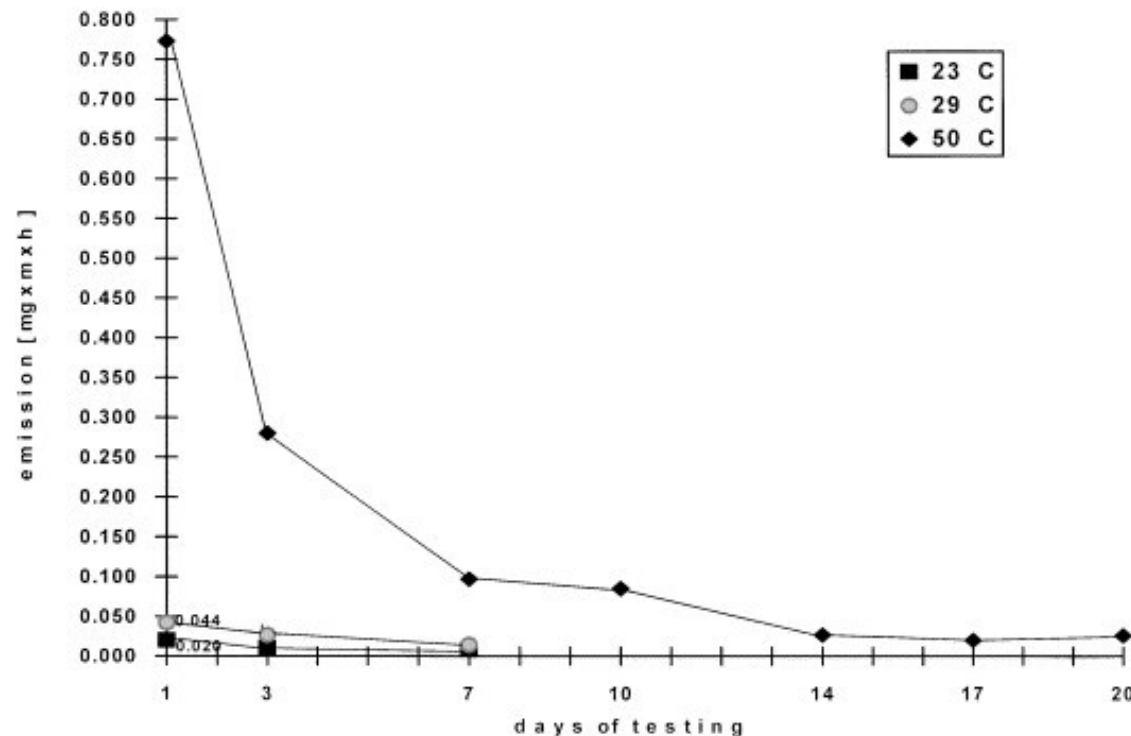
Teplotně-vlhkostní mikroklima



Teplotně-vlhkostní mikroklima (TVM)

- lidský organismus má schopnost udržet si stálost vnitřního prostředí tzv. homeostázu – vč. **termoregulace**
- ideální stav → **tepelná pohoda** (výkonnost, odpočinek..) – individuální
- TVM ovlivňuje obsah dalších látek ve VP – **chemické** resp. biologické faktory

Uvolňování VOC z laminátové podlahy při různých teplotách. Zdroj: R. Wiglusz a kol.: [The effect of temperature on the emission of formaldehyde and volatile organic compounds \(VOCs\) from laminate flooring — case study](#). Building and Environment 37 (2002).

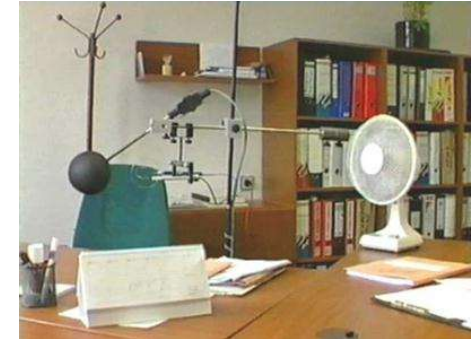


Teplotně-vlhkostní mikroklima

➤ *TVM je tvořeno kombinací 4 základních faktorů:*

- 1) teplotou
 - 2) vlhkostí
 - 3) prouděním
 - 4) tepelným sáláním
- }
- vzduchu

*Měření kulovým teploměrem
dle Jokla. Zdroj: vetrani.tzb-info.cz*



veličina	značka	jednotky	měřicí přístroj	doporučené hodnoty
suchá teplota vzduchu	T	°C; K	teploměr	21,5±2,5
sálavá (radiační) teplota	T_r	°C; K	kulový teploměr	19-21
relativní vlhkost vzduchu	Rh	%	vlhkoměry (psychrometry, hygrometry)	30-60
rychlost proudění vzduchu	v_a	m s ⁻¹	anemometr, katateploměr	0,15-0,2

Teplotně-vlhkostní mikroklima

➤ *Teplota vzduchu*

- bezprostředně vnímaná vlastnost
- přímý vliv na tepelnou pohodu
- tepelná zátěž organismu – dehydratace, únava, nevolnost..
- problematické $\uparrow T$ i $\downarrow T$

➤ *Sálavé teplo*

- **zdroje:** tělesa a stěny zahřáté na vysoké teploty, roztavené hmoty, nevhodná topná tělesa, slunce...
- přehřátí, poškození kůže nebo očí (žárová katarakta – skláři)
- ochranné pomůcky a/nebo technologická řešení

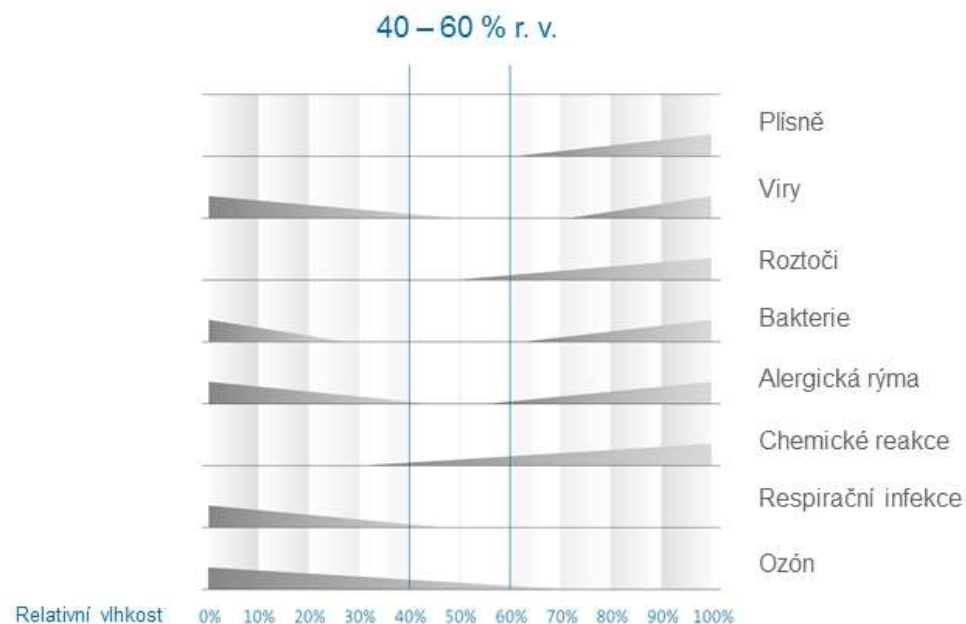


Teplotně-vlhkostní mikroklima

➤ *Vlhkost vzduchu*

- vliv venkovní vlhkosti, technologických či jiných zdrojů
- přítomnost a počet lidí!
- ↓ vlhkost – vysoušení sliznic, delší vznos aerosolů, ↑ únava...
- ↑ vlhkost – rozvoj plísní, bakterií, virů...

Sterling-Scofieldův diagram z roku 1985: vlivy prostředí na lidský organizmus v závislosti na relativní vlhkosti.



Teplotně-vlhkostní mikroklima

➤ *relativní vlhkost vzduchu*

- pod 20 % → vysoké riziko šíření respiračních onemocnění

- Malé kapénky vysychají
- Mohou obsahovat chřipkové viry
- Zmenší se na velikost do 0.5 μm
- Koncentrace solí se zvýší takovou měrou, že na povrchu vytvoří krustu
- Schopnost bakterií a virů přežít v zapouzdřené kapénce je vysoká. Díky malé velikosti setrvává dlouho ve vzduchu



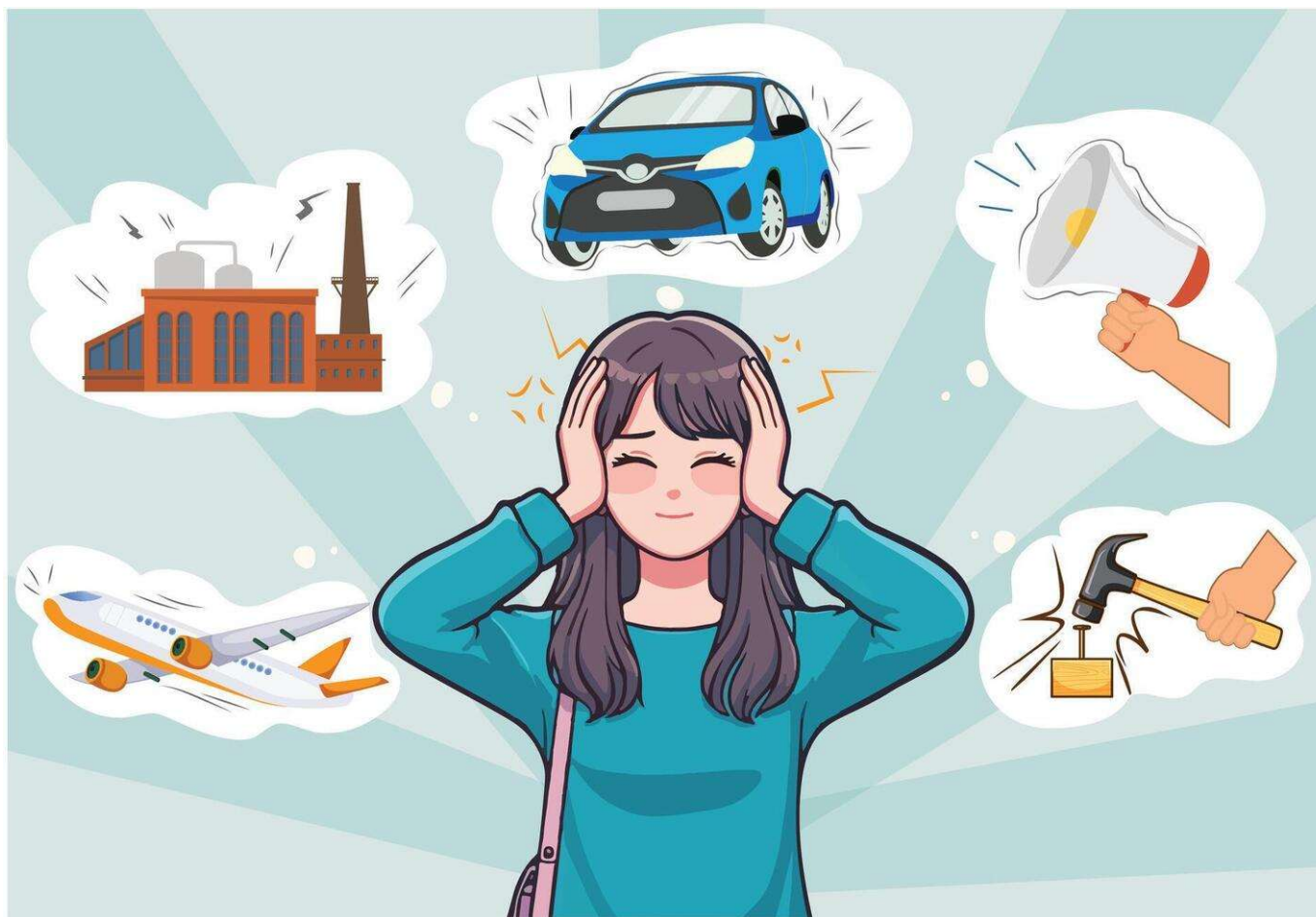
- 40-60 % → nižší riziko šíření respiračních onemocnění

Vlhkost vzduchu mezi 40 – 60% r. v.

- Vlhký vzduch zabraňuje zapouzdření kapének krystaly solí
- Ve vysoce koncentrovaném roztoku solí v kapénce dochází k paralyzaci choroboplodných zárodků během několika minut



Akustické mikroklima



Akustické mikroklima

= složka prostředí tvořená akustickými toky v ovzduší působící na subjekt a spoluvytvářející jeho celkový stav

ZVUK = každý akustický tok (AT)

- AT vznikají rozkmitáním molekul prostředí (vzduchu, vody) zdrojem zvuku
→ vznik akustických vln

- $$\lambda = \frac{c}{f}$$

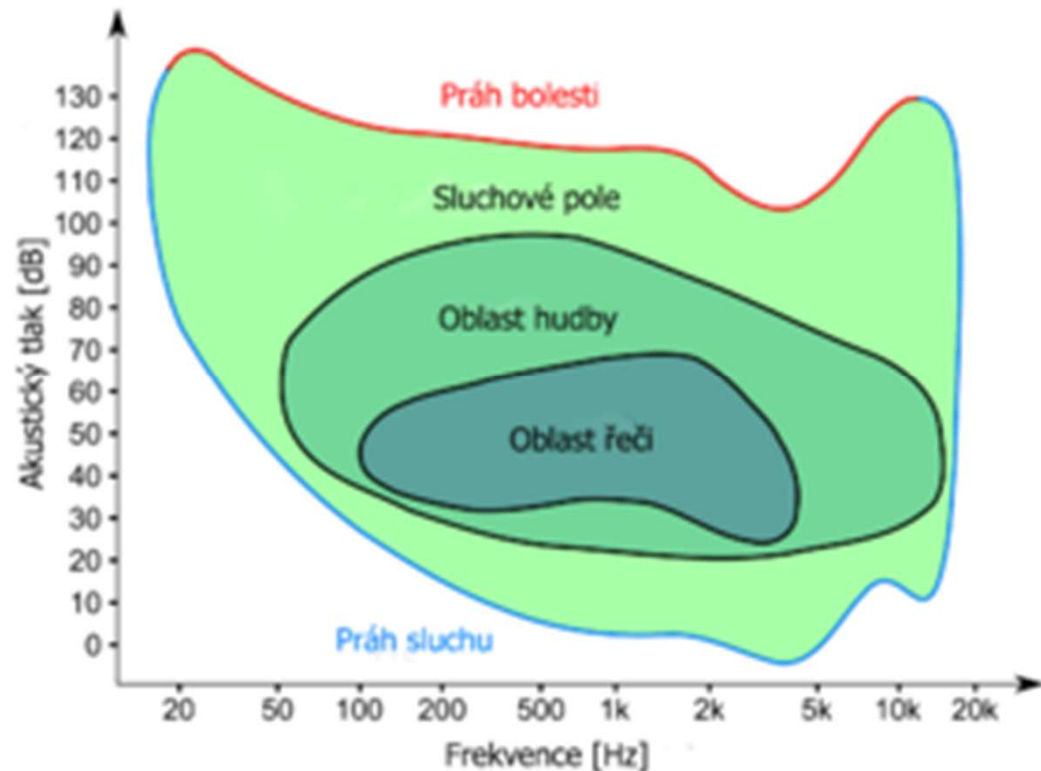
Látka	Rychlost zvuku [m·s ⁻¹]
vzduch	340
voda	1500
led	3200
ocel	5000
sklo	5200

Zdroj: [Šíření zvuku. Rychlost zvuku.](#)

HLUK = zvuky škodlivé nebo nebezpečné pro zdraví → **příjemné vs. nepříjemné akustické mikroklima**

Akustické mikroklima

- ***kmitočet zvuku (f)*** – počet změn akustického tlaku za jednotku času [hertz = 1/s]
- kmitočtový rozsah člověka cca 16 – 16 000 Hz
- běžná součást ŽP a našich životů
- infrazvuk (cca 0,001 – 16 Hz)
- ultrazvuk (nad 20 kHz)



Akustické mikroklima

- **Akustické emise** = měření zvukové energie vyzařované ze zdroje
- **Akustické imise** = měření hluku v prostředí
 - měří ve vzdálenostech 1 nebo 10 m od zdroje
 - výsledky měření jsou vyjadřovány akustickými veličinami → L_{pA}



Měření hluku

- Základem měření hluku je měření frekvence akustického tlaku → **hladina hluku** (L_{pA}) [dB]

$$L_{pA} = 20 \log \frac{p_A}{p_0}$$

p_0 – referenční akustický tlak [Pa] – pro vzduch 2×10^{-5} Pa

p_A – akustický tlak korigovaný váženým filtrem A [Pa]

- ***Frekvenčně vážené filtry***

- přepočet skutečně naměřených hodnot hladin zvuku → zkreslená citlivosti lidského sluchu při různých kmitočtech → součást zvukoměrů

Jaké zdroje hluku vnímáte ve vnitřním prostředí?

Akustické mikroklima

➤ *pracovní prostředí*

- hlavní zdroje: stroje, doprava, odstřely → strojírenství, průmysl, těžba, zemědělství, stavebnictví, údržba zeleně...
- měření hluku: na pracovním místě, měření hluku v pracovním prostoru nebo měření hlukové zátěže jednotlivce (osobní hlukové expozimetry)
- přípustný expoziční limit L_{Aeq8h} při fyzické práci 85 dB
- hygienický limit při duševní práci 50 dB
- ochranná (technická) opatření a/nebo ochranné pomůcky
- pravidelné lékařské prohlídky

Akustické mikroklima

➤ ostatní VP

- hlavní zdroje: doprava (urban. obl. až 80 % obyv.), technické vybavení budov, sousední bytové jednotky, další hluky z exteriéru (průmysl, stavební práce, zemědělství, meteorologické jevy...)
- legislativně (NV) stanovené limity pro **chráněný venkovní prostor**, **chráněné venkovní prostory staveb** a **chráněné vnitřní prostory staveb** → uvedené hodnoty hluku působeného dopravou na pozemních komunikacích a drahách
- měření při kolaudaci objektů, v rámci hlukových studií či stížností (hygienické limity - vyhláška č. 6/2003)

Zdroj: [Hlukové limity a měření hluk – stav po 1. lednu 2019](#)



Akustické mikroklima

➤ ostatní VP

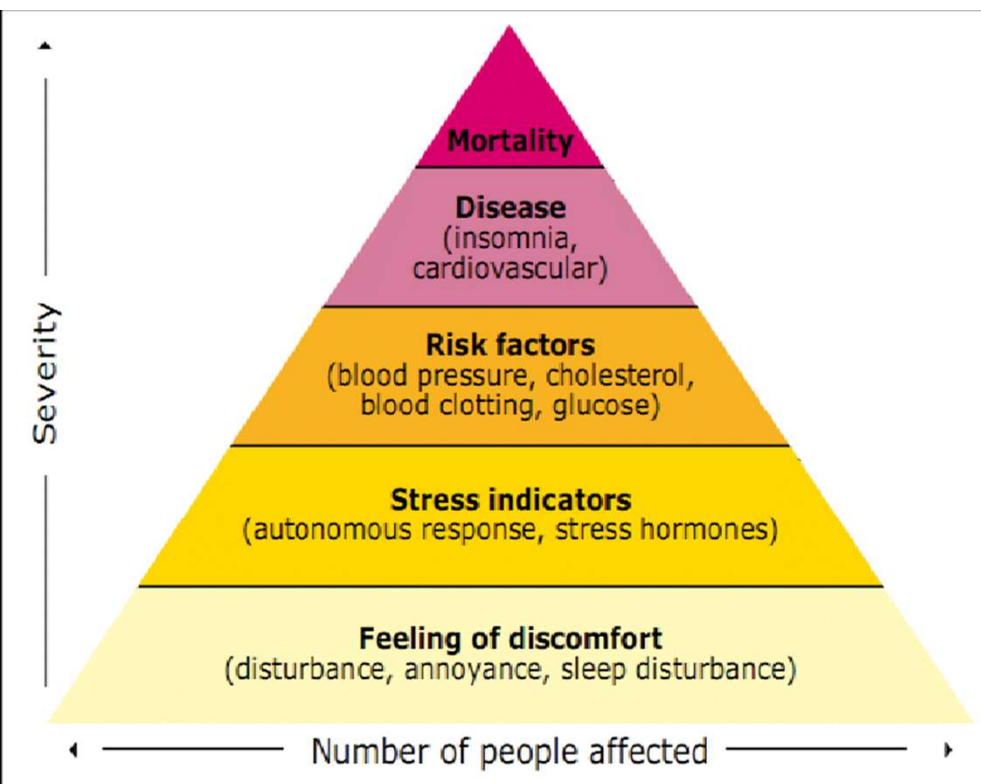
- od 1/7/2023 platné **NV 433/2022 sb., kt. se mění NV č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací** → navýšení hodnot limitů hluku působeného dopravou na pozemních komunikacích a dráhách o jednotky dB → možné zvýšení hluku

Dopravní stavby povolené do 31/12/2000, resp. od 1/1/2001,

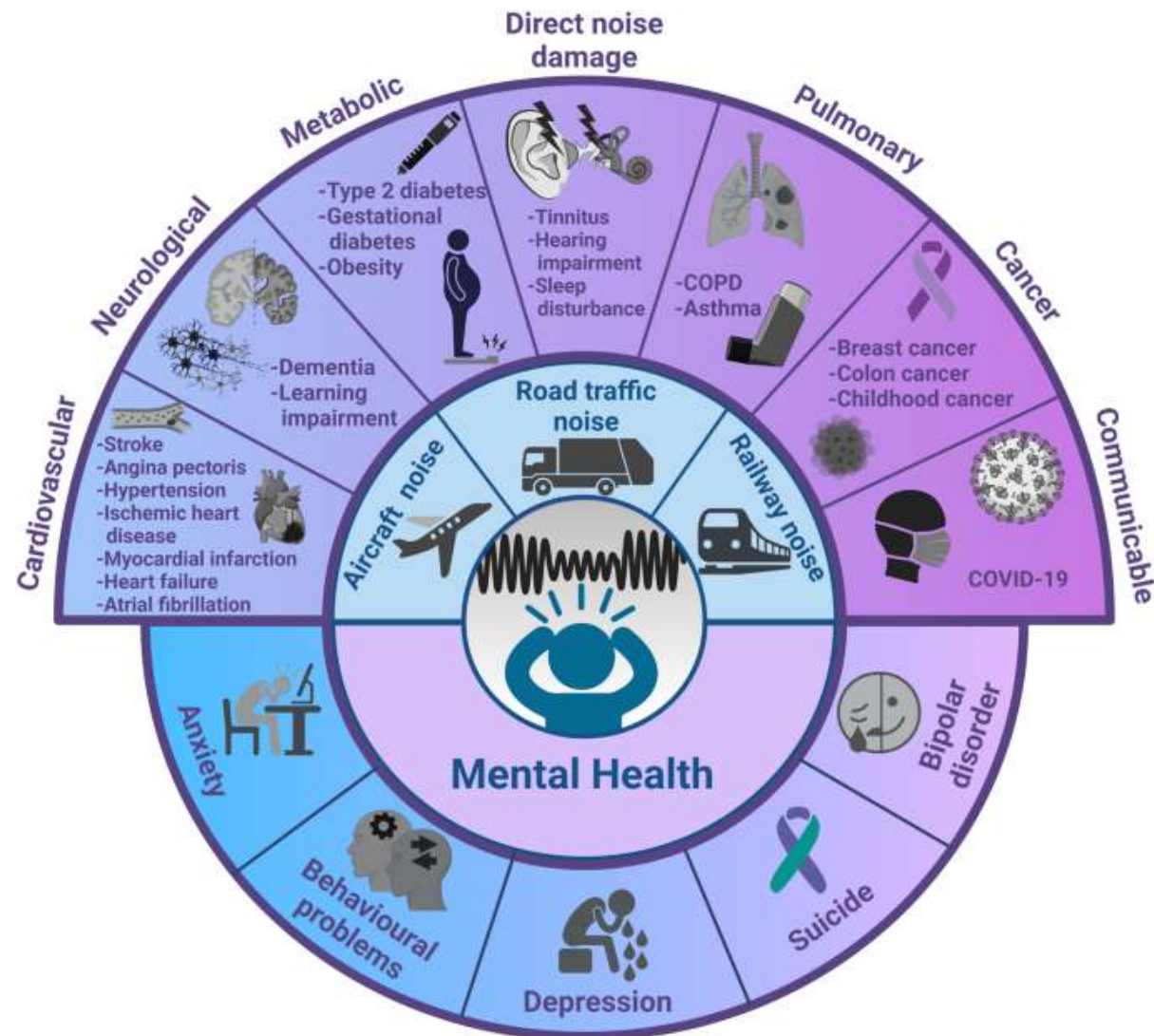
zdroj: [J. Hroza, B. Sabolová \(CHS Legal\)](#)

	limit NV 272/2011 den/noc [dB]	limit NV 433/2022 den/noc [dB]	možné zvýšení hlučnosti
dráhy	60/55 v OP 55/50 mimo OP 55/50	68/63 60/55	6x, resp. 20x 3x
dálnice, silnice I. a II. tř. a místní komunikace I. a II. tř.	60/50 60/50	68/58 60/50	6x 0x
silnice III. tř., místní komunikace III. tř. a účelové komunikace	55/45 55/45	68/58 60/50	20x 3x

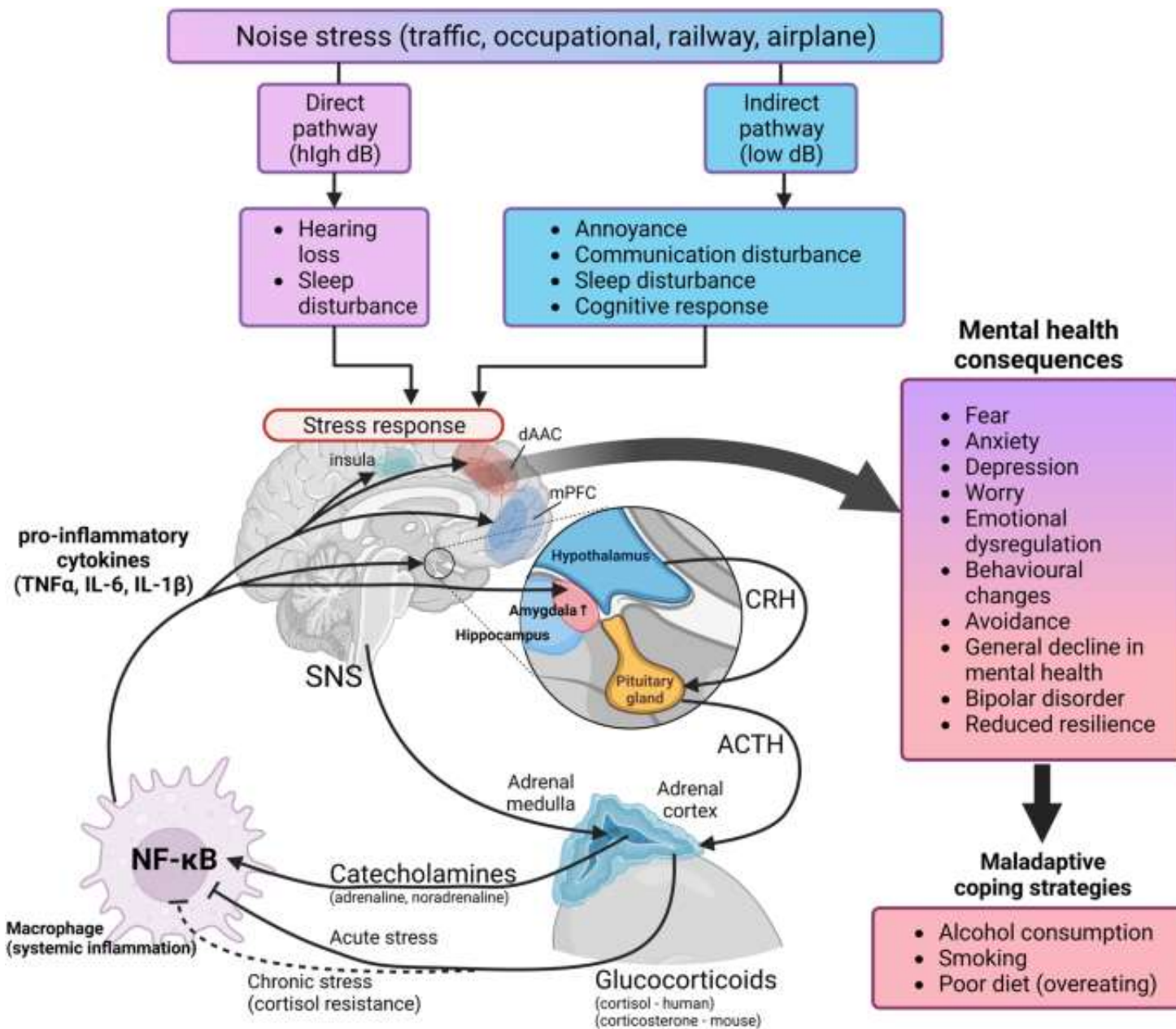
OP = ochranné pásmo dráhy (prostor po obou stranách dráhy jehož hranice jsou vymezeny svislou plochou vedenou 60, resp. 30 m od osy krajní koleje)



Pyramida vlivu hluku na zdraví dle WHO.

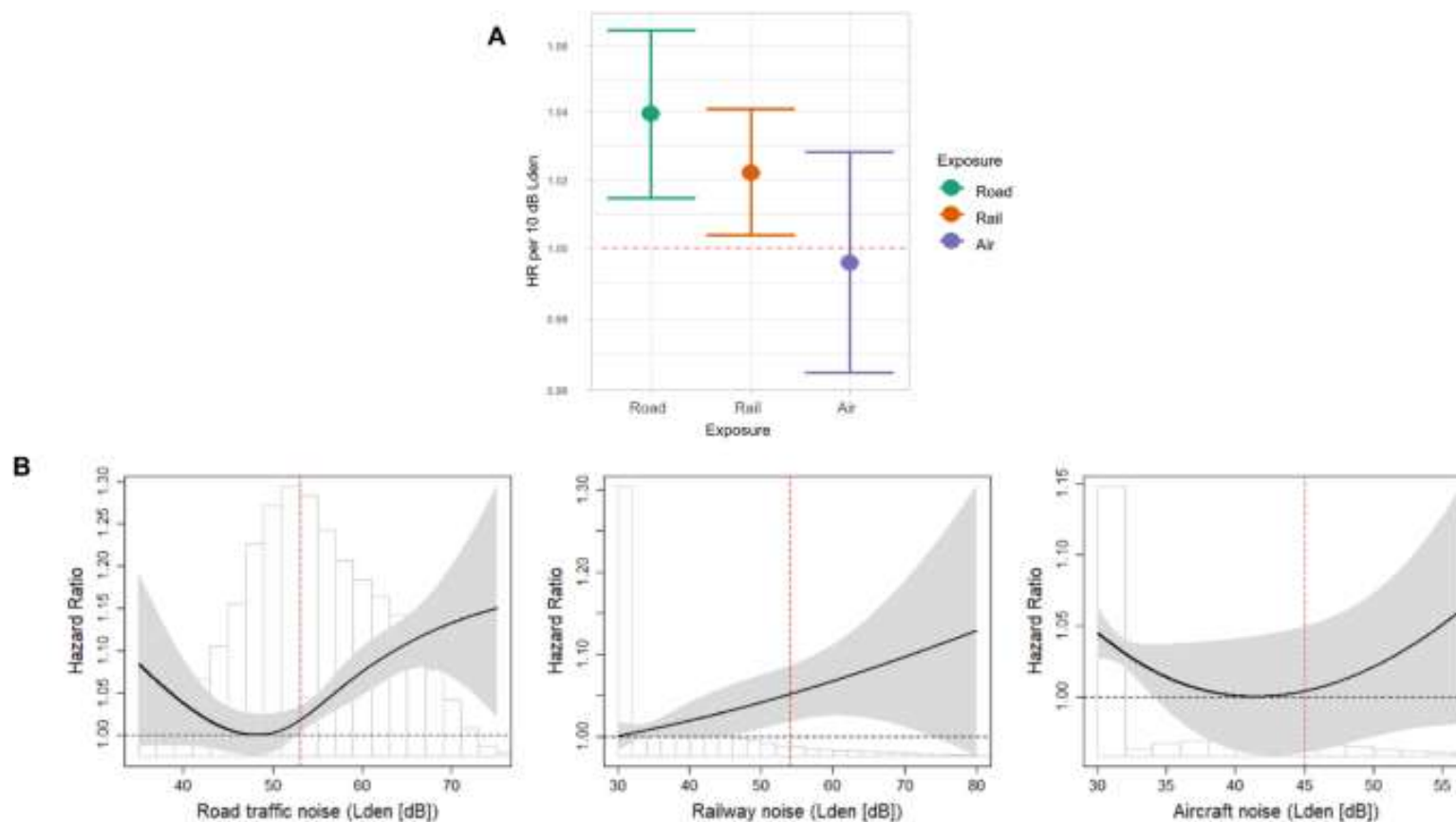


Účinky hluku na různé orgánové systémy a na duševní zdraví.



*Koncept hluk/stres a
související nepříznivé
důsledky pro duševní zdraví.*

Akustické mikroklima



Riziko sebevraždy a dopravní hluk.

Akustické mikroklima

➤ ***Obecné účinky hluku na organismus:***

- ↑ krevního tlaku, tepové frekvence a krevního cukru
- změny hladiny insulinu, mentální činnosti, pohybové koordinace....

➤ nad 30 dB – vliv na psychiku

➤ nad 65 dB – vliv na nervový systém

➤ nad 85 dB – nebezpečný pro sluchové ústrojí

➤ nad 120 dB – trvalé poškození buněk, tkání

dB	Příklady a vnímání člověkem
0	Práh slyšitelnosti
20	Hluboké ticho, bezvětří, akustické studio
30	Šepot, velmi tichý byt či velmi tichá ulice
40	Tlumený hovor, šum v bytě, tikot budíku
50	Klid, tichá pracovna, obracení stránek novin
60	Běžný hovor
70	Mírný hluk, hlučná ulice, běžný poslech televize
80	Velmi silná reprodukováná hudba, vysavač v blízkosti
90	Silný hluk, jedoucí vlak
100	Sběječka, přádelna, maximální hluk motoru
110	Velmi silný hluk, živá rocková hudba, kovárna kotlů
120	Startující proudové letadlo
130	Práh bolestivosti
140	Akustické trauma, 10 m od startujícího proudového letadla
170	zábleskový granát

→ ***monitoring hluku***

→ ***ochranné pomůcky nad 80 dB***

Světelné mikroklima



Světelné mikroklima

- přiměřené osvětlení o vhodném spektrálním složení (umělé o.)
- dostatečná intenzita osvětlení
- vhodný směr odkud osvětlení přichází
- prostorově i časově rovnoměrně rozložené



Zdroj: <https://www.svet-svitidel.cz/>

Světelné mikroklima

➤ *Ize charakterizovat fotometrickými veličinami, např.:*

1) **intenzita osvětlení, E (osvětlenost)** = světelný tok (Φ) dopadající na jednotku plochy [lux = lx]

• **luxmetry** – podle typu a požadavků na měření

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$
$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Přesnost	Typ měření	Celková přípustná chyba [%]	Třída
L	laboratorní	±3	1
A	přesné	±5	2
B	provozní	±10	3
C	orientační	±20	4



Osvětlení podle užitých zdrojů:

- 1) Umělé
- 2) Denní
- 3) Sdružené

Luxmetr a měření osvětlenosti v praxi.

Zdroj: [Digitální luxmetr testo 545](#)

Světelné mikroklima

(vnitřní) prostředí/druh činnosti	Intenzita osvětlení [lx]
Veřejné venkovní parkoviště	30
Chodby a místa pro komunikaci	100
Šatny a toalety	200
Recepce	300
Kanceláře	300-500
Šperkařství, montáž elektroniky	1000
Hodinářství	2000

Doporučené hodnoty intenzity osvětlení.

→ nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

§ 45

Osvětlení pracoviště

....

b) celkové umělé osvětlení vyjádřené udržovanou osvětleností $\bar{E}_m = 200 \text{ lx}$.

Světelné mikroklima

- lze charakterizovat fotometrickými veličinami, např.:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

1) intenzita osvětlení, E (osvětlenost)

2) **svítivost**, I = intenzita světelného toku (Φ) v daném směru (Ω – prostorový úhel) [candela = cd]

3) **činitel odrazivosti světla** = podíl světelného toku dopadajícího a odraženého světla

4) **jas (plochy)**, L = měrná svítivost [cd/m^2 ; Lx]

$$L = \frac{E}{\Omega}$$

- jasoměry



Přesnost	Typ měření	Celková přípustná chyba [%]	Třída
L	laboratorní	±5	1
A	přesné	±7,5	2
B	provozní	±10	3
C	orientační	±20	4

Zdroj: www.anamet.cz/jasomer-ls-100-110/

Světelné mikroklima

- lze charakterizovat fotometrickými veličinami, např.:

1) intenzita osvětlení, E (osvětlenost)

2) svítivost, I

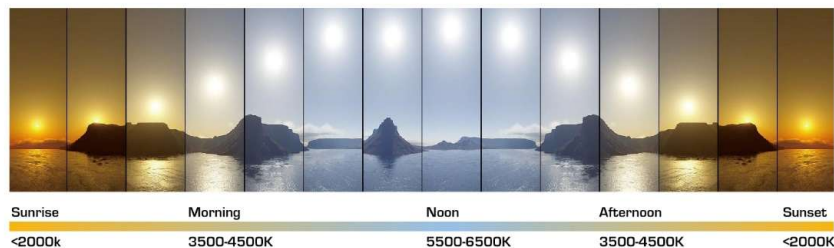
3) činitel odrazivosti světla

4) jas (plochy), L

5) barevná teplota, Θ_{color} (teplota chromatičnosti)

- charakteristika světla

- Θ_{color} daného zářiče je termodynamická T černého tělesa, při kt. by vysílalo světlo, kt. vzbuzuje v normálním lidském oku stejný barevný vjem jako daný zářič [K]



Světelné mikroklima

➤ Vlivy světelného mikroklimatu na lidské zdraví

Osibona O. a kol.: [Lighting in the Home and Health: A Systematic Review](#). Int. J. Environ.. Res Public Health 18 (2021)

- **osvětlení domácností** – klíčový aspekt pro zdraví obyvatel
- **omezený počet studií** – výchozí data z 28 studií
- **nedostatečné osvětlení** - ↑ riziko depresí a pádů
- **dostatek přirozeného světla** - pozitivní vliv na fyzické a duševní zdraví (zlepšení nálady; kvalita spánku)
- **expozice umělému světlu během noci/spánku** - ↓ kvalita spánku

Specific health outcomes in the broad health domains.

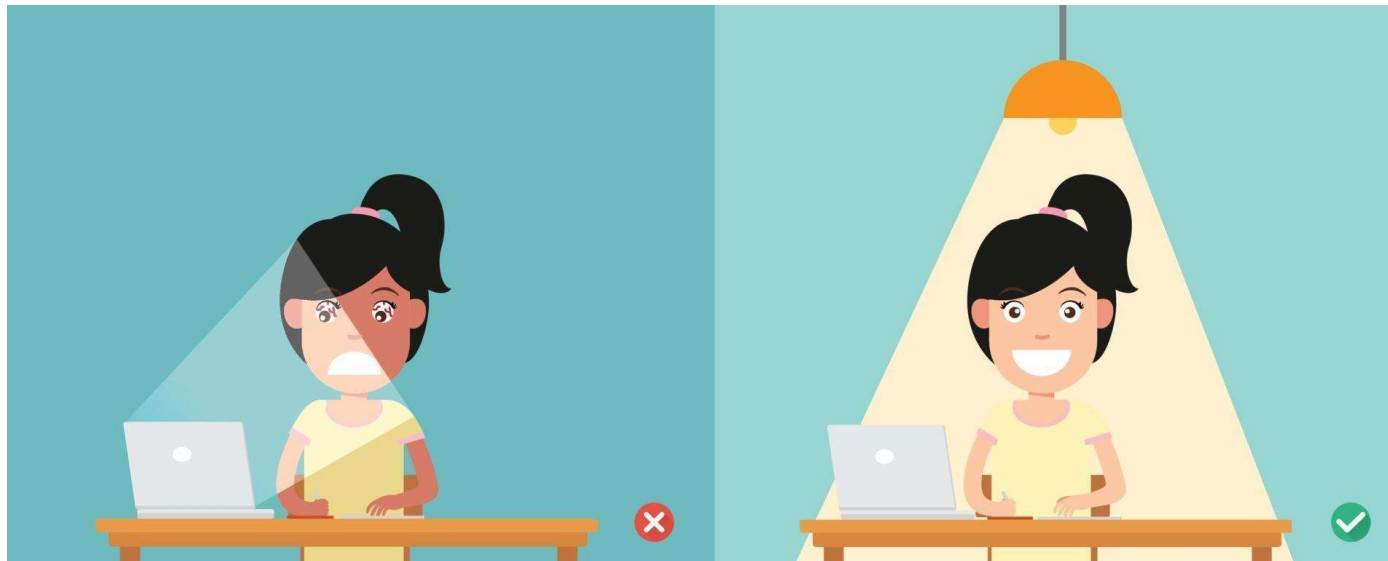
Physical Health	Mental Health	Sleep Health
Injury (including falls and burns)	Depression	Sleep quality
Leprosy	Anxiety	Sleep latency
Tuberculosis	Mood	Sleep efficacy
Acute respiratory infections		Sleep time
Cough		Sleep percentage
Breast cancer		Sleep apnoea
Visual health (including refractive errors)		
Atherosclerosis		
Obesity		
Dyslipidaemia		
Diabetes		
Blood pressure		
Heart function		

→ **nutný další výzkum**

Světelné mikroklima

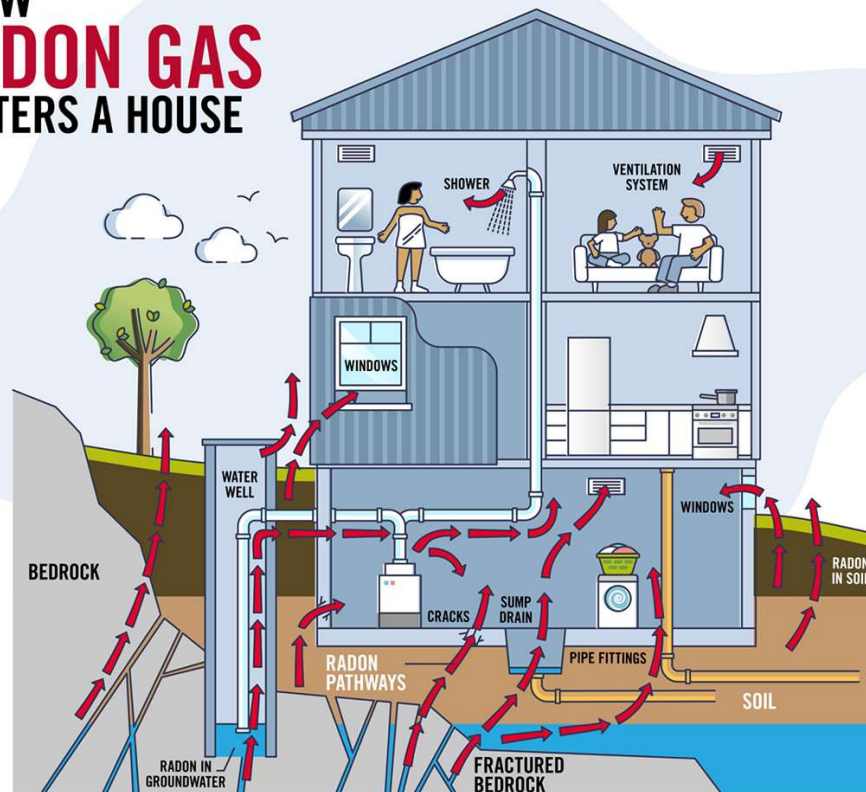
➤ *Vlivy světelného mikroklimatu na lidské zdraví:*

- nevhodné/nedostatečné osvětlení – vliv na psychiku, výkonnost či odpočinek; zraková únava
- oslnění – ve špatně koncipovaných interiérech (prac.prostředí) – zraková únava → bolesti hlavy a celková únava; SBS



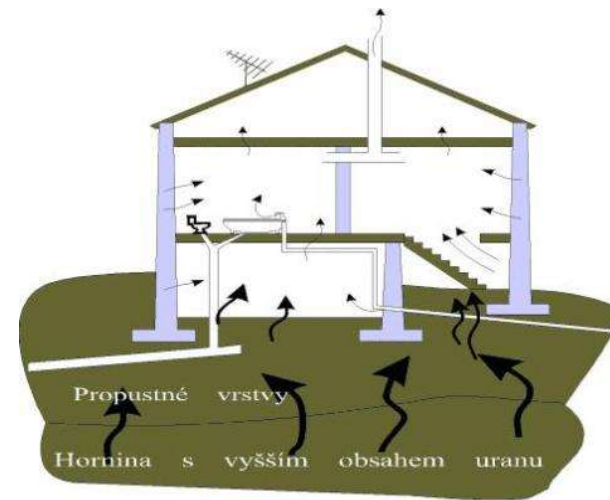
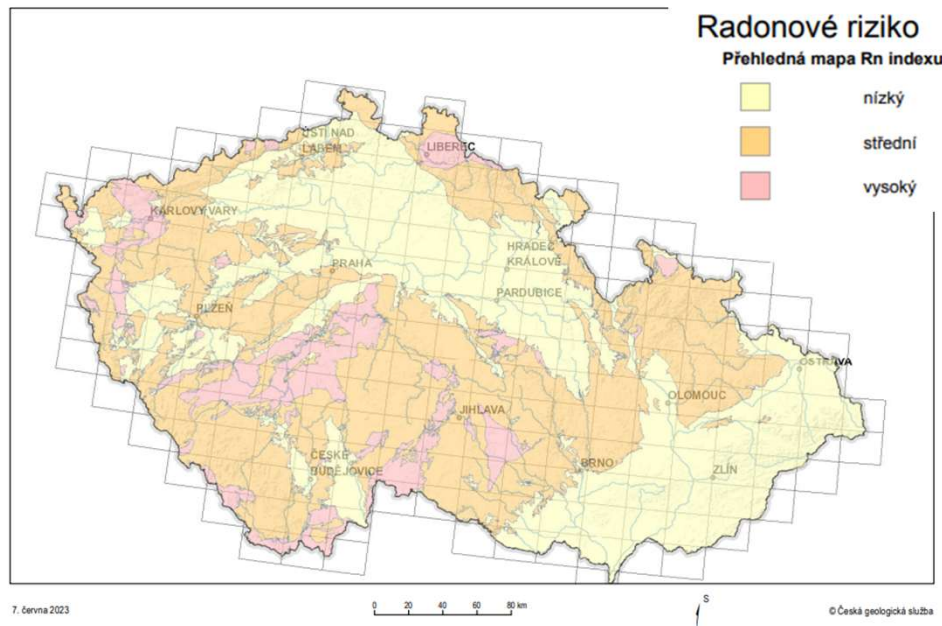
Ionizační mikroklima

HOW RADON GAS ENTERS A HOUSE



Ionizační mikroklima

- složka VP tvořená toky ionizujícího záření = ***záření, které vyvolává při průchodu hmotným prostředím ionizaci***
- **zdroje:**
 - podle původu – přírodní vs. umělé
 - podle umístění – z interiéru vs. z exteriéru
- **hlavní zdroj v domácnostech/veřejných budovách?**

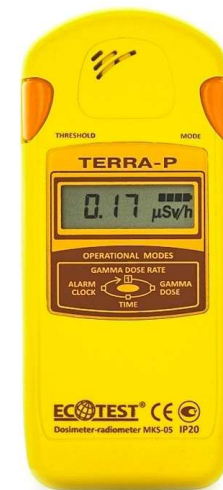


Měření ionizujícího záření

- 1) přítomnost záření - detektory = interakce záření s vhodným prostředím
- 2) pozorování drah ionizujících částic - mlžné komory
- 3) kvantitativní údaje – dozimetry
 - ✓ kontinuální, např. polovodičové, Geiger-Mullerovy počítače, scintilační, elektronické...
 - ✓ integrální, např. filmový, foto- nebo termoluminiscenční → nejčastěji v osobní dozimetrii



Zdroje: [dozimetrie](#); [vtm.zive.cz](#); [chernobylshop.cz](#)

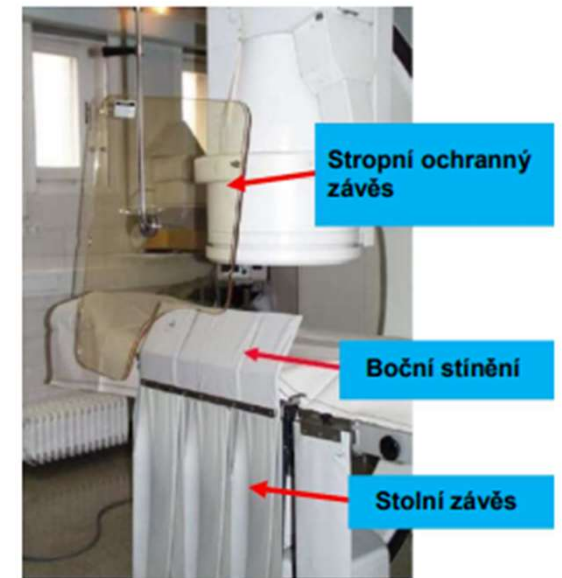


Ionizační mikroklima



➤ pracovní prostředí

- hlavní zdroje: radioaktivní zářiče využívané v různých odvětvích → medicína, energetika, výzkum, těžba a zpracování uranových rud...
- ochrana pracovníků plyne ze z. č. 263/2016 sb. *Atomového zákona* a jeho prováděcího předpisu vyhlášky 422/2016 sb. *o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroj*



Ochranné pomůcky pro pacienty i pracovníky ve zdravotnictví.

Zdroj: SÚJB

Ionizační mikroklima

- Ochranné pomůcky pro pacienty - doporučení MZP na základě [Evropského konsenzu k používání kontaktního ochranného stínění pacientů](#)

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Thyroid contact shielding	Radiography, Mammography, Fluoroscopy, CT	Outside	'Not recommended to use shielding'	
Thyroid contact shielding	Dental intraoral and cephalometric radiography	Outside	'May use shielding'	
Thyroid contact shielding	CBCT	Outside	'May use shielding'	

Příklad doporučení pro použití ochranných pomůcek při jednotlivých vyšetřeních s využitím RTG.

Jako pacient při rentgenovém a CT vyšetření už ochranné stínicí pomůcky nepotřebujete



PROČ STÍNĚNÍ NENÍ POTŘEBA?

- Moderní RTG a CT přístroje
- Nižší dávky záření než dřív
- Vědecké poznatky a klinické důkazy



JAKÉ JSOU PŘÍNOSY VYŠETŘENÍ BEZ STÍNĚNÍ?

- Lepší kvalita RTG a CT obrazů
- Méně opakovaných vyšetření
- Přesnější diagnostika



PRO VÍCE INFORMACÍ
NAVŠTIVTE WEBOVÉ STRÁNKY
WWW.MZCR.CZ

VAŠE BEZPEČÍ JE ZACHOVÁNO

Česká republika prostřednictvím Společnosti radiologických asistentů ČR, České společnosti fyziků v medicíně, z.s. a Radiologické společnosti ČLS JEP podporuje světovou iniciativu ke správnému (ne)používání ochranných stínicích pomůcek pro pacienty při RTG a CT vyšetřeních.



Ionizační mikroklima

➤ *pracovní prostředí*

- 263/2016 sb. „Atomový zákon“

§ 63

Limity ozáření

(1) Limitem ozáření je kvantitativní ukazatel pro omezení celkového ozáření fyzické osoby z činností v rámci plánovaných expozičních situací.

(2) Limity ozáření jsou

- a) obecné limity pro obyvatele,
- b) limity pro radiační pracovníky,
- c) limity pro žáky a studenty

§ 97

Pracoviště se zvýšeným ozářením z radonu

(1) Pokud může na pracovišti ... překročit ozáření pracovníka efektivní dávku 6 mSv za rok → pracoviště se zvýšeným ozářením z radonu.

(2) Každý, kdo vykonává činnost na tomto pracovišti je povinen

- a) uplatňovat limity pro radiační pracovníky,

....

....

- d) zpracovat pokyny pro práci na pracovišti včetně pokynů pro její bezpečné vykonávání....

Ionizační mikroklima

➤ *obytné prostředí*

- hlavní zdroje: podloží – radon, stavební materiály

1) stavební materiály

- horniny, nerostné suroviny
- určité množství radioaktivních prvků (K, Th, resp. radionuklidů: Rn)
- měří se γ záření nadrceného materiálu → významné z hlediska radiační ochrany (SÚJB)

stavební materiál	průměrná hodnota [Bq/kg]	nejvyšší hodnota [Bq/kg]
stavební kámen	27,5	925
cihly	45,2	143
beton	21,1	192
pórobeton	46,1	85
škvárobeton	66,7	118

Zdroj: [Radioaktivita stavebních materiálů](#)

Ionizační mikroklima

➤ *obytné prostředí*

1) stavební materiály

- ↑ aktivita v materiálech s příměsí odpadních surovin nebo vyvřelých hornin
- odhad dávky – 0,4-0,6 mSv/rok
- požadavky na měření a hodnocení stanoveny v § 9 a § 101 zákona č. 263/2016 Sb. *(Atomový zákon)*
- údaje vztahující se k ochraně před přírodními radionuklidy ve stavebním materiálu a jejich oznamování Úřadu - Vyhláška č. 422/2016 Sb. *o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje*

Ionizační mikroklima

➤ obytné prostředí

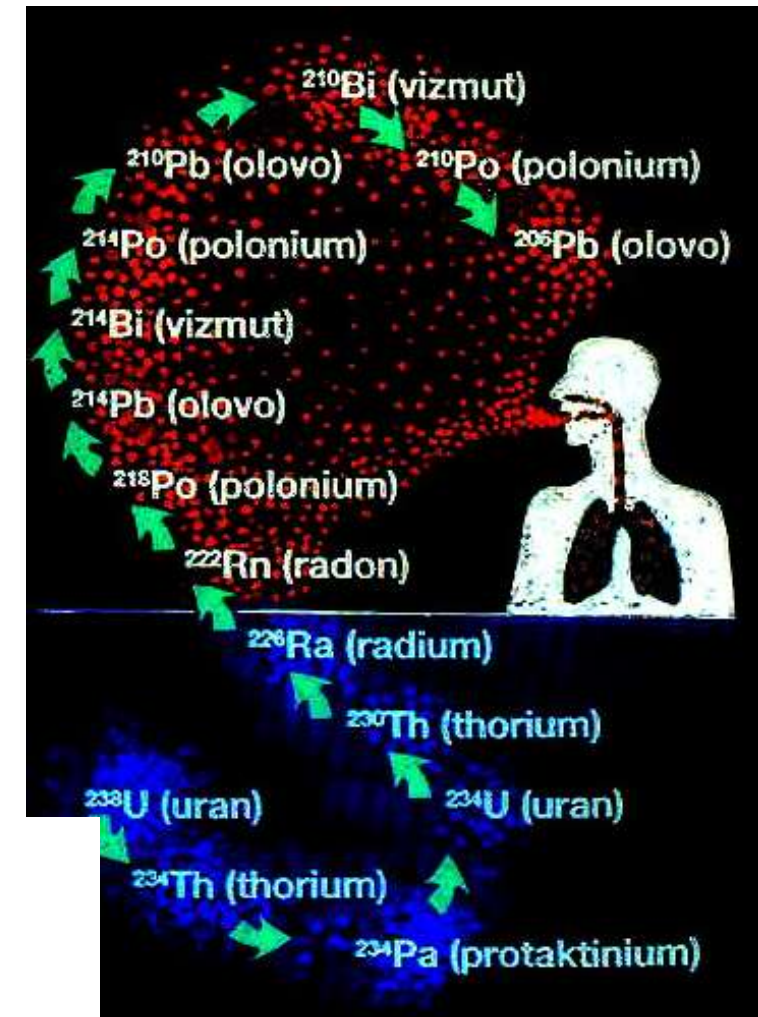
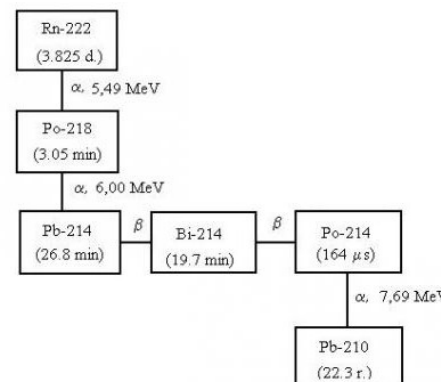
2) radon

- zdroje:

- podloží bohaté na U
- (pitná) voda pocházející z podzemí
- stavební materiály
- cigaretový kouř

- OAR = objemová aktivita radonu

- Ø ČR budovy 118 Bq/m³
- Ø celý svět budovy 39 Bq/m³
- Ø ČR venkovní prostředí 10 Bq/m³



Ionizační mikroklima

➤ *obytné prostředí*

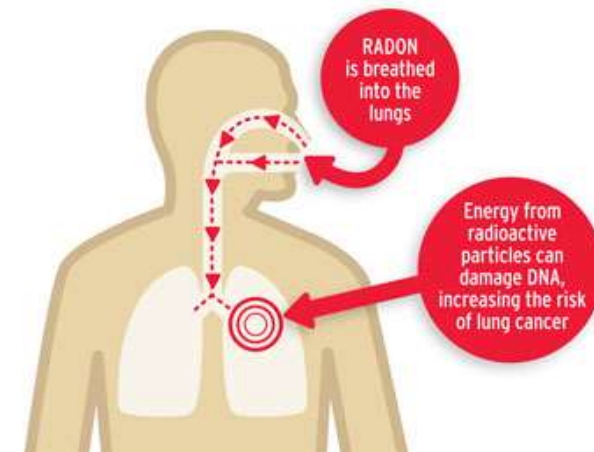
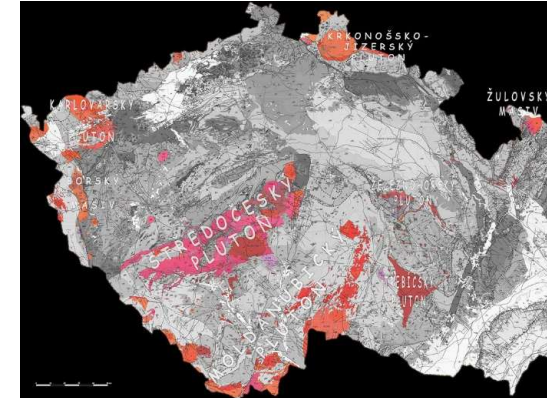
2) *radon – zdravotní rizika*

- produkty rozpadu – rakovina plic
- [česká epidemiologická studie](#) (1960-1999)

- území Středočeského plutonu (nejvyšší koncentrace Rn v ČR)
- 12 000 osob
- měření Rn v domech

→ na sledovaném území byl o 13 % vyšší výskyt rakoviny plic, než byl celorepublikový průměr

→ častější výskyt rakoviny plic u osob žijících v domech s ↑ konc. Rn (400 a více Bq/m³)



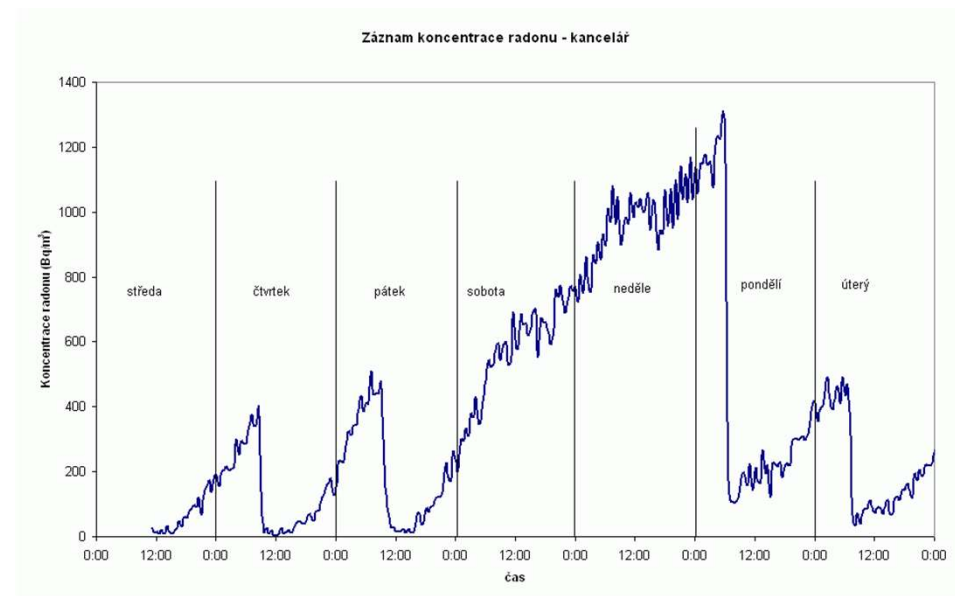
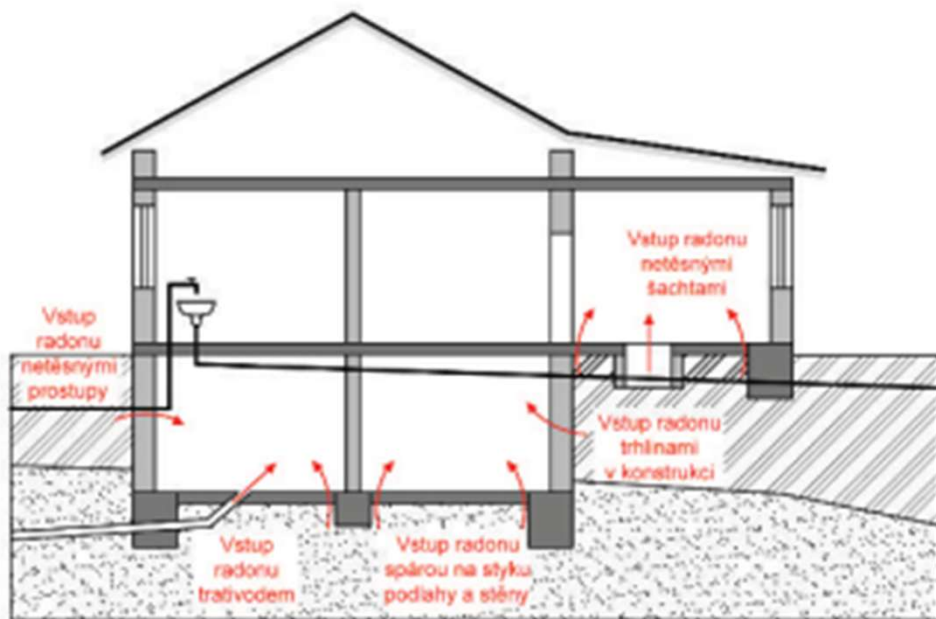
Ionizační mikroklima

➤ obytné prostředí

2) radon – ozdravná opatření

a) opatření snižující přísun R_n

b) opatření zvyšující ventilaci



Ionizační mikroklima

➤ **Nebezpečnost ionizujícího záření je dána**

- jeho neviditelností
- není vnímáno ani jinými smysly

➤ **Vstup do organismu:**

- dýchací cesty
- trávicí ústrojí
- transdermálně

➤ **Vstřebávání ovlivněno:**

- stavem organismu
- druhem látky

➤ **Chování látek v organismu:**

- začlenění do látkové výměny
- pseudoizotopický nebo vytěsňovací efekt

➤ **Ukládání v organismu:**

- nerovnoměrně → kritický orgán
- rovnoměrně

- průnik záření do organismu → změny DNA

Zdroje literatury

- D. PERNIU, I. MANCIULEA: [VNITŘNÍ “INDOOR” ZNEČIŠTĚNÍ](http://toxoeer.com) (toxoeer.com).
- A. H. Goldstein, W. W. Nazaroff, C. J. Weschler, J. Williams: [How Do Indoor Environments Affect Air Pollution Exposure?](#) Environ. Sci. Technol. 55 (2021) 100–108
- D. Y. C. Leung: [Outdoor-indoor air pollution in urban environment: challenges and opportunity](#). Front. Environ. Sci. 15 (2014).
- Centers for Disease Control and Prevention and U.S. Department of Housing and Urban Development. [Healthy housing reference manual](#). Atlanta, US Department of Health and Human Services, 2006.
- M. Jokl: *Zdravé obytné a pracovní prostředí*, Academia, Praha, 2002.
- Z. Zloch a kol.: *Kapitoly z hygieny*, Karolinum, Praha, 2001.
- V. Bencko a kol.: *Hygiena*, Karolinum, Praha, 1998.

Zdroje literatury

- J. Šafránková (ed.): *Člověk, stavby a jejich vzájemné působení* (sborník ke kolokviu), Fakulta stavební ČVUT, Praha, 2005.
- G. Gebauer: [*Formování vnitřního prostředí budov*](#). Časopis stavebnictví (2008).
- K. Kabele, Z. Veverková, P. Dvořáková: [*Vnitřní prostředí budov*](#). TZB HAUSTECHNIK (2018).
- J. Hroza, B. Sabolová: [*Změna nařízení vlády o ochraně proti hluku přináší násobné zvýšení hlukových limitů u dopravních staveb. Bydlíte v oblasti zatížené hlukem ze silnice nebo železnice? Připravte se na to, od 1. 7. 2023 bude hluku moct být několika násobně více.*](#)
- Hahad, O., Kuntic, M., Al-Kindi, S. et al. Noise and mental health: evidence, mechanisms, and consequences. J Expo Sci Environ Epidemiol 35, 16–23 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00642-5>
- Státní úřad radiační ochrany: [*Radioaktivita stavebních materiálů \(suro.cz\)*](#)
- M. Jiránek: [*Opatření proti radonu vhodná ke svépomocné realizaci ve stávajících budovách*](#). SÚJB (2014).
- EPA: [*Introduction to Indoor Air Quality*](#) (2023).

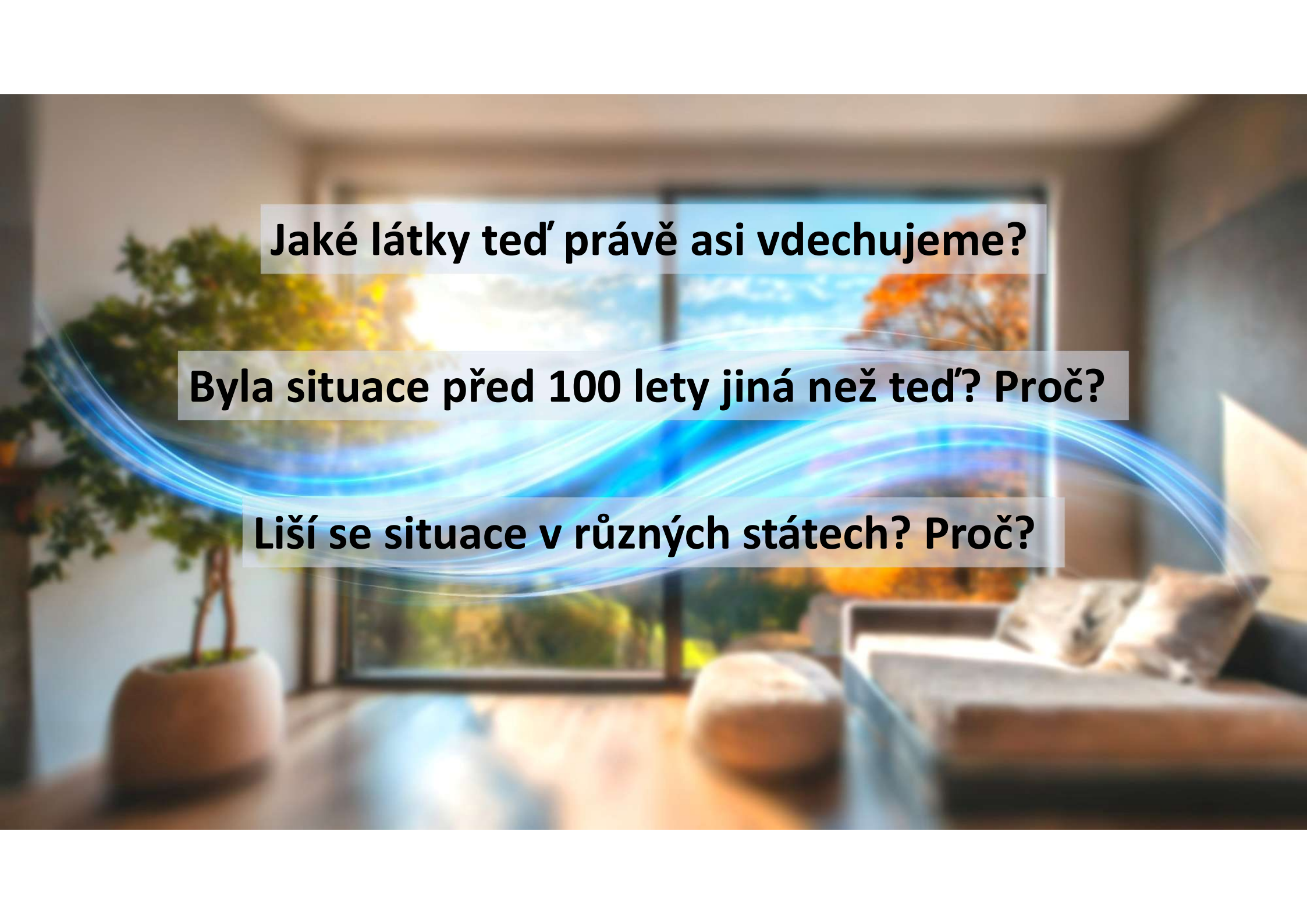
Vnitřní prostředí – chemické a biologické charakteristiky

9. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz



Jaké látky teď právě asi vdechujeme?

Byla situace před 100 lety jiná než teď? Proč?

Liší se situace v různých státech? Proč?

Vnitřní prostředí – chemické znečištění

Plynné polutanty - anorganické

➤ Oxidy uhlíku

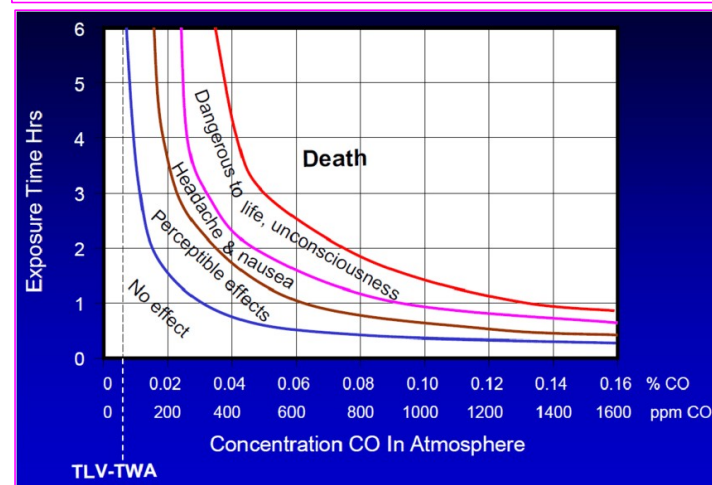
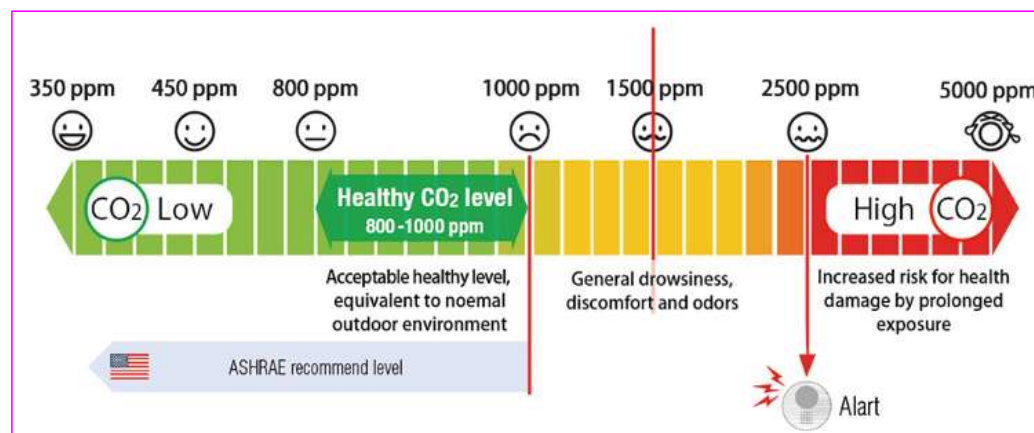
- zdroje: dýchání, spalování fosilních paliv, kouření

CO₂

- **limit uvnitř budov 1500 ppm** (vyhláška 20/2012)
- Ø přírodní koncentrace: 300-400 ppm
- nad 1000 ppm – ospalost
- nad 2000 ppm – horší schopnost koncentrace
- nad 5000 ppm – bolest hlavy, zrychlený tep
- nad 50 000 ppm – útlum CNS
- nad 200 000 ppm – smrt

CO

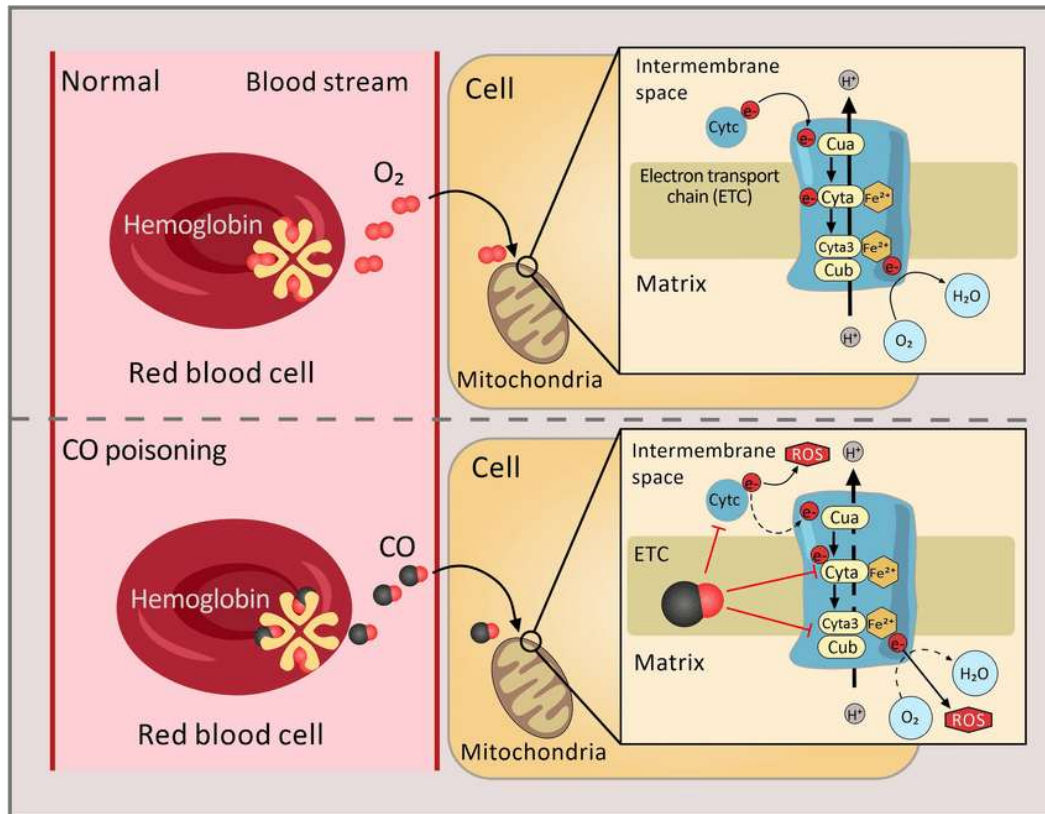
- přírodní koncentrace: 0,044 – 0,201 ppm
- hustá doprava: konc. až desítky ppm
- doporučení WHO: konc. max. 9 ppm/8 hod



Plynné polutanty - anorganické

➤ CO

- bezbarvý plyn, bez chuti a bez zápachu, lehčí než vzduch
- vdechováním: vznik COHb → snižuje se přenos kyslíku (afinita je 200 – 250x ↑ než k O₂)



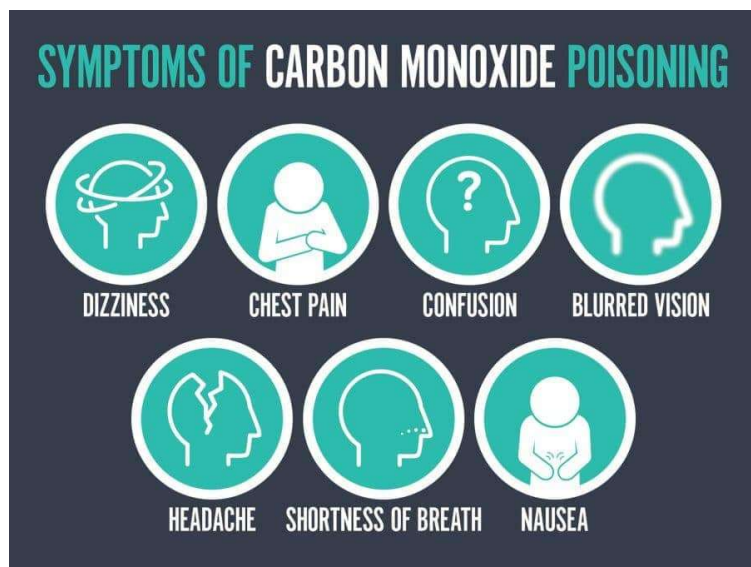
Normální stav a mechanismus otravy CO.

Zdroj: Chen, RJ., a kol. Carbon monoxide-triggered health effects: the important role of the inflammasome and its possible crosstalk with autophagy and exosomes. Arch. Toxicol. 95 (2021)

Plynné polutanty - anorganické

➤ CO

- **lehčí otravy** - bolesti hlavy, bušení krve v hlavě, tlak na prsou, závratě, nevolnost až zvracení
- **těžší otravy** - mdloby, slabost, ↑ teploty, dezorientace až bezvědomí
- **smrt** nastává zadušením - téměř okamžitě po silné expozici nebo s prodlevou (barva kůže - třesňově červená)

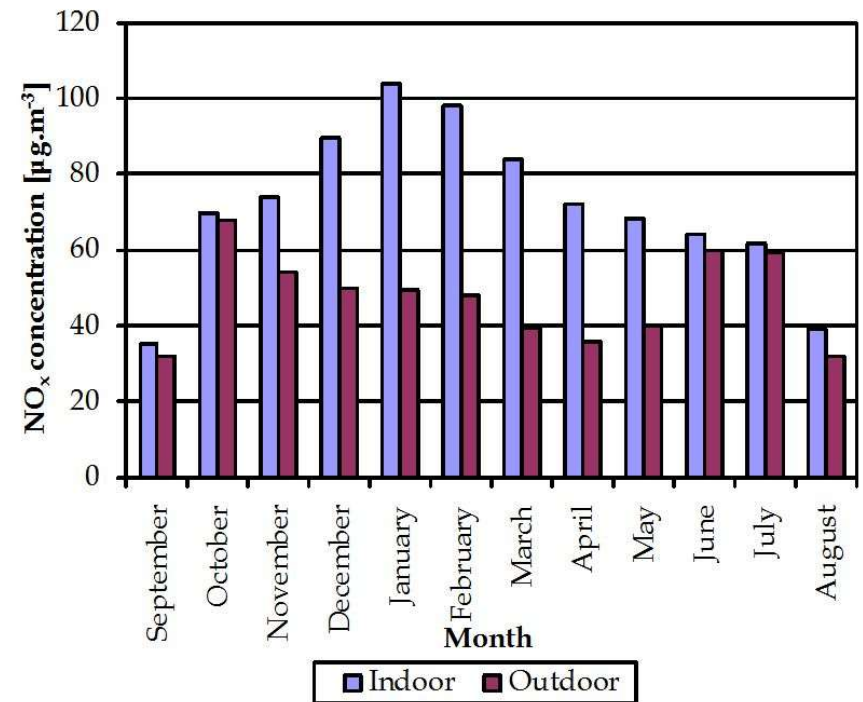


Zdroj: [Carbon Monoxide Poisoning](#)

Plynné polutanty - anorganické

➤ NO_x

- zdroje: spalování fosilních paliv, kouření, požáry
- plynové spotřebiče – až 10× více NO_x než venku
- koncentrace obvykle jako outdoor
- nízké konc. – ↑ riziko respiračních infekcí u dětí
- vyšší konc. – dráždivý, SBS, v extrémních případech až edém plic, příp. průnik do krve přes alveolární bariéru → metHb



Průměrné vnitřní a venkovní koncentrace NO_x během roku.

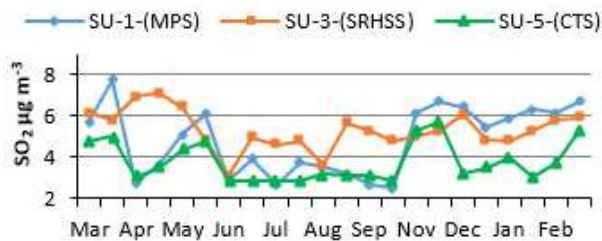
Zdroj: S. Vilčekova: [Indoor Nitrogen Oxides](#). Advanced Air Pollution (2011).

Plynné polutanty - anorganické

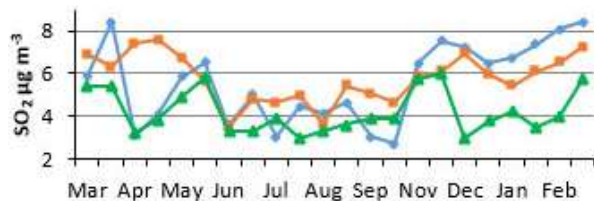
➤ SO_2

- zdroje: primárně spalování fosilních paliv, externí zdroje
- koncentrace obdobné jako outdoor
- na sliznicích reakce s vlhkostí → dráždivé pro oči a dýchací cesty, SBS
- vysoké konc. – otok plic nebo hrtanu, křeče hlasivek

Indoor- SO_2



Outdoor- SO_2



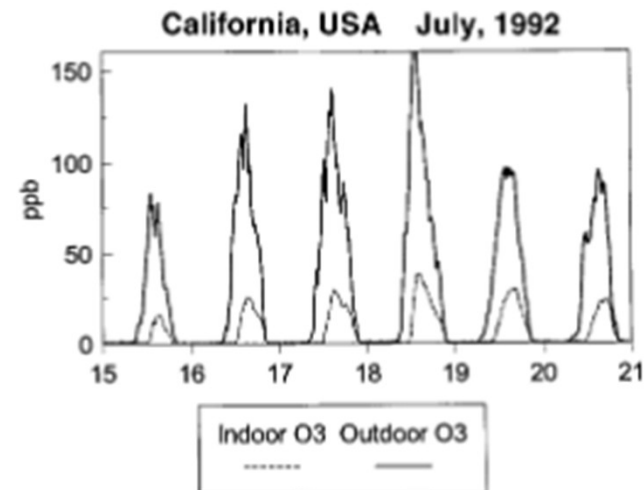
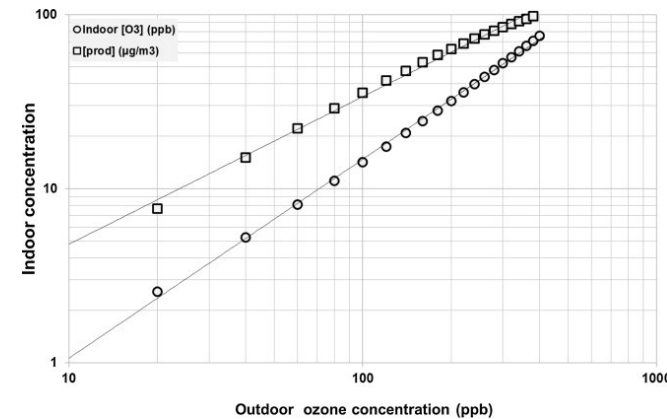
Průměrné vnitřní a venkovní koncentrace SO_2 během roku.

Zdroj: R. Khumukcham, R. S. Khoiyangbam: [Indoor and Outdoor Air Quality Assessment of \$SO_2\$ and \$NO_2\$ in Suburban Schools in Imphal, Manipur](#). Current World Environment 17 (2022).

Plynné polutanty - anorganické

➤ O_3

- sekundární polutant
- zdroje: externí zdroje, kopírky, tiskárny, čističky vzduchu (ozonizátory)
- expozice primárně orálně, příp. dermálně
- dráždivý, respirační onemocnění, astma až poškození plic, oxidativní stres → poškození DNA ([pracovníci kopírek](#))



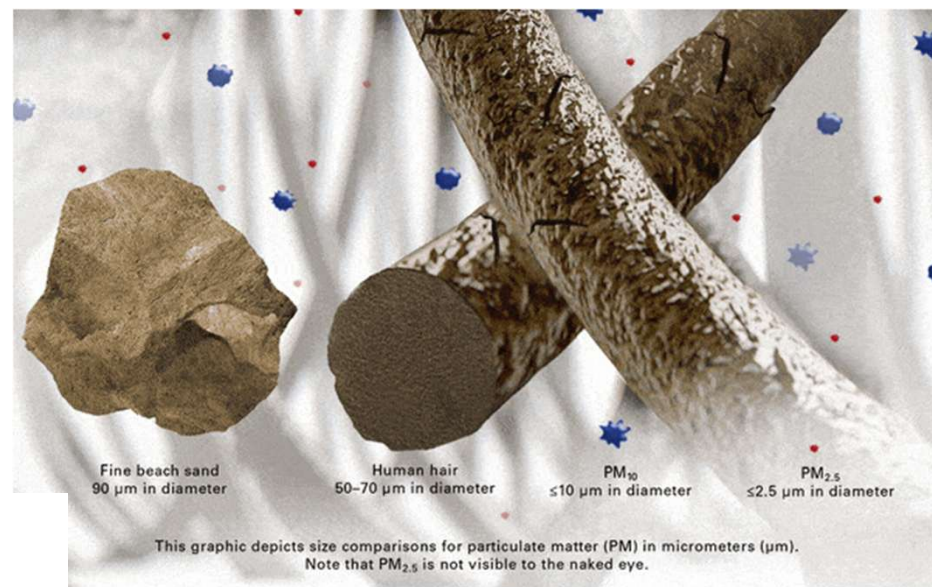
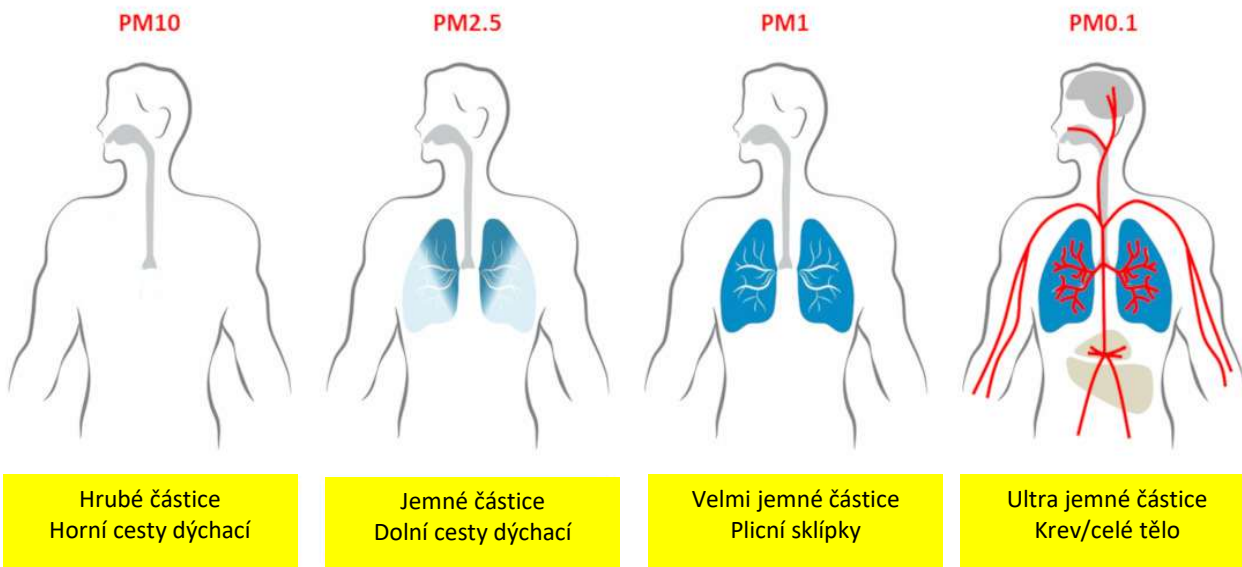
Korelace mezi koncentrací O_3 ve VP a outdoor.

Zdroje: C.J. Weschler: [Ozone in Indoor Environments: Concentration and Chemistry](#). Indoor Air 10 (2000) 269-288;
M.O. Fadeyi: [Ozone in indoor environments: Research progress in the past 15 years](#), Sustainable Cities and Society 18 (2015).

Aerosoly v prostředí

➤ *PM (particulate matter)*

- částice pevných látek nebo kapalin
- $\leq 0,1 \mu\text{m}$ – chování $\approx$ plynné látky
- $0,1\text{--}5 \mu\text{m}$ – respirabilní částice
- $5\text{--}10 \mu\text{m}$ – horní cesty dýchací



Zdroje: [Indoor Particulate Matter](#); [Airborne particulate matter and their health effects](#)

Aerosoly v prostředí

➤ PM

- zdroje: externí zdroje (přírodní × antropogenního p.), vaření, hoření, kouření, biologické zdroje, tiskárny, úklid....
- zdravotní rizika: podráždění dýchacích cest a očí, alergie, zhoršení kardiovaskulárních či respiračních onemocnění → předčasná úmrtí

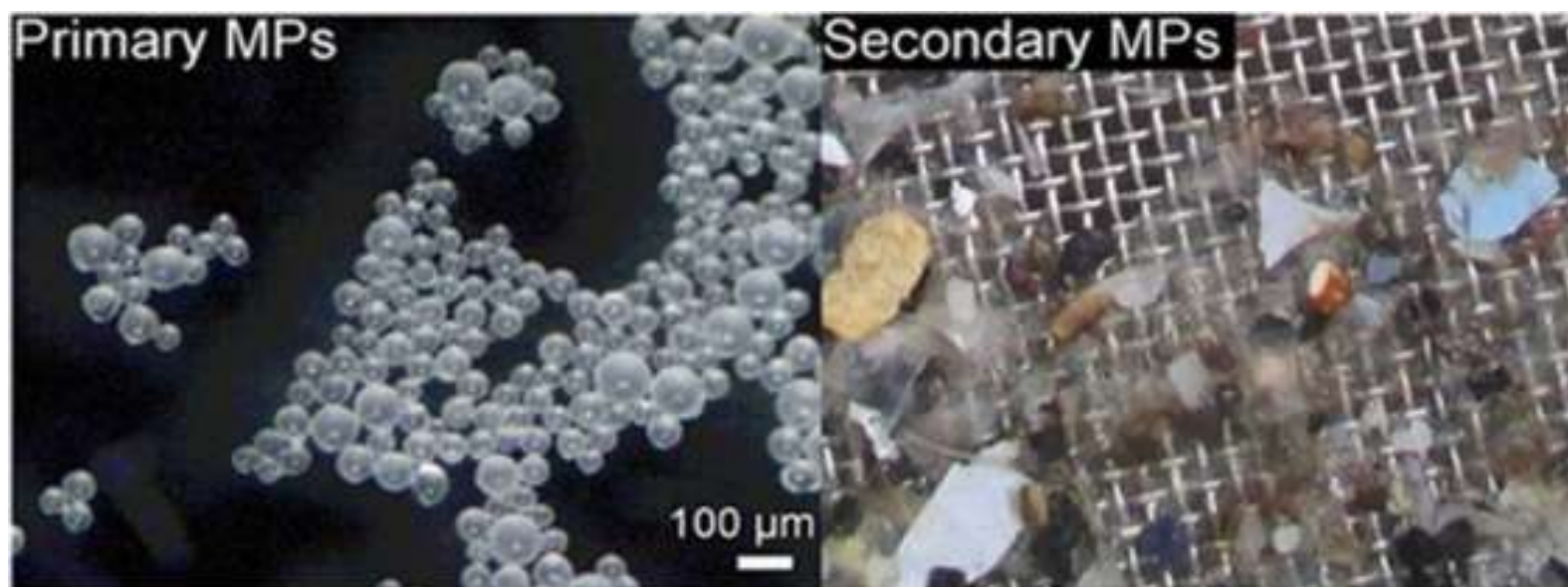


Zdroj: [Sources of Indoor Particulate Matter \(PM\) \(epa.gov\)](http://epa.gov)

Aerosoly v prostředí

➤ Mikroplasty (MP)

- jakékoli syntetické pevné částice nebo polymerní matrice s pravidelným nebo nepravidelným tvarem a velikostí v rozmezí od 1 μm do 5 mm, buď primárního nebo sekundárního výrobního původu, které jsou nerozpustné ve vodě



Příklady primárních a sekundárních MP.

Zdroj: S. Kacprzak, L.D. Tijing: [Microplastics in indoor environment: Sources, mitigation and fate](#), Journal of Environmental Chemical Engineering 10 (2022).

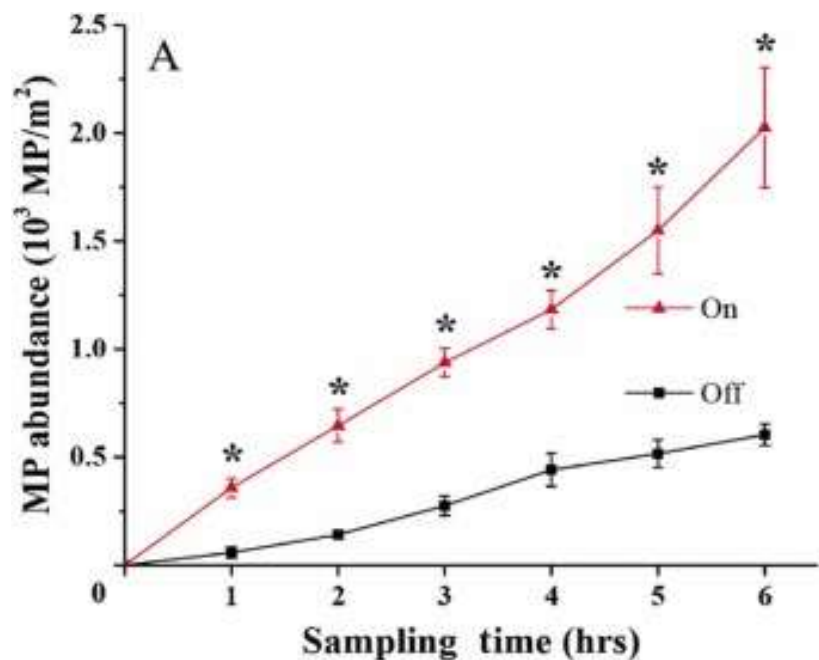
Aerosoly v prostředí

➤ **Mikroplasty (MP)**

- jiné složení MP in- než outdoor → *jiné zdroje*
- zdroje: oblečení/vybavení z umělých vláken, veškeré předměty z plastů/polymerních materiálů, kosmetika, externí zdroje, výrobní a zpracovatelské závody plastů/plast. odpadu
- příjem: inhalací, požitím, (kontakt s pokožkou)
- zdravotní rizika: dle velikosti – dýchací a kardiovaskulární systém, rakovina (?)
 - ✓ *fyzikální efekt*
 - ✓ *chemický efekt*
 - ✓ *biologický efekt*

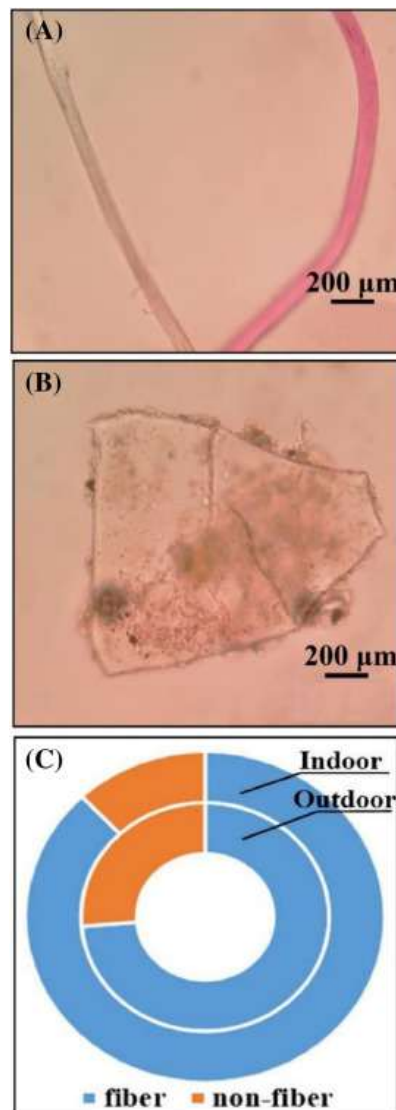
Aerosoly v prostředí

➤ Mikroplasty (MP)



Vliv zapnuté klimatizace na množství MP.

Zdroj: S. Kacprzak, L.D. Tijing: [Microplastics in indoor environment: Sources, mitigation and fate](#), *Journal of Environmental Chemical Engineering* 10 (2022).

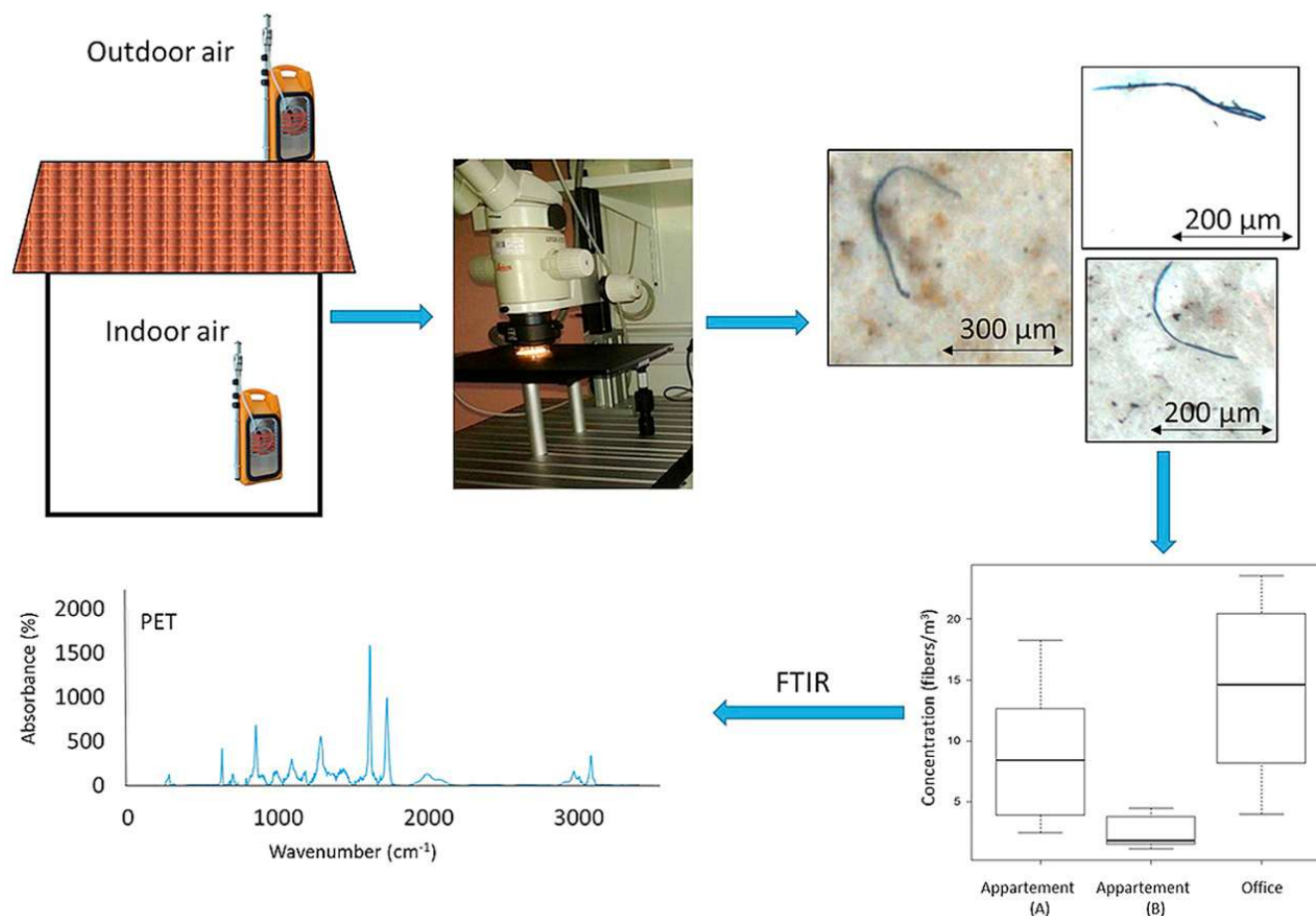


Vlákna (A) a fragmenty (B) MP v prachu a jejich distribuční podíl ve vnitřním a venkovním prachu (C).

Zdroj: C. Liu a kol.: [Widespread distribution of PET and PC microplastics in dust in urban China and their estimated human exposure](#), *Environment International* 128 (2019).

Aerosoly v prostředí

➤ Mikroplasty (MP)



Postup vzorkování a analýzy MP.

Zdroj: R. Dris a kol.: [A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments](#), *Environmental Pollution* 221 (2017).

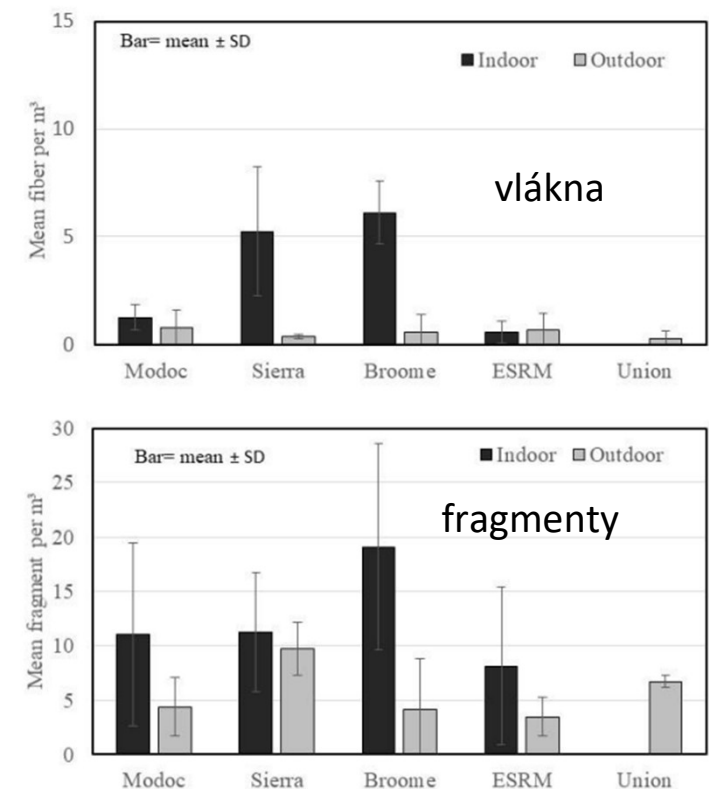
Aerosoly v prostředí

➤ Mikroplasty (MP)

- ↑ koncentrace MP in- než outdoor – zatím málo výzkumů
- pasivní a aktivní metody odběru vzorků → fyzikální a chemické metody analýzy

Množství MP v různých místech kampusu CSUCI.

Zdroj: E. Gaston a kol.: [Microplastics Differ Between Indoor and Outdoor Air Masses: Insights from Multiple Microscopy Methodologies](#), *Applied Spectroscopy*. 74 (2020), 1079-1098



Aerosoly v prostředí

➤ Mikroplasty (MP)

- opatření: *nepřímá* (filtry ve ventilačních a klimatizačních systémech, čističky vzduchu) a *přímá* (eliminovat zdroje) → nutné dostatečné informování veřejnosti a další výzkum



Zdroj: [How to Combat Microplastics at Home](#)

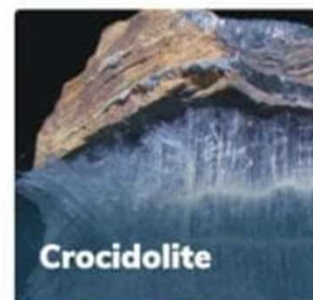
• výzvy do budoucna?

- ✓ porozumět transportu MP, interakcím v ŽP a jejich ekotoxikologickým účinkům
- ✓ normované postupy – vzorkování, analýza
- ✓ nové přístupy k nakládání s plastovým odpadem
- ✓ informovaná veřejnost

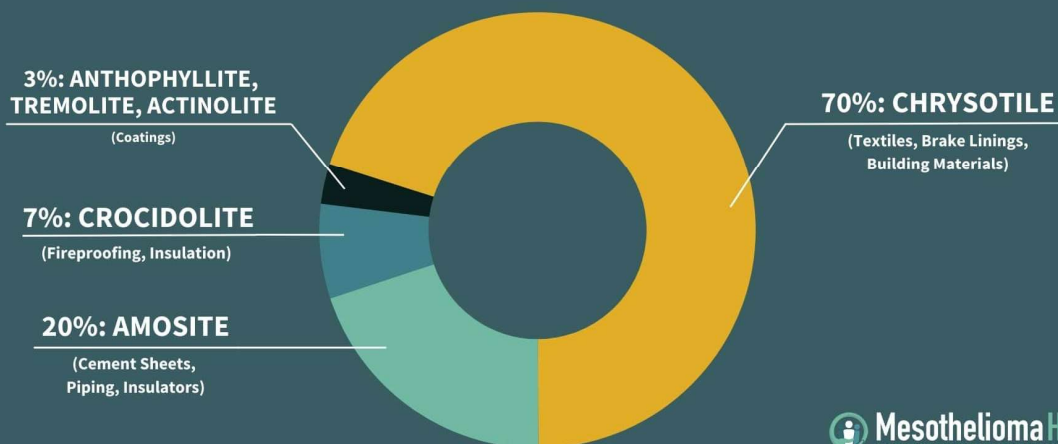
Aerosoly v prostředí

➤ *azbest (osinek)*

- souborné označení vláknitých silikátů
- odolná vlákna
- do organismu dýchacími cestami



Most Common Asbestos Types



6 hlavních typů azbestů.

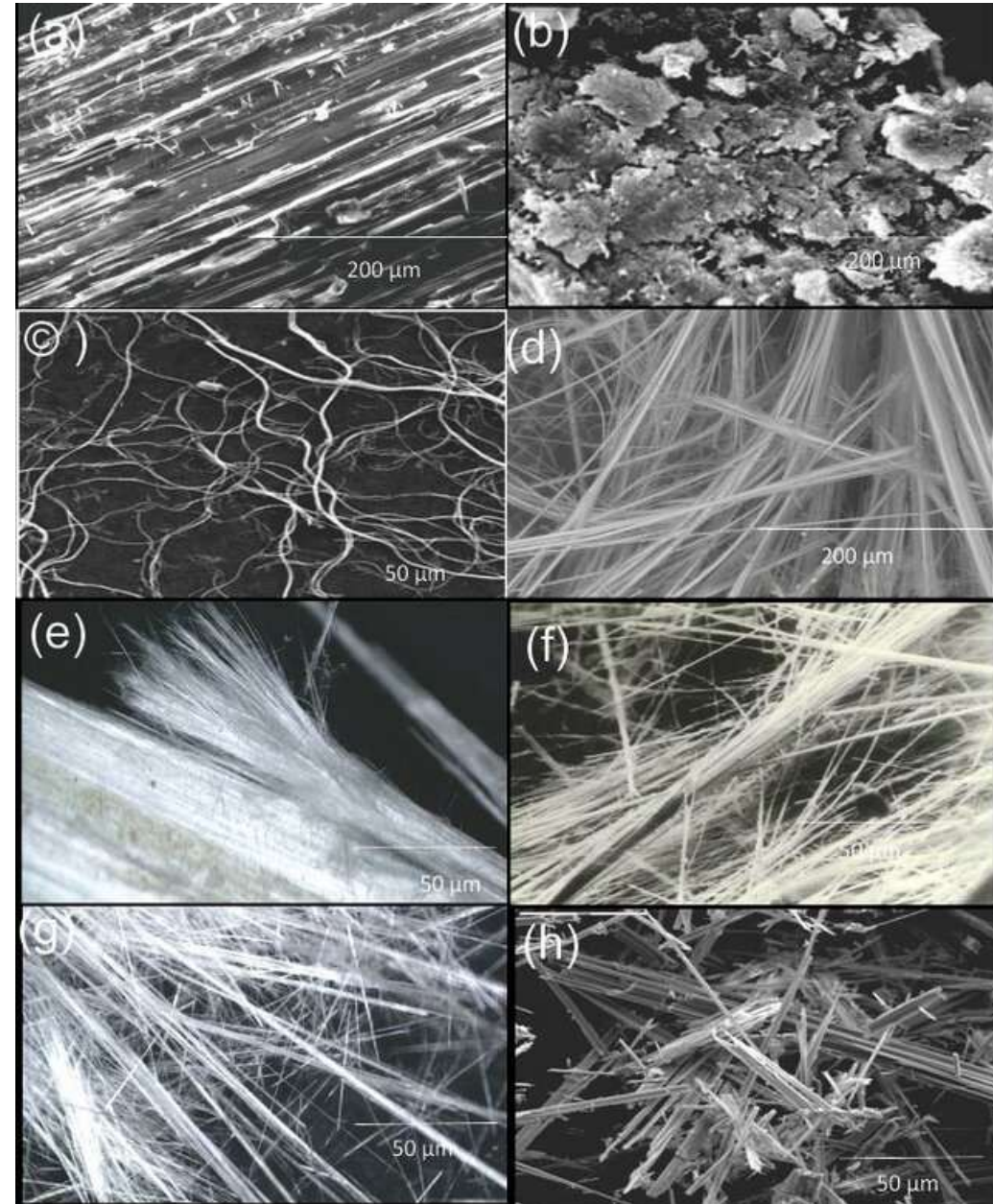
Zdroj: [What Is Asbestos?](#)

Aerosoly v prostředí

➤ *azbest (osinek)*

- zásadní jsou rozměry! → dostatečně malá vlákna na vdechnutí a příliš velká na vydechnutí
- dýchatelná vlákna o průměru $\leq 10 \mu\text{m}$ → nejnebezpečnější: průměr cca $1,5 \mu\text{m}$ a délka $> 5-8 \mu\text{m}$

SEM snímky běžných azbestových surovin: a) antigorit; b) lizardit; c) chryzotil; d) aktinolit; e) amosit; f) krocidolit; g) tremolit; h) antofylit. Zdroj: Fernando, G. W. A. R. & Karunarante, P.C.T. (2015). [*Non-Asbestos form building materials for Sustainable City Planning in Sri Lanka*](#).



Aerosoly v prostředí

➤ *azbest (osinek)*

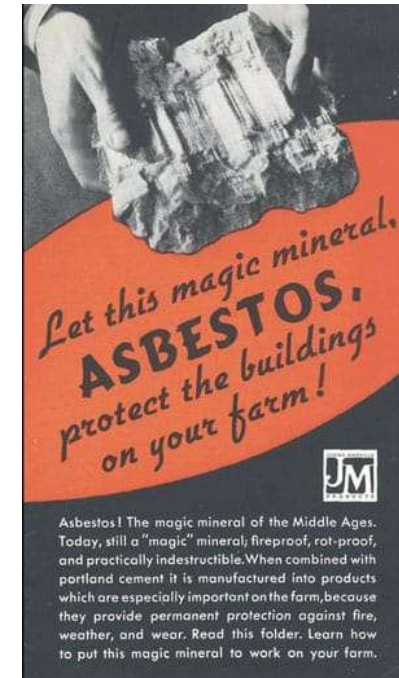
- ČR úplný zákaz výroby a práce s azbestem (vyjma demontáží)
- zdroje: střešní krytiny, stavební materiály, nehořlavé materiály, brzdné destičky, těžba amfibolitu (aktinolit)? → primárně při manipulaci, řezání...



**POZOR
OBSAHUJE
AZBEST**

Vdechování azbestového
prachu je zdraví
nebezpečné

Dodržujte bezpečnostní
pokyny



Aerosoly v prostředí

➤ *azbest (osinek)*

- zdravotní rizika: plicní onemocnění (kouření!) – rakovina plic, mezoteliom, azbestóza; rakovina vaječníků, rakovina hrtanu; souvislost se vznikem rakoviny hltanu, žaludku či kolorekta
- ochrana: zamezení manipulace či poškození materiálu, **likvidace odborníky**, ochranné pomůcky



Zdroje: dopareal.cz; azbestop.cz

Aerosoly v prostředí

➤ *Pesticidy*

- ve formě aerosolů nebo VOC
- zdroje: externí zdroje, použití v domácnosti, rezidua v budovách
- zdravotní rizika: podráždění dýchacích cest a očí, chronická expozice - poškození CNS, jater, ledvin, endokrinního systému
- ochrana: správné používání, míchání/ředění venku, ventilace



Indoor Pesticide Misuse Cases

Bench-Scale Decontamination Research

Pesticide Contamination

Excessive Amounts and/or High Persistence Observed

Cleanup Needed

Return to Normal Use

Malathion

Carbaryl

Fipronil

Permethrin

Deltamethrin

Decontamination Efficacy (%)

Decontamination Solution	Stainless Steel	Plywood	Vinyl
CP200	100	90	100
Sterlin	100	90	100
SpotGon	20	45	5
bleach	100	100	100

Zdroj: L. Oudejans a kol.: Remediating Indoor Pesticide Contamination from Improper Pest Control Treatments: Persistence and Decontamination Studies, *Journal of Hazardous Materials* 397 (2020).

Aerosoly v prostředí

➤ *Těžké kovy*

- nejčastěji součást prachu
- příp. ve formě plynu přímo v atmosféře
- pracovní prostředí – specifické podmínky (metalurgické závody, těžba/zpracování rud, spalování fosilních paliv aj.)



Těžba rudy olova a následné zpracování.

Zdroj: nuclead.com

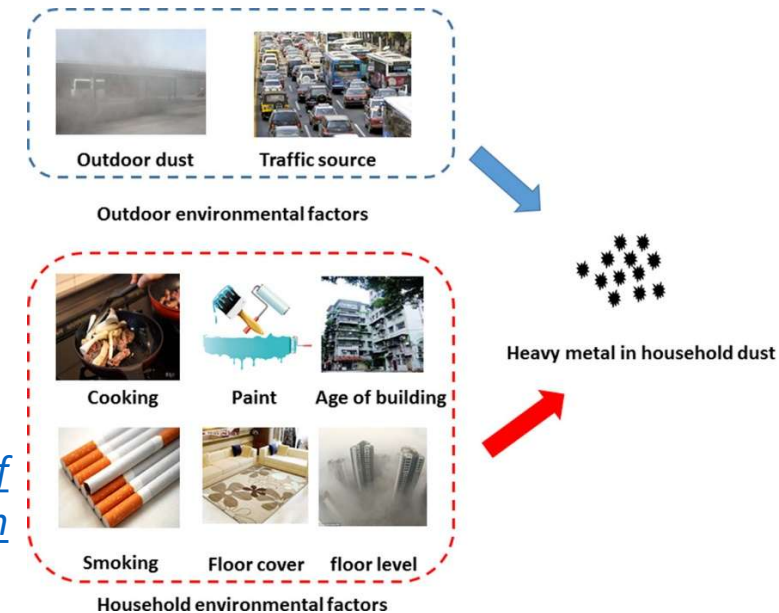
Aerosoly v prostředí

➤ Těžké kovy

- domácnosti – externí i interní zdroje (bižuterie, plasty, elektronika, spalování pevných paliv, stavební materiály..), např.:
 - ✓ Pb – v nátěrových barvách
 - ✓ Hg – stará zařízení (zářivky, teploměry)
 - ✓ Cd – cigaretový kouř, pesticidy, pigmenty v barvách, hnojiva
 - ✓ As – cigaretový kouř, pesticidy

Hlavní zdroje TK v domácnostech.

Zdroj: Z. Cheng a kol.: [*Characteristics and health risk assessment of heavy metals exposure via household dust from urban area in Chengdu, China*](#). *Science of The Total Environment* 619–620 (2018).



Aerosoly v prostředí



Výsledky studie VŠCHT a Arniky týkající se obsahu těžkých kovů ve VP v Praze.

Zdroj infografiky – denik.cz

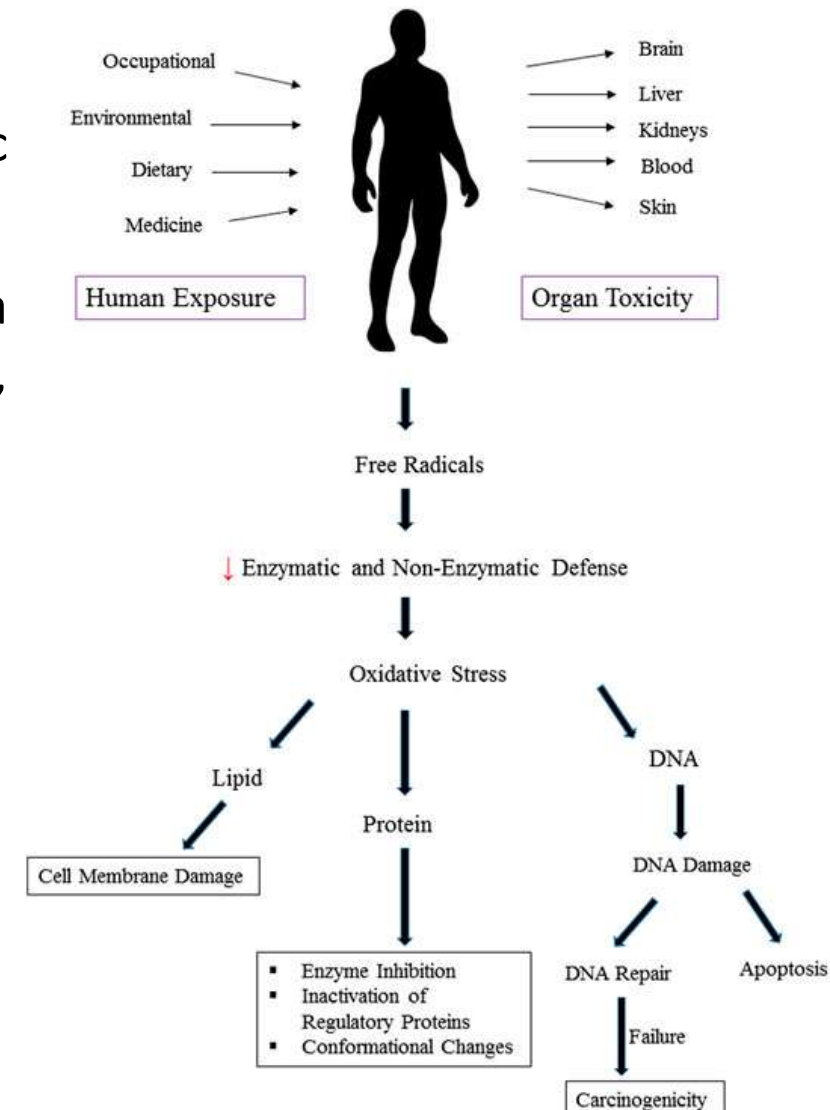
Aerosoly v prostředí

➤ Těžké kovy

- zdravotní rizika: vliv na CNS, poškození jater, ledvin, plic nebo trávicího ústrojí, zvýšené riziko vzniku rakoviny
- ochrana: úklid, zeleň před domem, oddělit pracovní a domácí oblečení, eliminovat interní zdroje (kouření, materiály, vybavení...)

Oxidační stres a orgánová toxicita po expozici TK.

Zdroj: M. Balali-Mood a kol.: [Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic](#). Front. Pharmacol. 12 (2021).



Toxic metal	Organ toxicity	Disrupted macromolecule/mechanism of action	References
Mercury (Hg)	- CNS injuries - Renal dysfunction - GI ulceration - Hepatotoxicity	- Thiol binding (GSH conjugation) - Enzymes inhibition - ROS production - Aquaporins mRNA reduction - Glutathione peroxidase inhibition - Increased c-fos expression	Cheng et al., 2006; Bottino et al., 2016; Chen R. et al., 2019; Zhang et al., 2020
Lead (Pb)	- CNS injury - Lungs dysfunction - Hematological changes (Anemia) - GI colic - Liver damage - Reduced pulmonary function - Cardiovascular dysfunction	- Increased inflammatory cytokines IL-1β, TNF-α, and IL-6 in the CNS - Increased serum ET-1, NO, and EPO - Inactivation of δ-ALAD and ferrochelatase (inhibition of heme biosynthesis) - Reduced GSH, SOD, CAT, and GPx levels	Struzynska et al., 2007; Dongre et al., 2011; Wang et al., 2013; Boskabady et al., 2016
Chromium (Cr)	- Kidney dysfunction - GI disorders - Dermal diseases - Increasing the incidence of cancers including lungs, larynx, bladder, kidneys, testicular, bone, and thyroid	- DNA damage - Genomic instability - Oxidative stress and ROS generation	Deng et al., 2019; Pavesi and Moreira, 2020
Cadmium (Cd)	- Degenerative bone disease - Kidney dysfunction - Liver damage - GI disorders - Lungs injuries - Disorders in the metabolism of Zn and Cu - Cancer	- miRNA expression dysregulation - Apoptosis - Endoplasmic reticulum stress - Cd-MT absorption by the kidneys - Dysregulation of Ca, Zn, and Fe homeostasis - Low serum PTH - ROS generation - Altered phosphorylation cascades	Schutte et al., 2008; Pan et al., 2013; Pi et al., 2015; Fay et al., 2018; Wang Y. et al., 2018
Arsenic (As)	- Cardiovascular dysfunction - Skin and hair changes - CNS injury - GI discomfort - Liver damage	- Damage of capillary endothelium - Thiol binding (GSH conjugation) - Uncoupler of oxidative phosphorylation (inhibition of ATP formation) - Alterations in neurotransmitter homeostasis	Jolliffe et al., 1991; Luo et al., 2012; Shen et al., 2013

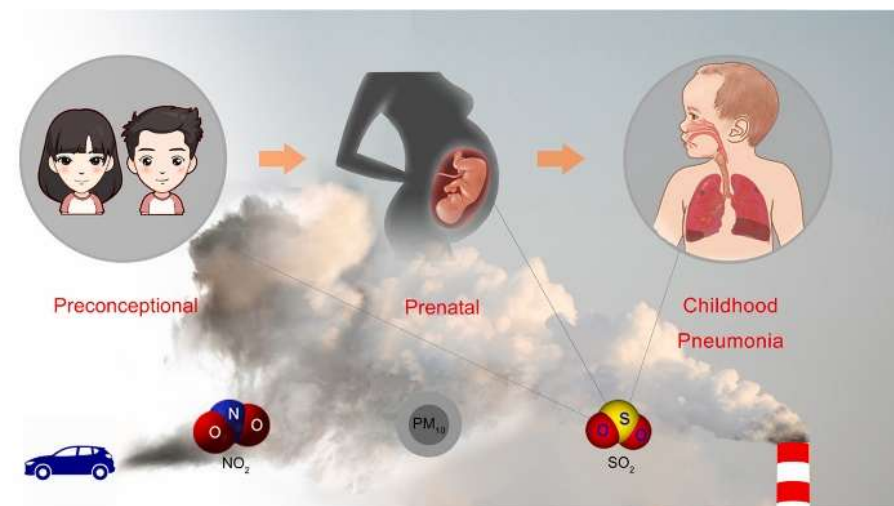
Zdroj: M. Balali-Mood a kol.: [Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium, and Arsenic](#). Front. Pharmacol. 12 (2021).

Plynné anorganické polutanty a aerosoly

➤ *ohrožené skupiny*

- lidé s onemocněním kardiovaskulárního a dýchacího systému (astmatici)
- starší osoby
- děti
- těhotné ženy – riziko pro dítě

Pollutant	Guideline ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Exposure duration
PM _{2.5}	10	Annual mean
	25	24-h mean
PM ₁₀	20	Annual mean
	50	24-h mean
Ozone	100	8-h mean
Nitrogen dioxide	40	Annual mean
	200	1-h mean
Sulfide dioxide	20	24-h mean
	500	10-min mean



Zdroj: C. Lu a kol. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 210 (2021).

Doporučené maximální hodnoty látek v prostředí dle WHO (2005).

Převzato z: R. Kishi, D. Norbäck, A. Araki (Eds.): [*Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All*](#). Springer Nature, Singapore, 2020.

Plynné polutanty - organické

➤ VOC

„V domě jsme položili vinylovou podlahu, a mám podlomené zdraví,“ říká chalupářka

S novým linem, kobercem či kusovým nábytkem si lidé občas do domácnosti přinesou i chemikálie, které mohou poškodit jejich zdraví. Ekonews si vyslechla příběhy lidí, kteří tuto zkušenost mají. Navíc se přesvědčili, že je zákony a normy před jedy v domácnostech nedokážou spolehlivě ochránit. Závazné limity totiž existují jen pro některé vnitřní prostory, například školy či nemocnice.

Lucie a Karel si před dvěma lety na Jindřichohradecku postavili dům a t v něm budou chalupařit a občas pohlídají vnoučata. Ve dvou místnostech jako podlahovou krytinu položit vinyl, v ložnici a pracovně, a to v kombinaci s podlahovým topením.

Po dokončení domu si ale pár, který si nepřál zveřejnit celá svá jména, p v pokojích s podlahovým topením všiml výrazného zápachu. Připisoval novoty“, větrali a mysleli si, že brzo vyvane. To se ale nestalo. Navíc po pobyту v domě Lucie trpěla ostrými bolestmi hlavy, záněty dutin, dráždi a bolestí žaludku.

„Po téměř dvou letech se problémy vystupňovaly. Proto jsme se obrátili na Státní zdravotní ústav, který v domě provedl měření látek v ovzduší (redakce Ekonews má protokol k dispozici, pozn. aut.). Byly naměřeny značně zvýšené koncentrace látek xylen a styren, a to více než dvojnásobně oproti referenčnímu limitu,“ říká Lucie.

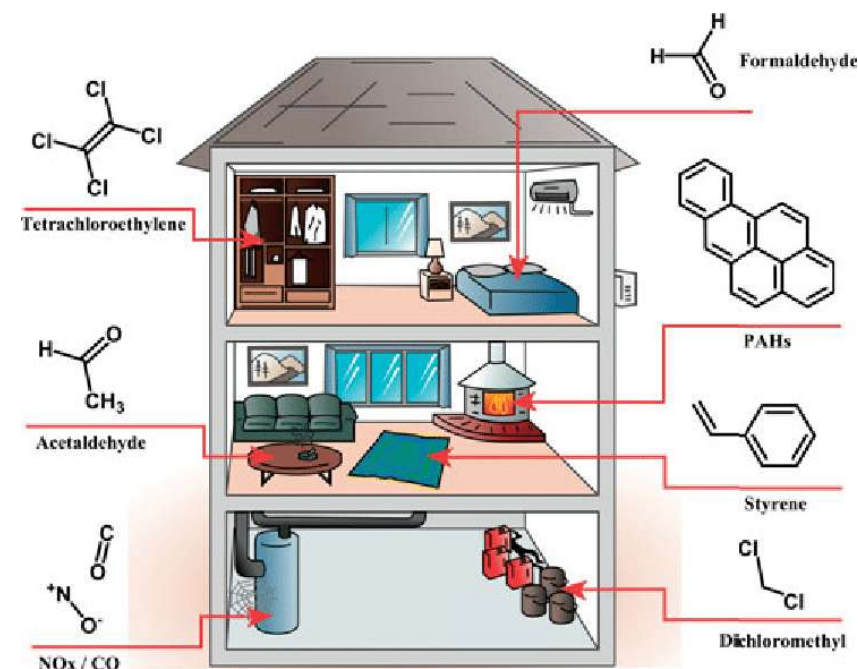
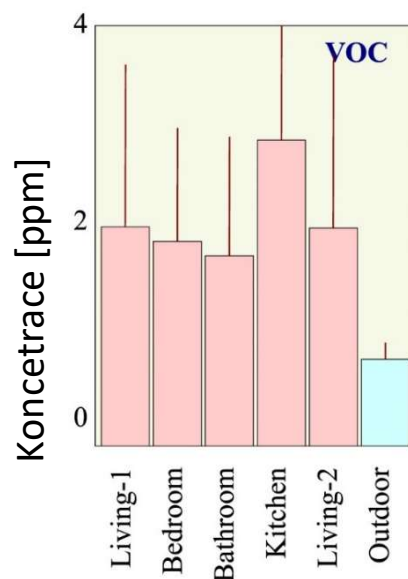
Ivana Hrubcová ze Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem z Oddělení faktorů prostředí poslala společně s protokolem následující vyjádření: „Nalezené chemické látky v ovzduší by mohly ukazovat na problém s lepidlem pod PVC, které se zahřívá působením podlahového topení a uvolňují se organické látky. Limity jsou překročeny a pobyt v místnosti může způsobovat osobám problémy. Vyhláška č.6/2003 je určena pro bytové místnosti, nezahrnuje byty, ale je to vodítko pro hodnocení. Konkrétně na byty není legislativa stanovena.“

Zdroj: [Ekonews.cz](https://ekonews.cz)

Plynné polutanty - organické

➤ VOC

- zdroje: nábytek, podlahové krytiny, nátěry, rozpouštědla, plasty, ZP, čisticí a kosmetické prostředky, pesticidy, osvěžovače vzduchu, stavební materiály, lepidla, externí zdroje...
- koncentrace 2-5× ↑ in- než outdoor



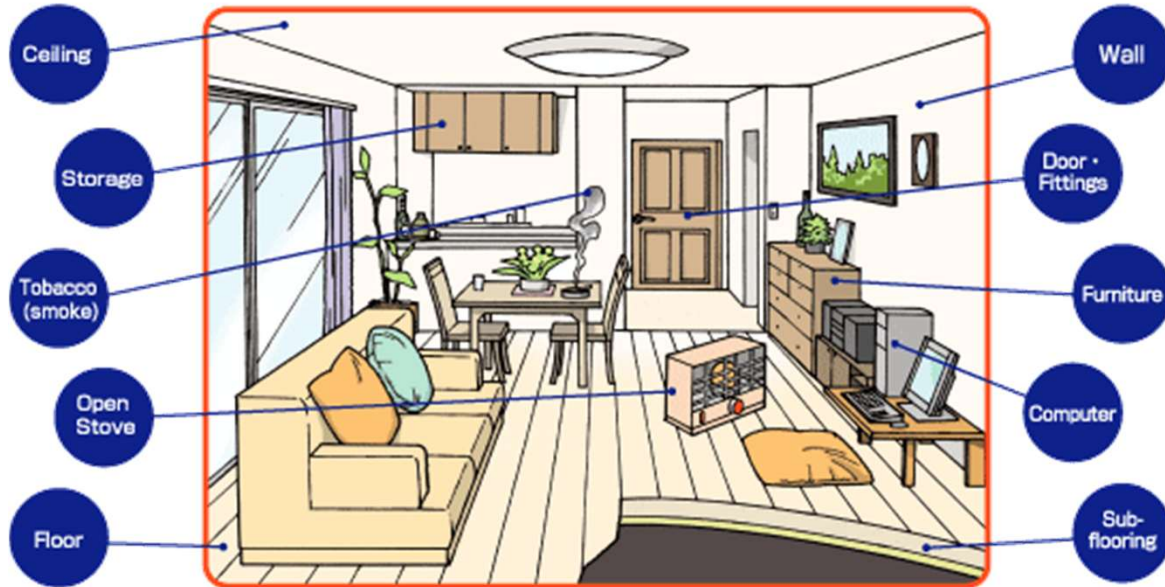
Průměrné koncentrace celkových VOC v bytě v Pekingu. Typy VOC a jejich zdroje.

Zdroje: G. Shen a kol.: [Quantifying source contributions for indoor CO₂ and gas pollutants based on the highly resolved sensor data](#), Environ. Poll. 267 (2020). B. Stefanov: [Photocatalytic TiO₂ thin films for air cleaning: Effect of facet orientation, chemical functionalization, and reaction conditions](#) (2015). Disertační práce.

Plynné polutanty - organické

➤ VOC - formaldehyd

- jeden z nejběžnějších indoor polutantů
- zdroje: pryskyřice (dřevotříska, překližky, dřevovláknité mat.), stavební materiály a izolace, lepidla, barvy, nátěry, laky, hnojiva, kouření....

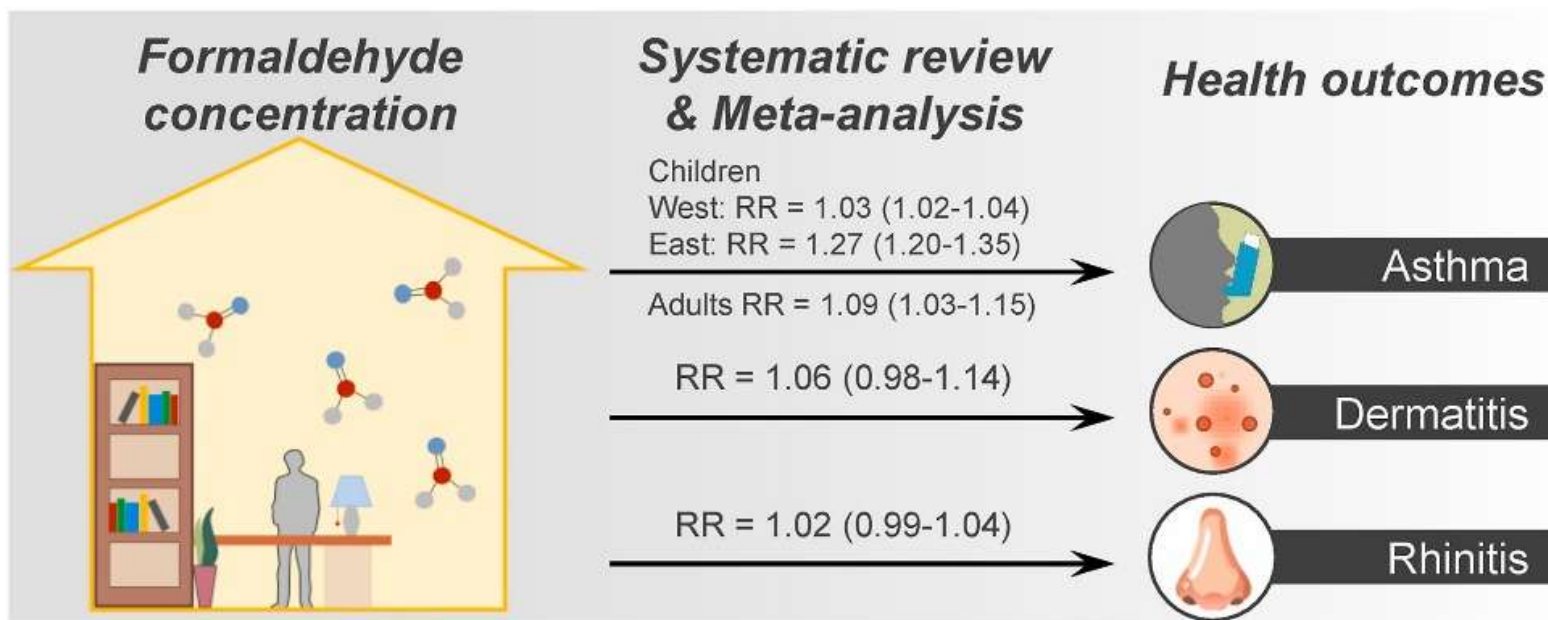


Zdroje: rv.org; novinky.cz

Plynné polutanty - organické

➤ VOC - formaldehyd

- zdravotní rizika: podráždění kůže, očí a dýchacích cest, zhoršení astmatu, při vyšších dlouhodobých expozicích až rakovina nosohltanu (dle [IARC](#))



Znázornění výsledků z přehledové studie vlivu formaldehydu na lidské zdraví z období 1980-2017.

Zdroj: N. Liu a kol.: Health effects of exposure to indoor formaldehyde in civil buildings: A systematic review and meta-analysis on the literature in the past 40 years, Build. Environ. 233 (2023).

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – formaldehyd

- ochrana: vhodný výběr materiálů, větrání, výběr vybavení, odstraňování z prostředí (↓ pasivně/→ [aktivně](#)) ...

Jak Activ'Air čistí vzduch

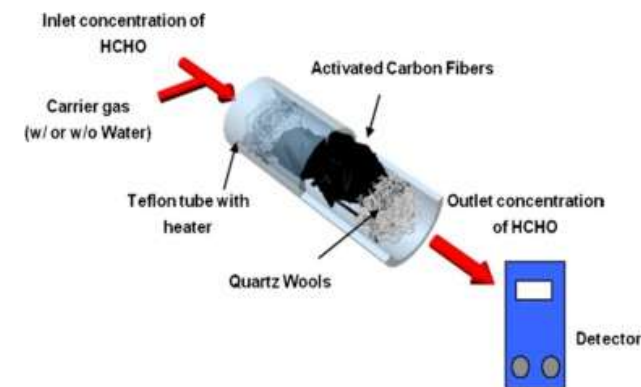
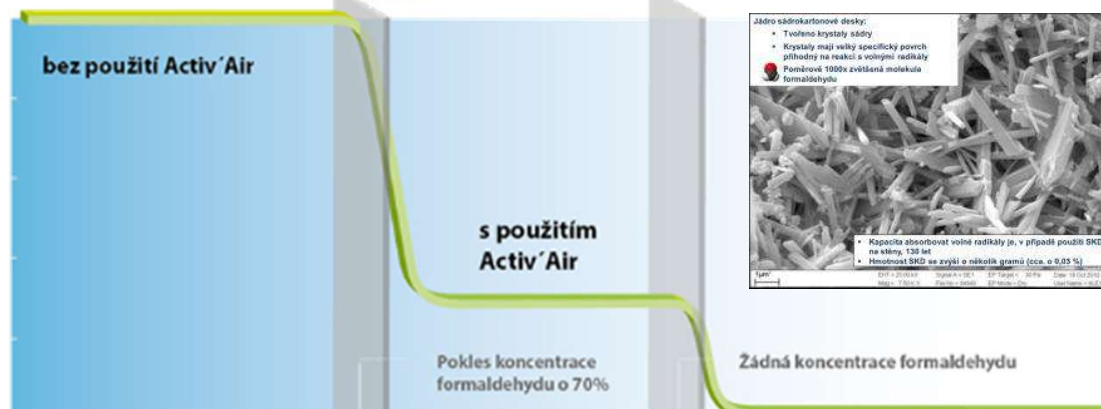
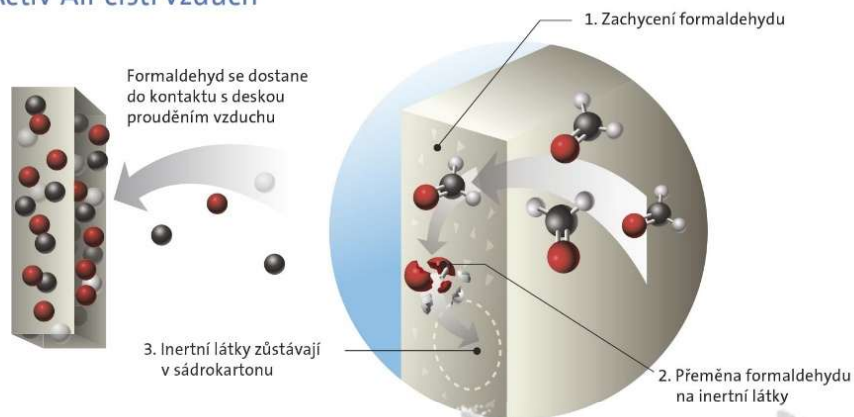


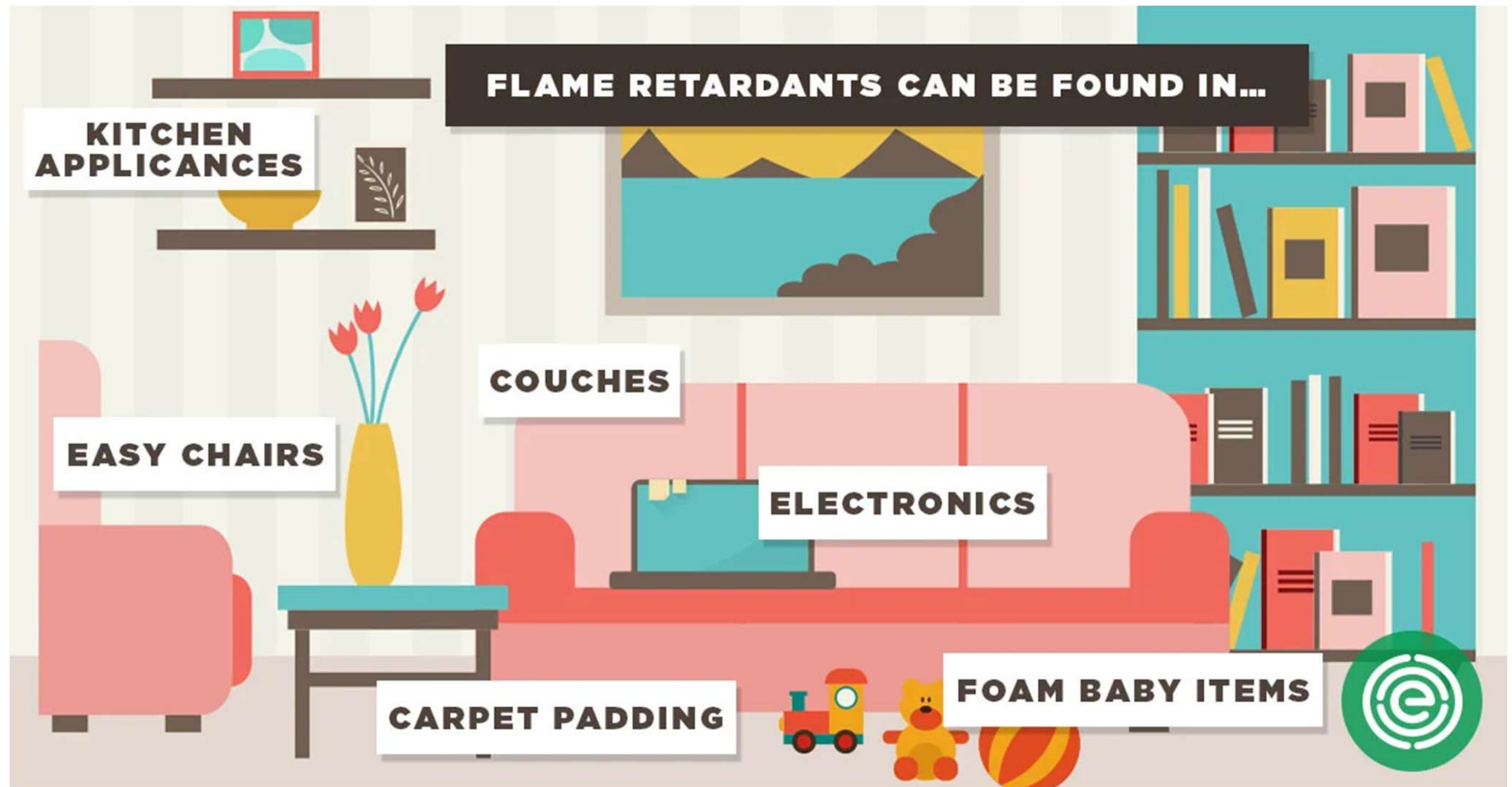
Schéma uspořádání experimentu pro adsorpci formaldehydu.

Princip fungování komerčně dostupných sádrokartonových desek využitelných pro snižování formaldehydu.

Zdroj: rigips.cz/activ-air/

Plynné polutanty - organické

➤ *VOC – zpomalovače hoření*

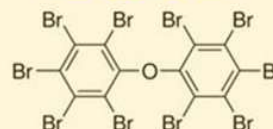


Plynné polutanty - organické

➤ VOC – zpomalovače hoření

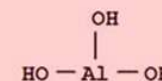
- základní dělení: anorganické, halogenované, na bázi fosforu nebo dusíku, nanomateriály
- 85 % využito v plastech
- ads. na pevné částice – součást prachu → často toxické, POPs

Halogenated flame retardants



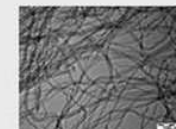
Decabromodiphenylether

Inorganics/Minerals



Aluminium hydroxide

Nanomaterial



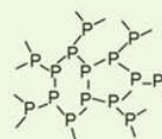
Carbon nanotubes

Příklady zástupců z jednotlivých skupin zpomalovačů hoření.

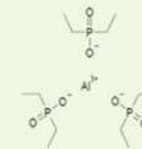
Zdroj: K. Aschberger a kol.: Chemical alternatives assessment of different flame retardants – A case study including multi-walled carbon nanotubes as synergist,

Environ. Internat. 101 (2017).

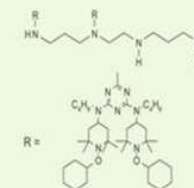
Nitrogen or phosphorous based FR



Red phosphorus



Aluminium diethylphosphinate

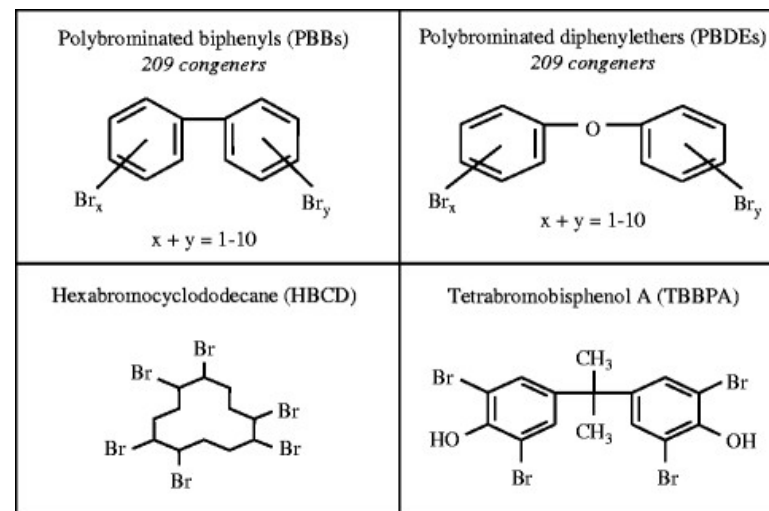


N-alkoxy hindered amine reaction product

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – BFR (*brominated flame retardants*)

- účinné
- zdroje: textilie, nábytek, elektronika
- PBDE, PBB, PBBP, HBCD
- POPs, bioakumulace
- ve všech složkách ŽP

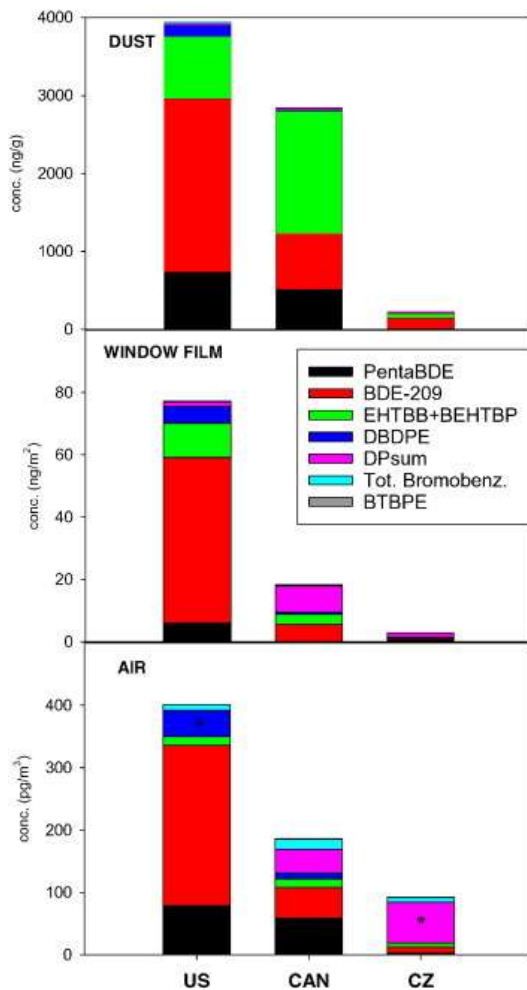


Zdroj: D. Barceló, A. G. Kostianoy (eds.): *The Handbook of Environmental Chemistry 16* (2010), Springer.

- do org. při kontaktu s kůží, vdechem nebo konzumací potravy
- zdravotní rizika: endokrinní disruptory, vliv na imunitu, podezření na karcinogenitu
- opatření: snižování obsahu v produktech (legislativa), výběr vybavení s ↓ obsahem

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – BFR (brominated flame retardants)



- 63 domácností
- jaro/léto 2013
- pasivní vzorkovače
- žádné trendy v jednotlivých místnostech
- výsledky korelují s geografickými trendy

Výsledky studie obsahu BFR ve VP v USA, Kanadě a ČR.

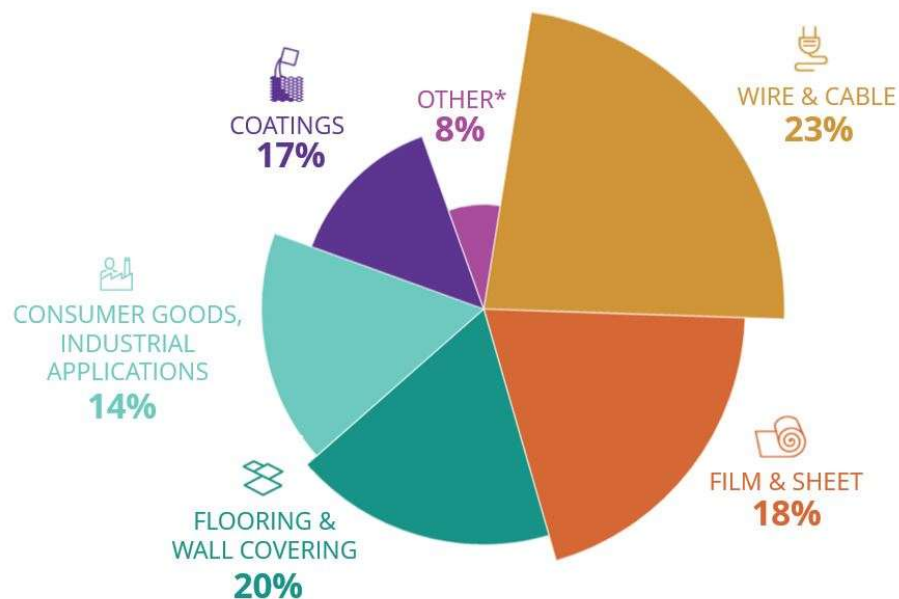
Zdroj: M. Venier a kol.: [Brominated flame retardants in the indoor environment — Comparative study of indoor contamination from three countries](#). *Environment International* 94 (2016).

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – změkčovadla plastů

- dodávají plastům/polymerům tvárnost a ohebnost, ↓viskozitu
- nejběžněji využívané estery – ftaláty, adipáty, citráty, benzoáty, sebakáty...
- 85 % změkčovadel se spotřebuje pro výrobu PVC (ftaláty!)

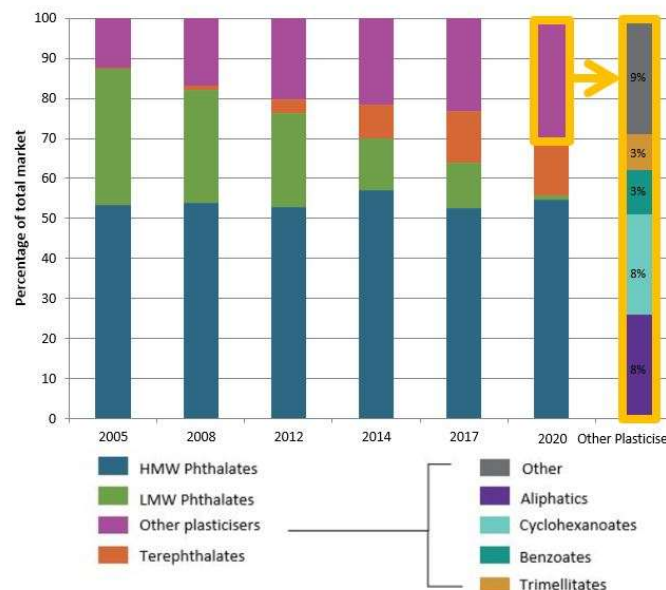
EUROPE'S PLASTICISERS USE (2020)



*Other: elastomers, surface coatings, rubber compounds and medical applications

Source: 2020 IHS and European Plasticisers estimates

EUROPEAN MARKET TRENDS (2020)

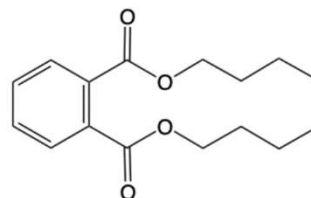


Source: 2020 IHS and European Plasticisers estimates

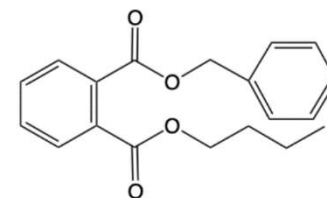
Plynné polutanty - organické

➤ VOC – ftaláty

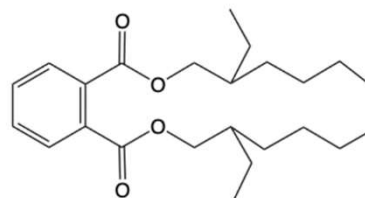
- nejsou v materiálu pevně vázané → uvolňují se
- příjem vdechováním, potravou, trandermálně
- zdroje: podlahové krytiny, elektronika, obalové materiály, kosmetika, plastové výrobky (omezení v hračkách a dětských produktech) → součást vzduchu nebo adsorpce na prachové částice



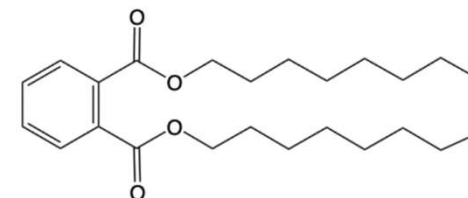
DBP



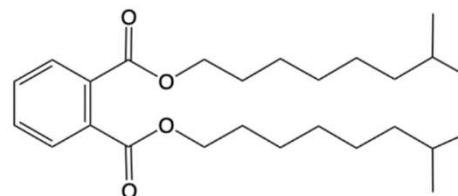
BBP



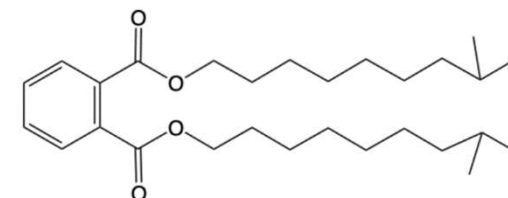
DEHP



DnOP



DINP



DIDP

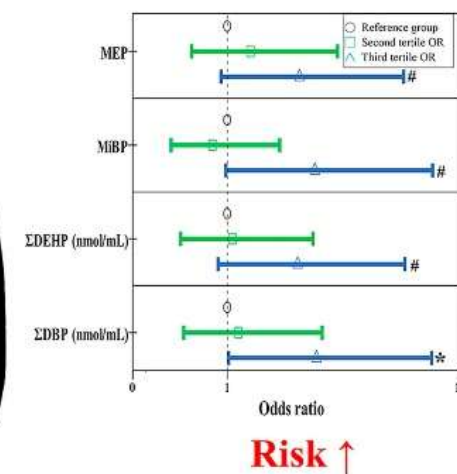
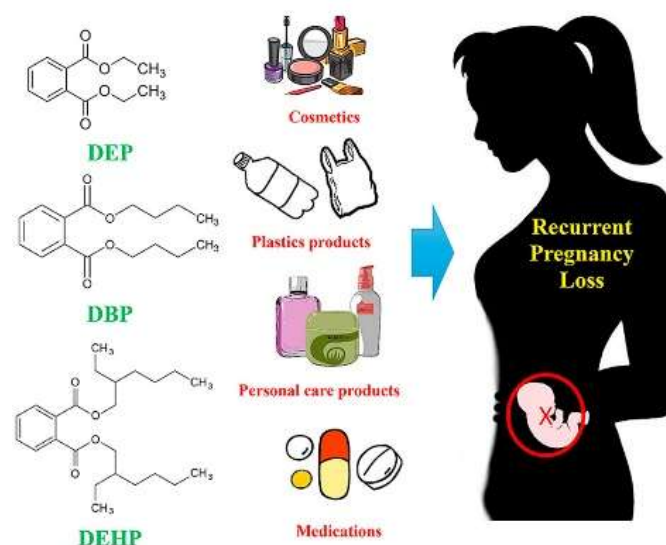
Struktura ftalátů používaných jako změkčovadla PVC.
dibutylftalát (DBP); benzylbutylftalát (BBP); di-2-ethylhexylftalát (DEHP); di-n-oktylftalát (DnOP); diisononylftalát (DINP); diisodecylftalát (DIDP)

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – ftaláty

- chronická toxicita – **endokrinní disruptory** – neplodnost a poškození reprodukčních orgánů, potraty; negativní dopad na ledviny, játra, krevní oběh; zvýšené riziko alergií a ekzémů; vliv na CNS...
- rizikové skupiny: těhotné ženy, děti (chlapci!), starší a chroničtí nemocní lidé

Pozn.: bis(2-ethylhexyl)-ftalát (DEHP), dibutyl-ftalát (DBP), benzyl-butyl-ftalát (BBP) a diisobutyl-ftalát (DIBP) – omezení v některých produktech na území EU (hračky, elektronika, dětské zboží, kosmetika)

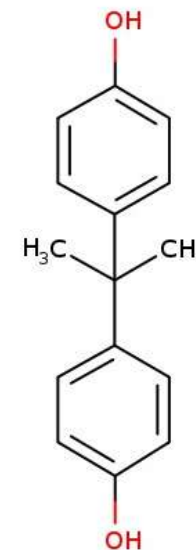


Zdroj: K.-W. Liao a kol.: [Increased risk of phthalates exposure for recurrent pregnancy loss in reproductive-aged women](#), *Environmental Pollution* 241 (2018) 969.

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – bisfenol A (BPA)

- surovina pro výrobu polykarbonátových plastů a epoxidových pryskyřic; součást ochranných laků (plechovky), termopapíru (EU zákaz 2020)
- zdroje: plastové výrobky, lepidla, tmely, obaly potravin, podlahové krytiny, termopapír, bankovky
- příjem: potravou, vdechováním, trandermálně
- zákaz v některých produktech (dětské lahve - 2011) – náhrady obdobné vlastnosti! → **dostatečně prověřené náhrady!**

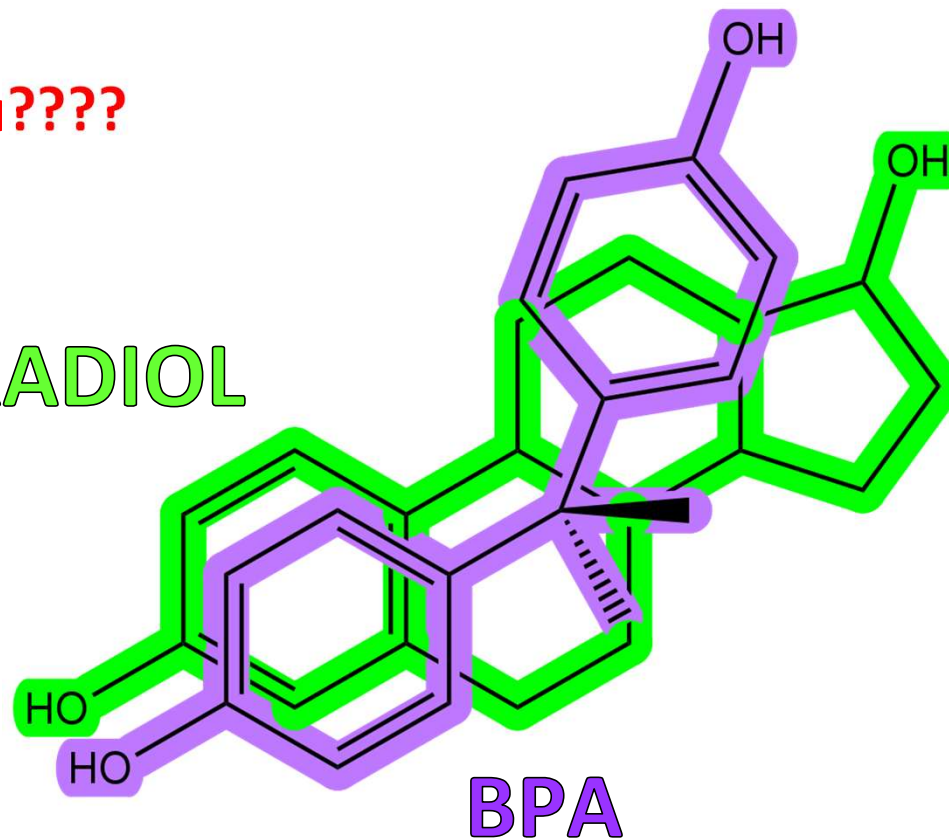


Plynné polutanty - organické

➤ VOC – bisfenol A (BPA)

- působení BPA v organismu????

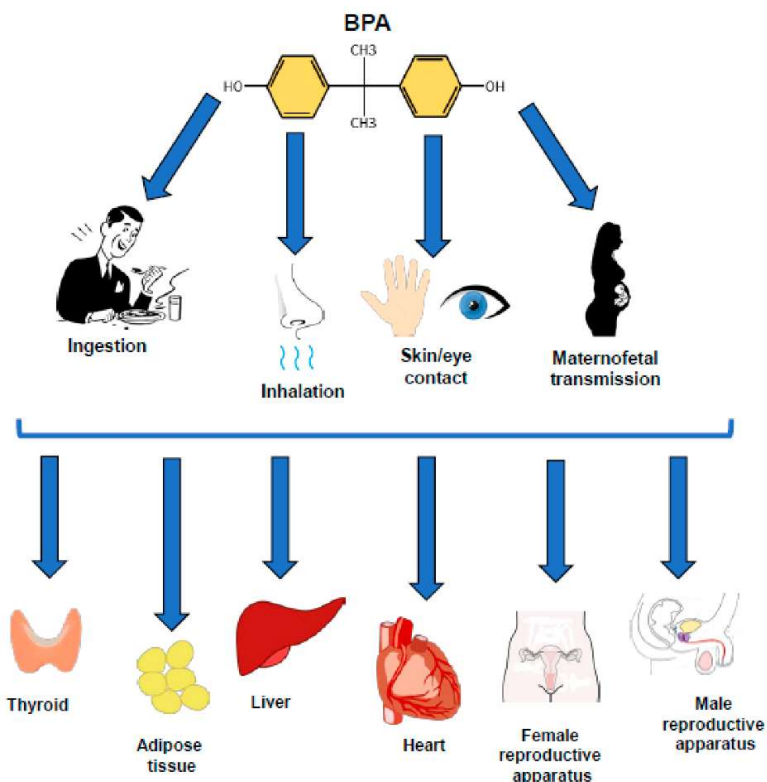
B-ESTRADIOL



Plynné polutanty - organické

➤ VOC – bisfenol A (BPA)

- chronická toxicita – **endokrinní disruptor** (xenoestrogen) – reprotoxická (M i Ž), riziko vzniku insulinové rezistence a cukrovky, vliv na imunitní a kardiovaskulární systém, poškození DNA, snižuje účinky cytostatik



Zdroj: Cimmino I. a kol.: [Potential Mechanisms of Bisphenol A \(BPA\) Contributing to Human Disease](#). *Int. J. Mol. Sci.* 21 (2020), 5761.

Plynné polutanty - organické

➤ *VOC – bisfenol A (BPA)*

- **TDI** = tolerably daily intake **pro BPA přijaté** [EFSA](#) (European Food Safety Authority):
2015: TDI = 4 µg/kg of bw/day
2023: TDI = 0,2 ng/kg of bw/day →→ 20 000× snížení TDI za 8 let!
- [studie](#): průměrné hodnoty přijatého BPA dýcháním vzduchu ve vnitřním prostředí (součást prachu) pro dospělé a děti byly v rozmezí 0,35 – 5,63 ng/kg of bw/day

Arch Environ Contam Toxicol (2011) 61:68–73
DOI 10.1007/s00244-010-9634-y

Occurrence of Bisphenol A in Indoor Dust from Two Locations in the Eastern United States and Implications for Human Exposures

Sudan N. Loganathan • Kurunthachalam Kannan

Plynné polutanty - organické

➤ VOC – bisfenol A (BPA)

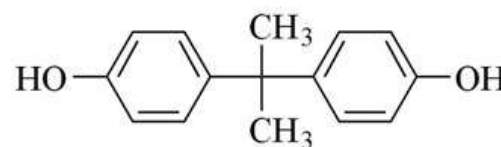
• obsah BPA v materiálu určeném pro styk s potravinami:

- ✓ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 10/2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami
- ✓ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2018/213 o použití bisfenolu A v lacích a nátěrových hmotách určených pro styk s potravinami a o změně nařízení (EU) č. 10/2011, pokud jde o použití uvedené látky v materiálech z plastů určených pro styk s potravinami

2011: 0,6 mg/kg

2018: 0,05 mg/kg

→→ 12× snížení limitu za 7 let!



Zdroj: eurolab.com

Odérová složka

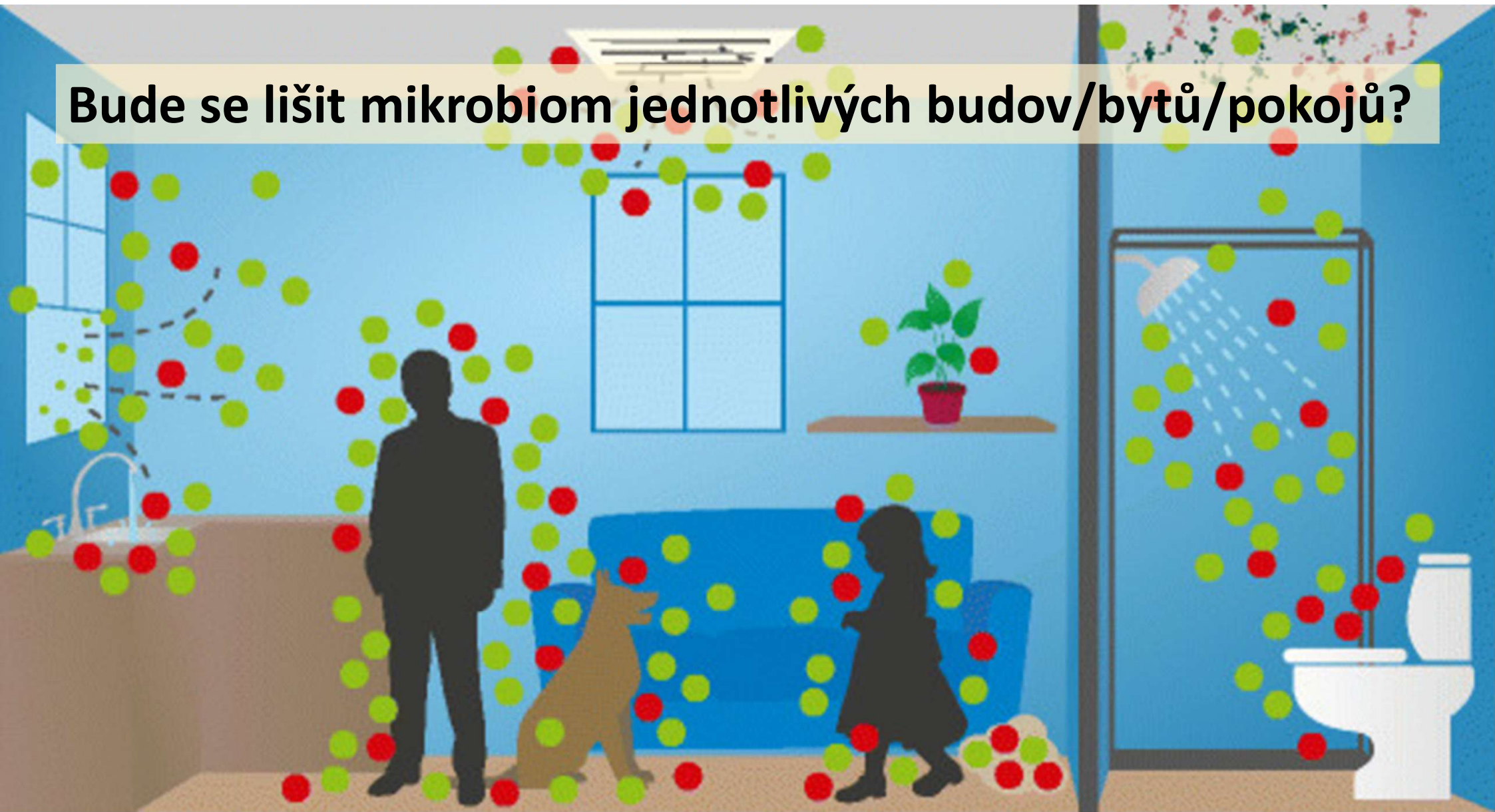
➤ **odérové látky (odéry)** = plynné složky v ovzduší vnímané jako pachy

- zápach vs. vůně
- obtížná kvantifikace – individuální
- AL i OL

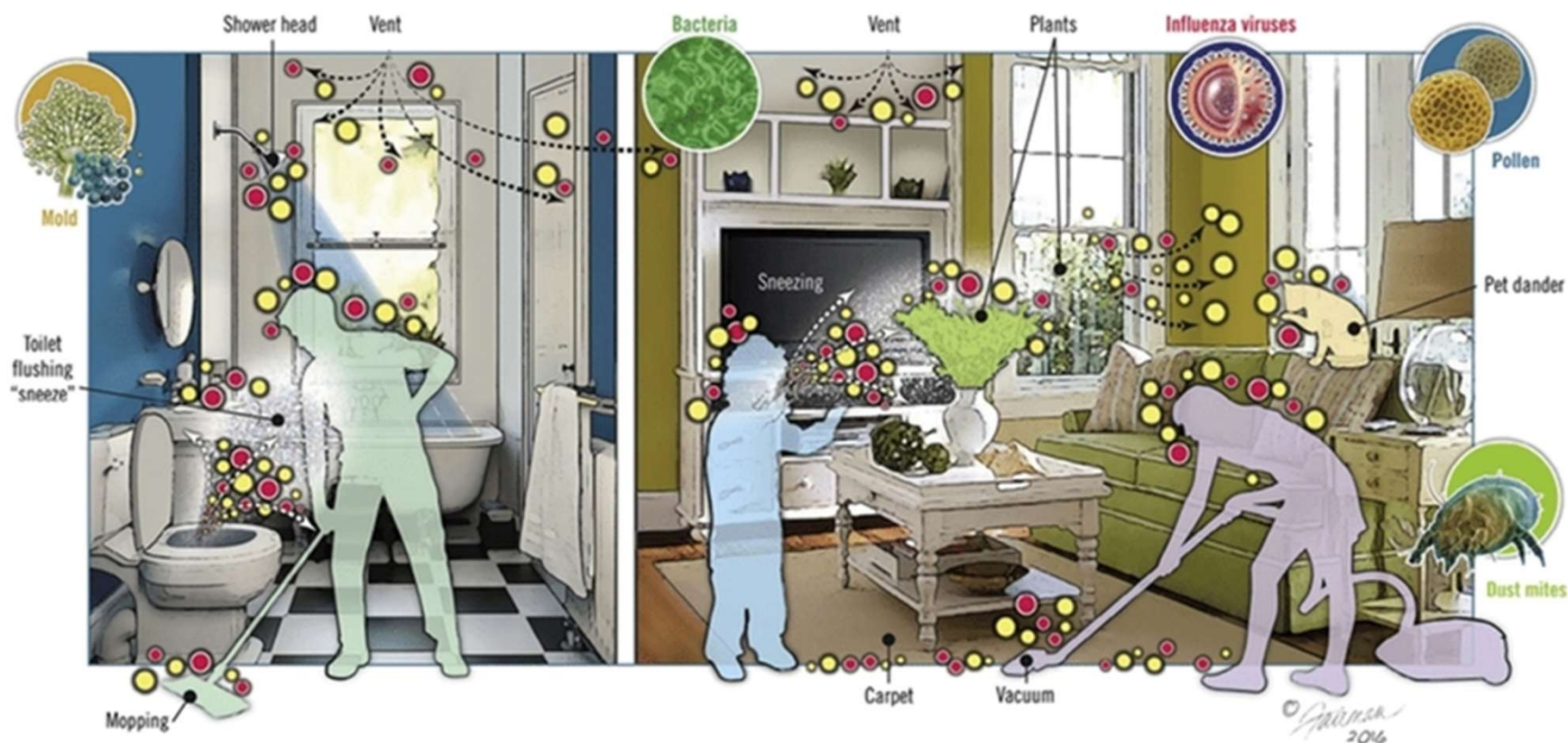


- zdroje: přítomnost a/nebo činnost člověka, materiály v interiéru, čisticí a kosmetické prostředky, domácí mazlíčci, externí zdroje
- působení: osvěžující a uklidňující až otupující či vyvolávající nevolnost
- regulace: zásah do zdroje odérů nebo do pole přenosu (filtrace, deodorizace, ionizace...)

Bude se lišit mikrobiom jednotlivých budov/bytů/pokojů?



Vnitřní prostředí – biologické vlastnosti/znečištění

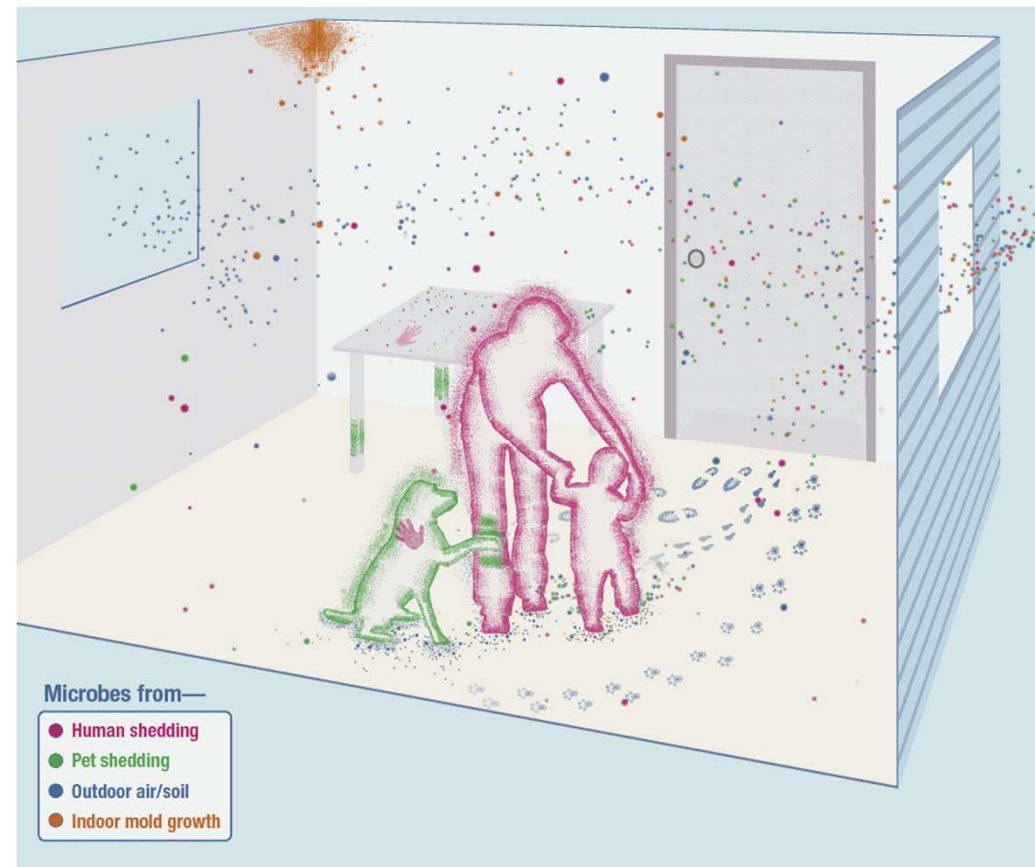


Mikrobiální mikroklima

- každá budova má svůj specifický **mikrobiom** – bakterie, viry, plísně a jejich spóry, mykotoxiny, alergeny aj. → neškodné až patogenní
- **zvýšený zájem** - ↑ alergií, šíření (respiračních) onemocnění, specifické požadavky na pracovní prostředí
- zásadní v případě SBS
- ovlivněno TVM

Zdroje mikroorganismů v prostředí.

Zdroj: [The Indoor Microbiome \(epa.gov\)](http://TheIndoorMicrobiome.epa.gov)



Mikrobiální mikroklima

THE RELATIVE SIZE OF PARTICLES

From the COVID-19 pandemic to the U.S. West Coast wildfires, some of the biggest threats now are also the most microscopic.

A particle needs to be 10 microns (μm) or less before it can be inhaled into your respiratory tract. But just how small are these specks?

Here's a look at the relative sizes of some familiar particles »



SOURCES Clearstream, Daniel Loberbey, EPA, Financial Times, News Medical, Science Direct, SCMP, Susan Sokolowski, Petroclear, U.S. Dept. of Energy
COLLABORATORS RESEARCH • WRITING Carmen Ang, Iman Ghosh | DESIGN • ART DIRECTION Harrison Schell

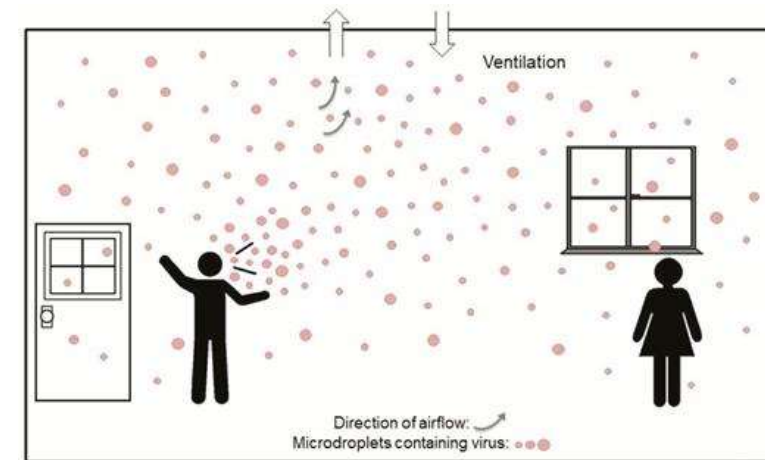
VISUAL CAPITALIST

[f](#) [/visualcapitalist](#) [t](#) [@visualcap](#) [visualcapitalist.com](#)

Mikrobiální mikroklima

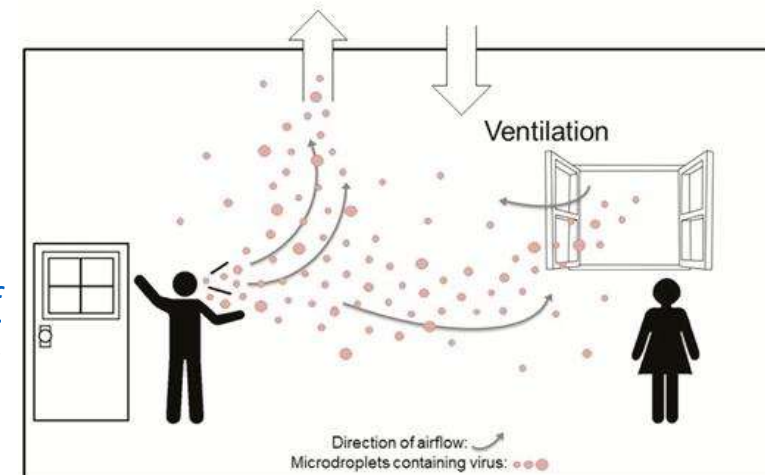
➤ bakterie a viry

- šíření nemocí ve VP dané **TVM**, vlastnostmi budovy a jejím vybavením (klimatizace apod.)
- zdroje: produkované lidmi v místnosti nebo šíření vzduchotechnikou /klimatizací/prouděním vzduchu, z venkovního prostředí, z budovy



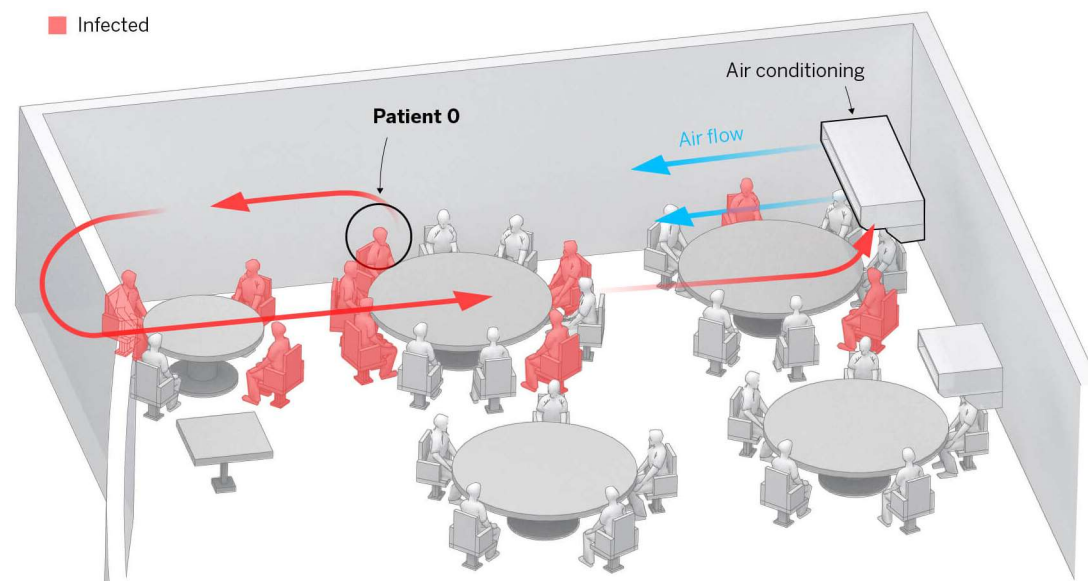
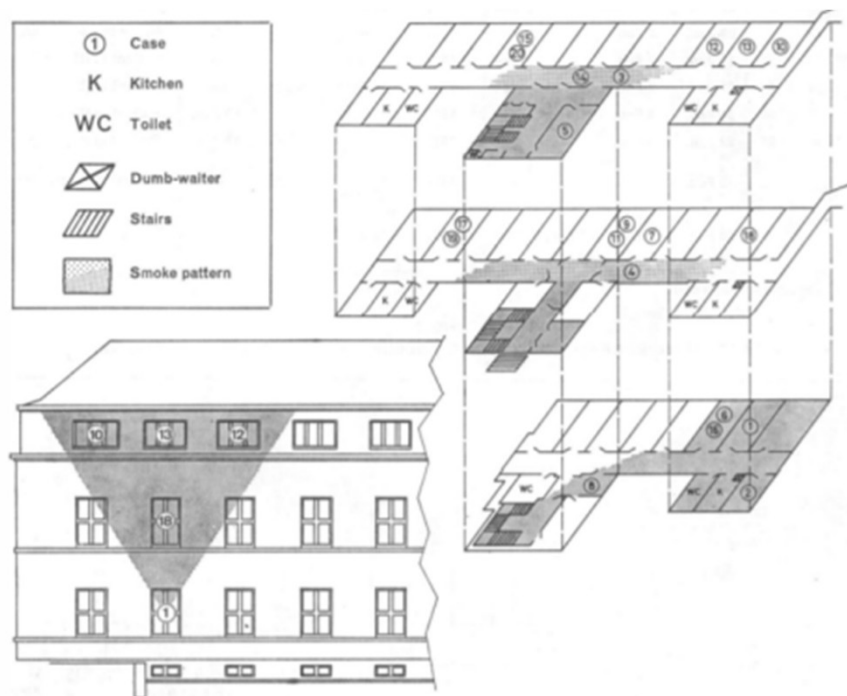
Distribuce kapének ve vnitřním prostředí s (A) nedostatečnou a (B) dostatečnou ventilací.

Zdroj: L. Morawská, D.K. Milton: [It Is Time to Address Airborne Transmission of Coronavirus Disease 2019 \(COVID-19\)](#). *Clinical Infectious Diseases* 71 (2020) 2311-2313.



Mikrobiální mikroklima

➤ bakterie a viry



Šíření pravých neštovic bez přímého kontaktu s nakaženým v nemocnici v Německu (1970), první pacient je označen číslem 1. Zdroj: P.F. Wehrle a kol.: [An airborne outbreak of smallpox in a German hospital and its significance with respect to other recent outbreaks in Europe](#). Bull. World Health. Organ. 43 (1970) 669-679.

Možný přenos Covid-19 v čínské restauraci v důsledku špatného větrání. Zdroj: J. Salas, M. Zafrá: [An analysis of three Covid-19 outbreaks: how they happened and how they can be avoided](#). El País (2020).

Mikrobiální mikroklima

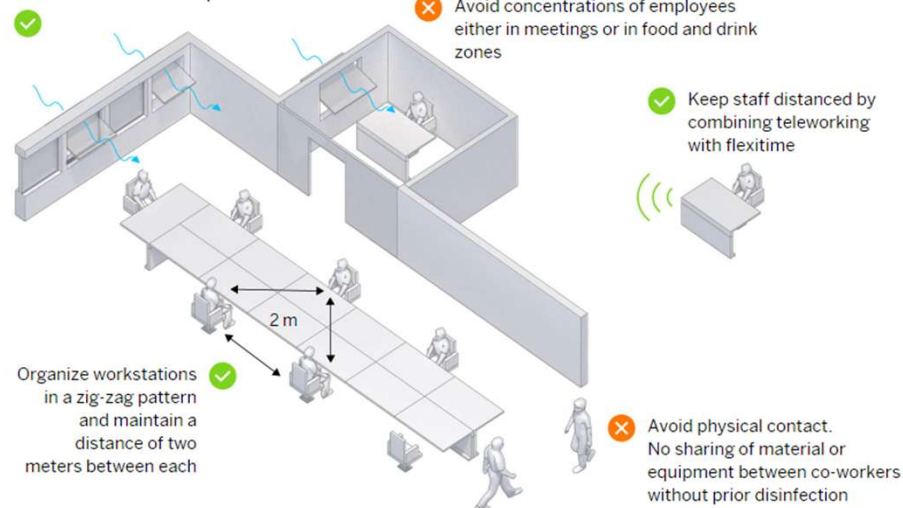
➤ bakterie a viry

• opatření:

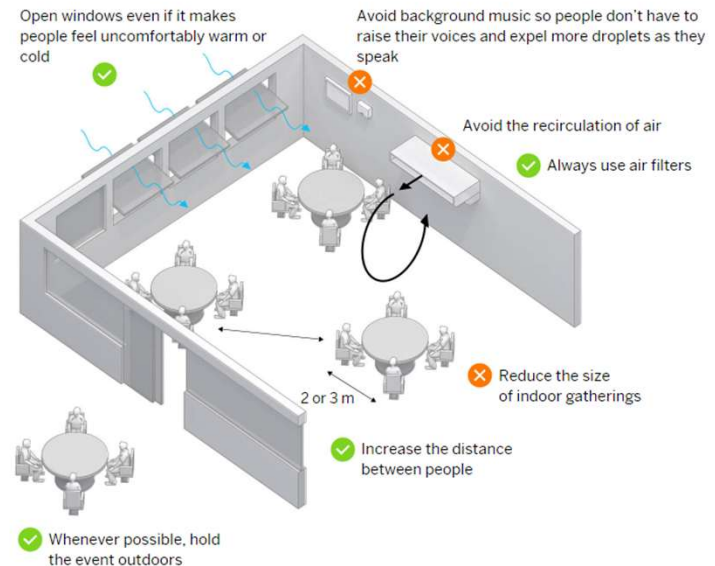
- ✓ **konstrukce budov** (snížení vysoké kumulace (nemocných) osob, adekvátní větrání, dostatek slunečního záření, teplota a vlhkost vzduchu)
- ✓ **provoz budov** (intenzita větrání, údržba vzduchotechniky, čističky vzduchu, dezinfekce a úklid...)

How it can be avoided

Natural ventilation to avoid the recirculation of infected particles



How it can be avoided

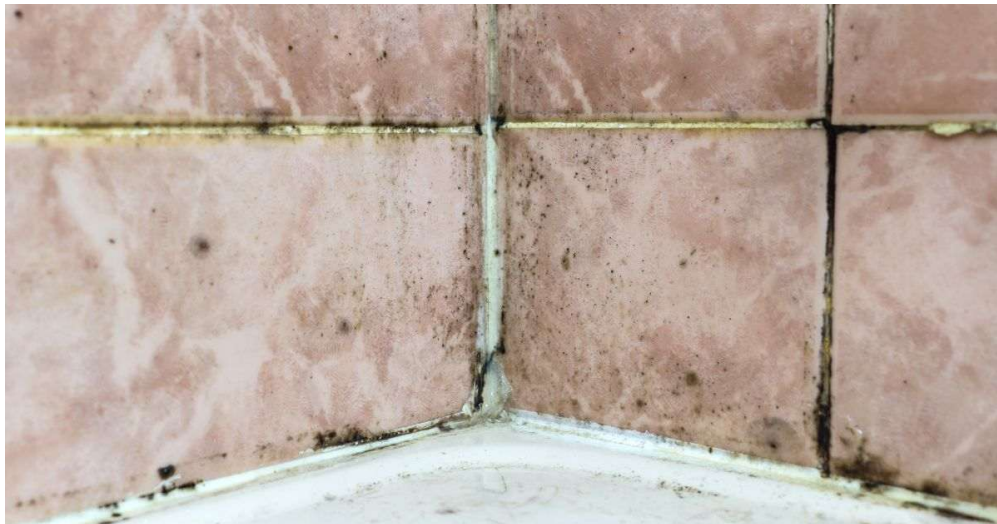


Zdroj: J. Salas, M. Zafrá: [An analysis of three Covid-19 outbreaks: how they happened and how they can be avoided](#). El País (2020).

Mikrobiální mikroklima

➤ *plísně*

- mikroskopické houby rostoucí v prostředí s dostatkem vlhkosti → šíření spor
- příčiny rozvoje:
 - 1) *Stavební závady* – zatékání vody, vztlínání vlhkosti, kondenzace vody
 - 2) *Nevhodné užívání bytu* – nedostatečné větrání + činnosti uvolňující vlhkost



Mikrobiální mikroklima

➤ *plísně*

- zdravotní rizika:
 - ✓ alergen – astma, atopický ekzém
 - ✓ mykotoxiny – akutní toxické reakce, mutagenní, teratogenní, karcinogenní a estrogení efekt
 - ✓ produkce VOC (vč. plísňového zápachu) – podráždění sliznic, očí a pokožky, bolesti hlavy
- opatření: správné větrání a vytápění, omezit zdroje vlhkosti v budově a udržovat optimální vlhkost (40-60 %), fungicidní výmalba, čistička vzduchu

Mikrobiální mikroklima

➤ *alergeny ze zvířat*

- zvířecí proteiny uvolňované do prostředí v šupinkách kůže, chlupů, slin a dalších výměšků
- nejčastěji alergie na kočky, psy, hlodavce, ptáky
- příznaky: rýma, kašel, dušnost, slzení, vyrážka
- opatření: odstranění kontaktu s alergeny, častěji úklid (vysavač s hepa filtrem), adekvátní péče o mazlíčky a jejich srst, čističky vzduchu



Mikrobiální mikroklima

➤ *alergeny z rostlin*

- zdroje: externí, (interní)
- ↓ koncentrace in- než outdoor
- záleží na období roku
- součást prachu
- relativně „velké“ částice – reakci vyvolávají látky nesené pylem
- zdravotní rizika: alergické reakce, astma
- opatření: čističky vzduchu, řízené větrání, údržba klimatizace, odstranit zdroje z prostředí, úklid



Zdroj: [Pylový kalendář](#)

Období	interval roku	typický představitel
jarní	5. – 13. týden (únor – březen/ duben)	olše, líska, bříza, cypřišovitě
pozdně jarní	14. – 25. týden (duben – červen)	trávy, dřeviny, šťovík, kopřiva
letní	26. – 38. týden (červenec – září)	jitrocel, pelyněk, ambrosia
raně podzimní	39. týden a dále (září – říjen)	ambrozie, spory plísni

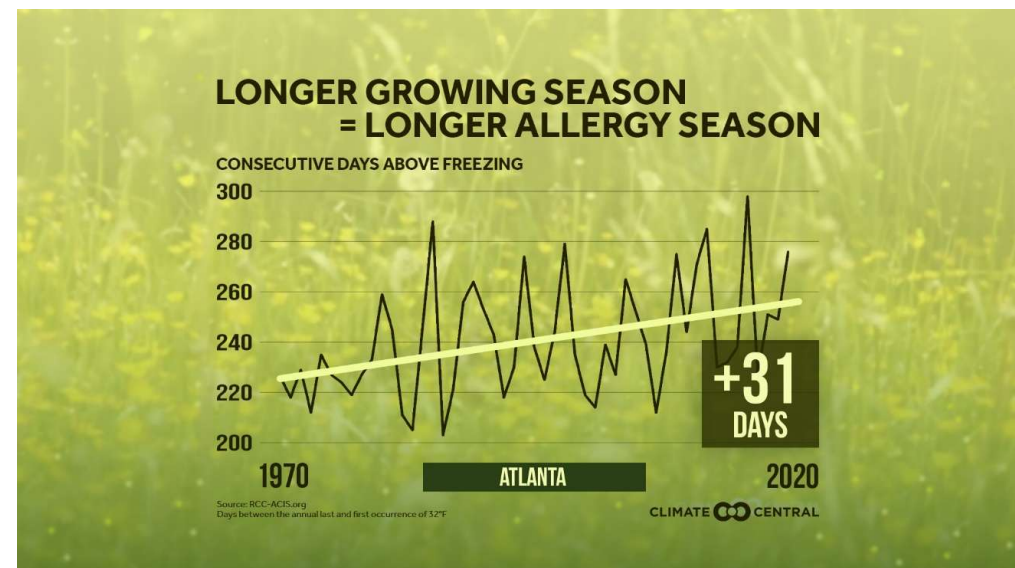
Pylový kalendář. Zdroj: [SZÚ](#)

Mikrobiální mikroklima

➤ *alergeny z rostlin*

- změny klimatu → změny v produkci pylů???

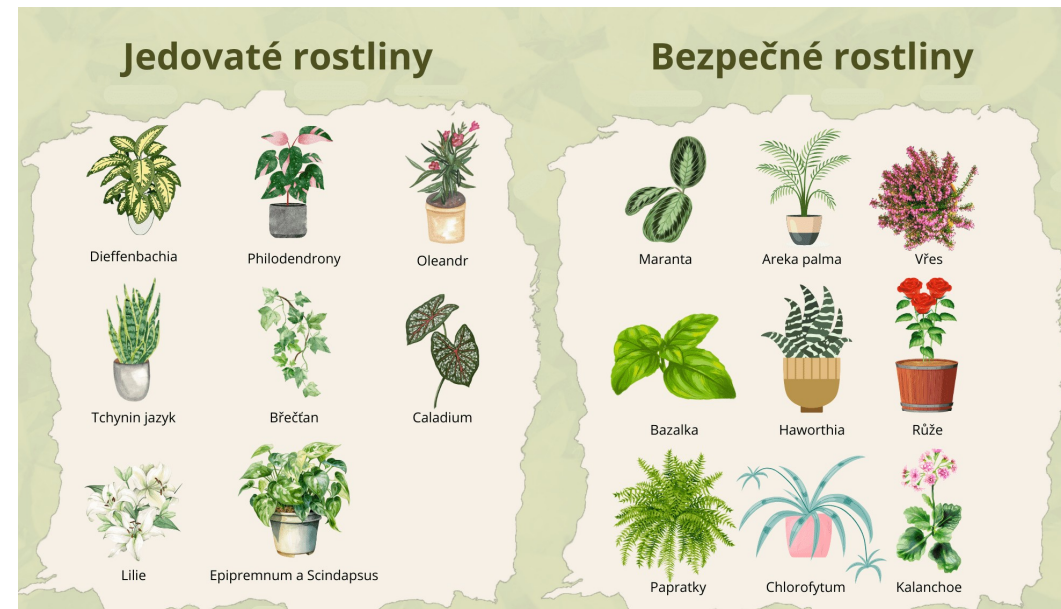
- prodlužování pylové sezóny
- změny ve složení společenstev – důsledek teplejšího klimatu, ale i vyššího obsahu CO₂ v atmosféře
- častější požáry



Mikrobiální mikroklima

➤ *alergeny z rostlin*

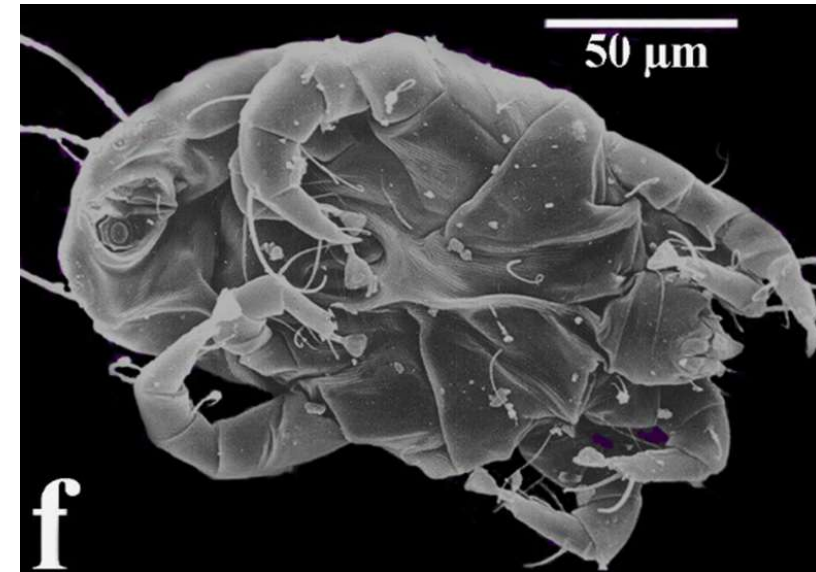
- alergické reakce na pokojové květiny spíše méně časté
- kontaktní alergie, např.: vánoční hvězda (rostlinný toxin)
- inhalační i kontaktní alergie, např.: fíkovník drobnolistý
- často celoroční alergické projevy!



Mikrobiální mikroklima

➤ *roztoči*

- zdroje: interní
- nejčastější zdroj alergenů indoor
- rozvoj zásadně ovlivněn TVM
- výkaly (proteiny) součást prachu
- zdravotní rizika: alergické reakce, astma
- opatření: úklid („mokrý“ utírání prachu, kvalitní vysavač), odstranit zdroje z prostředí, správné větrání, čističky vzduchu, údržba klimatizace, chemické prostředky proti roztočům



Zdroj obrázku: M. Raulf a kol.: [Mites and other indoor allergens — from exposure to sensitization and treatment](#). Allergo J Int **24**, 68–80 (2015).

Shrnutí

- každé VP má svoje specifické vlastnosti a složení ovlivněné řadou faktorů
- látky ve VP neškodné až silně toxické
- kombinace nevhodného konstrukčního řešení a vybavení může vést až k SBS



Zdroje literatury

- D. Y. C. Leung: [*Outdoor-indoor air pollution in urban environment: challenges and opportunity*](#). Front. Environ. Sci. 15 (2014).
- Centers for Disease Control and Prevention and U.S. Department of Housing and Urban Development. [*Healthy housing reference manual. Atlanta*](#), US Department of Health and Human Services, 2006.
- M. Jokl: *Zdravé obytné a pracovní prostředí*, Academia, Praha, 2002.
- Z. Zloch a kol.: *Kapitoly z hygieny*, Karolinum, Praha, 2001.
- V. Bencko a kol.: *Hygiena*, Karolinum, Praha, 1998.
- K. Kabele, Z. Veverková, P. Dvořáková: [*Vnitřní prostředí budov*](#). TZB HAUSTECHNIK (2018).
- EPA: [*Introduction to Indoor Air Quality*](#) (2023).

Zdroje literatury

- Státní zdravotní ústav: [Oxid uhelnatý; Základní faktory ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí; Azbest v pracovním prostředí; Problematika plísní](#)
- D. J. Jarvis, G. Adamkiewicz, M.-E. Heroux, R. Rapp, F. J. Kelly.: [5. Nitrogen dioxide](#). WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. Ženeva, 2010.
- R. Kishi, D. Norbäck, A. Araki (Eds.): [Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All](#). Springer Nature, Singapore, 2020.
- Evropská komise (databáze Samancta): [Azbest: Bezpečnost a ochrana zdraví](#).
- Camargo M.C., Stayner L.T., Straif K., Reina M., Al-Alem U., Demers P.A., Landrigan P.J.: [Occupational exposure to asbestos and ovarian cancer: a meta-analysis](#). Environ. Health Perspect. 119 (2011) 1211-7.

Zdroje literatury

- P. Válek a kol.: *Hodnoty těžkých kovů uvnitř pražských budov.* VŠCHT, Arnika (2017).
- *Nařízení Komise (EU) 2021/2045 ke změně přílohy XIV nařízení REACH.* MPO (2021)
- NZIP: *Alergie na pokojové rostliny*
- Raulf, M., Bergmann, K.C., Kull, S. et al. *Mites and other indoor allergens — from exposure sensitization and treatment.* *Allergo J Int* **24**, 68–80 (2015).

Vnitřní prostředí – SBS, IAQ, legislativní opatření

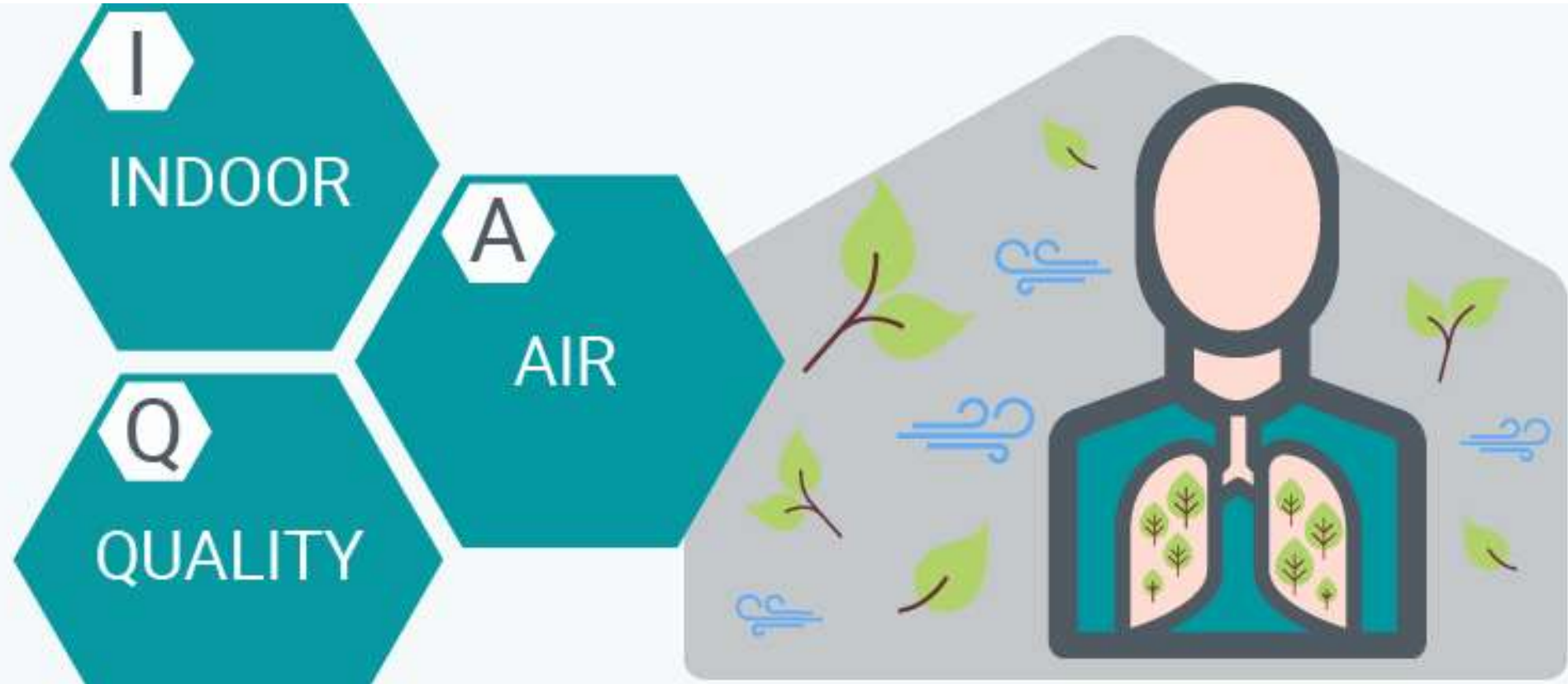
10. přednáška

Ing. Lenka Janíková, Ph.D.

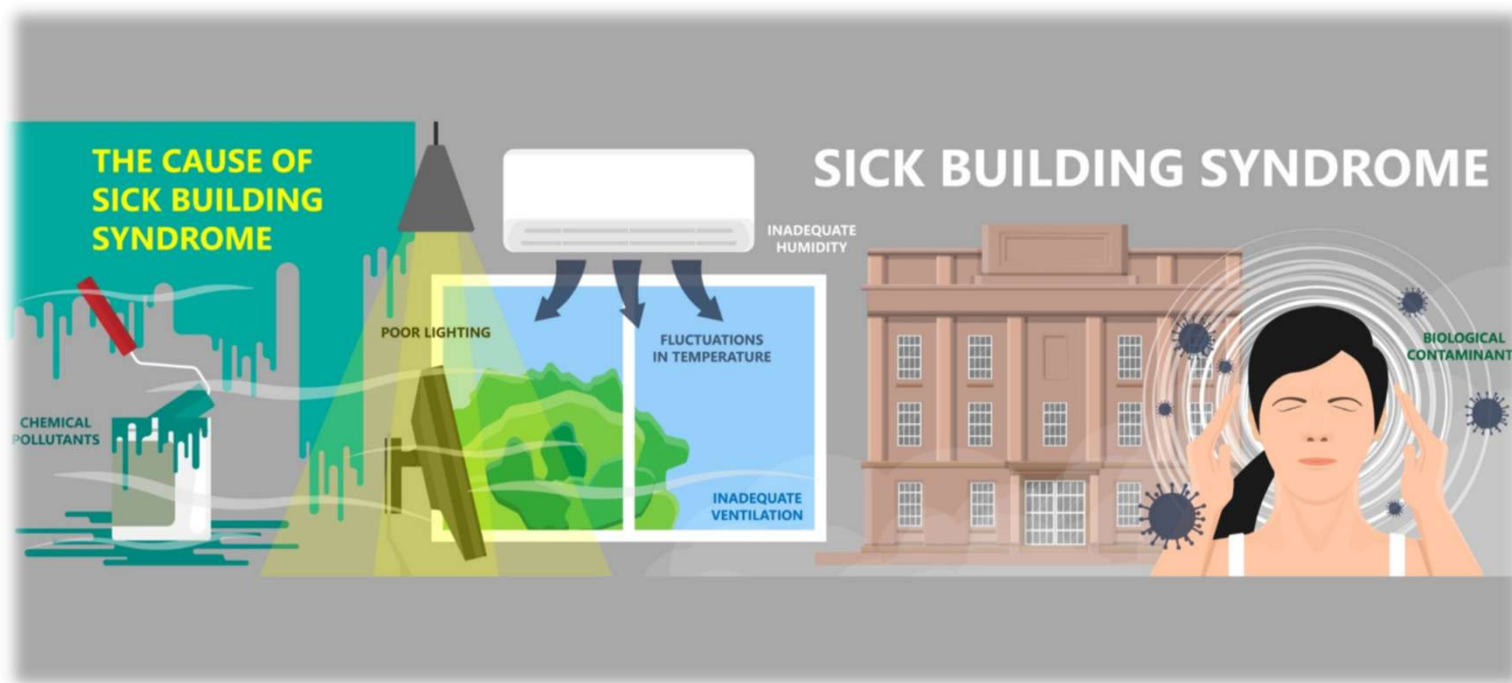
Ústav environmentálního a chemického inženýrství, FChT, UPCE

Lenka.janikova@upce.cz

**Využíváte opatření pro minimalizaci zátěže zdraví z
vnitřního prostředí?**



Syndrom nemocných budov a opatření pro zvýšení IAQ



Sick building syndrome (SBS)

➤ *Syndrom nezdravých / nemocných budov*

- 1983 – definice dle WHO:

„soubor nespecifických příznaků, včetně podráždění očí, nosu a krku, duševní únavy, bolesti hlavy, nevolnosti, závratí a podráždění kůže, které se zdají být spojeny s prací na určitých pracovištích, ale také školách a domácnostech“

- SBS postihuje až u 60 % lidí
- zdravotní projevy: nespecifické → chrapot, alergie, symptomy podobné chřipce, onemocnění dýchacích cest, nevolnost, závratě, bolesti hlavy, únava a neschopnost koncentrace, onemocnění sliznic, podráždění očí, krku a nosu nebo kašel, kožní symptomy (svědění kůže, obličeje, rukou, pokožky hlavy)
 - často odezní po opuštění budovy
 - někdy ale chronické problémy



Zdroj: akcp.com

Sick building syndrome (SBS)

➤ *Syndrom nezdravých / nemocných budov*

- faktory zodpovědné za SBS:

→ **faktory související s jednotlivcem:** *pohlaví, tělesná konstituce, zdravotní stav, kouření, psychika*

→ **faktory související s prostředím:**

1. *TVM*
2. *Chemické nečistoty*
3. *Biologické kontaminanty*
4. *Nedostatečná ventilace*
5. *Elektromagnetické záření*
6. *Fyzikální faktory - osvětlení, hluk a ergonomie*
7. *Psychosociální faktory*

✓ *není měřitelný*

✓ *zásadní jsou zkušenosti
obyvatel/uživatelů*

Sick building syndrome (SBS)

➤ *Syndrom nezdravých / nemocných budov*

- nejčastější typy budov vykazující SBS:

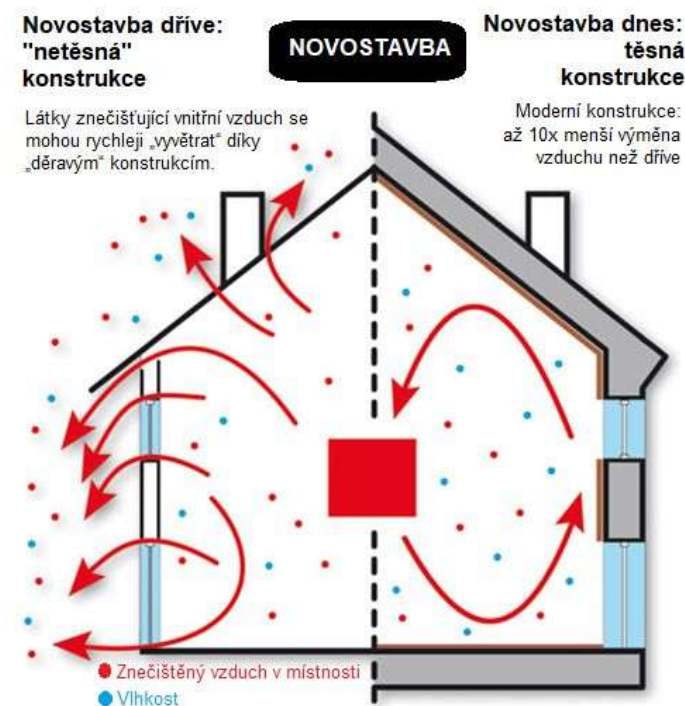
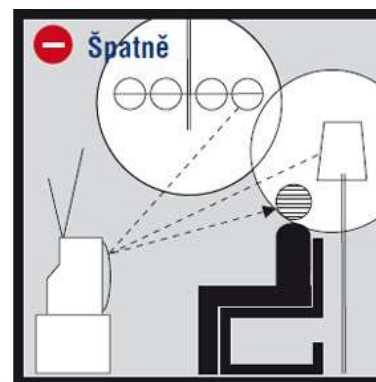
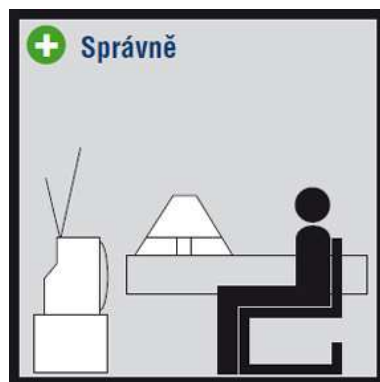
1. kancelářské budovy
2. školy a univerzity
3. bytové domy
4. ubytovny
5. firmy

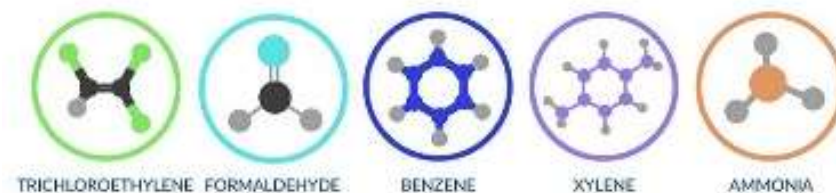
- opatření/řešení: zlepšení cirkulace vzduchu, pravidelný úklid, snižování vlhkosti, výběr materiálu stavby/interiéru/zařízení, nekouřit, údržba klimatizačních jednotek,



Opatření pro zvýšení IAQ

- pravidelně a intenzivně větrat
- úklid
- pečlivě vybírat použité materiály
- zajímat se o své okolní prostředí
- minimalizovat použití chemických látek v prostředí
- správné osvětlení
- čističky vzduchu, řízená ventilace, údržba klimatizace
- pokojové rostliny





Další benefity pokojových rostlin:

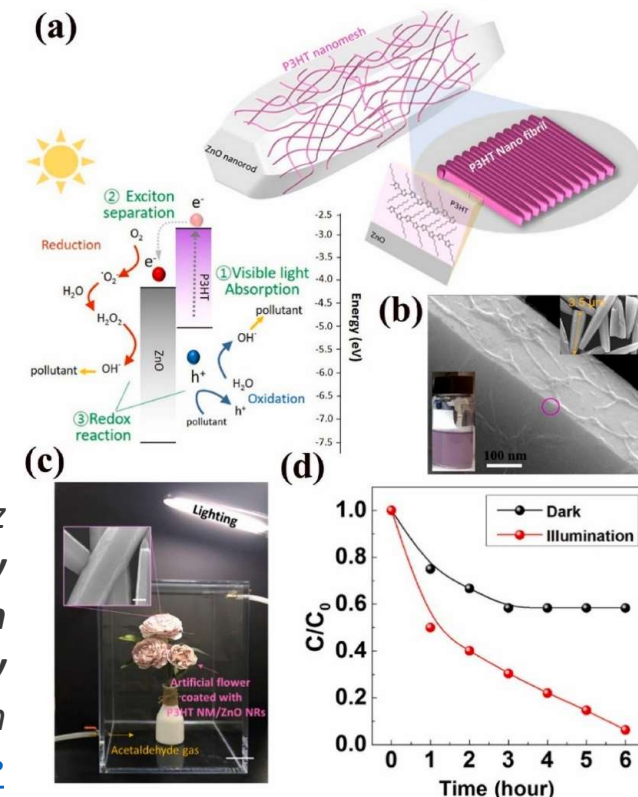
- ✓ silice - ↓ respirační obtíže
- ✓ zvlhčování vzduchu
- ✓ fotosyntéza
- ✓ příznivé pro psychiku

Pokojové rostliny účinné při čištění ovzduší – grafika dle seznamu NASA.

Zdroj: [NASA Reveals A List Of The Best Air-Cleaning Plants For Your Home](https://www.nasa.gov/content/indoorplants/index.html)

Opatření pro zvýšení IAQ

- dodržování pravidel hygieny pracovního prostředí
- dodržovat legislativních opatření
- čisté vaření
- **senzory** – vlhkost, teplota, CO, CO₂, kouř, CH₄, PM, VOC
- využití fotokalýzy



Hybridní fotokatalyzátor pro odstraňování acetaldehydu.

(a) Schematický náčrt fotokatalyzátoru pro viditelné záření syntetizovaného z „nanomesh“ vrstvy poly(3-hexylthiofenu) vytvořené na nanoprutu ZnO; (b) SEM snímky hybridního fotokatalyzátoru P3HT/ZnO; (c) fotografie umělé květiny pokryté hybridním P3HT/ZnO ve zkušební komoře pro fotodegradaci acetaldehydu; d) výsledky fotokatalytického odstraňování acetaldehydu umělou květinou při 30 W fluorescenčním ozáření viditelným světlem

Zdroj: [studie](#)

Čisté vaření (Clean cooking)

- až 2,3 miliardy lidí využívá pevná paliva k vaření
- dopad na lidské zdraví a znečištění atmosféry
- iniciativy za zdravé vaření – [Clean Cooking Alliance](#) → moderní alternativy k vaření

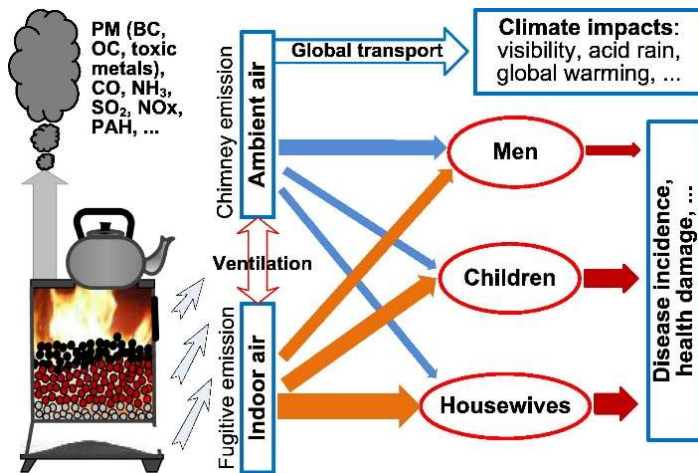


Schéma problematiky vaření s využitím sporáků na pevná paliva. Zdroj: Q. Li a kol.: [Impacts of household coal and biomass combustion on indoor and ambient air quality in China: Current status and implication](#). *Sci. Total Envi.* 576 (2017).

Legislativní opatření týkající se
znečištění vnitřního prostředí

Legislativní opatření

➤ **Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů**

→ prováděcí předpisy (hygienické předpisy):

1) **Pracovní prostředí: NV č. 361/2007 Sb., kt. se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci**

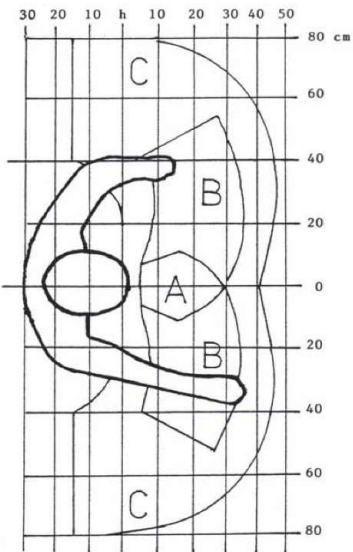
- zátěž teplem
- mikroklimatické podmínky (T , $R_{h..}$)
- přípustný čas strávený na pracovišti za určitých podmínek (doly)
- zjišťování a hodnocení expozice azbestu
- zraková zátěž
- podmínky práce s biologickými činiteli
- seznam chemických látek a jejich přípustné expoziční limity a nejvyšší přípustné koncentrace

Látka	Číslo CAS registrační číslo používané v Chemical Abstracts Service	PEL mg.m ⁻³ přípustný expoziční limit	PEL ppm přípustný expoziční limit	NPK-P mg.m ⁻³ nejvyšší přípustná koncentrace	NPK-P ppm nejvyšší přípustná koncentrace	Poznámky	Časová použitelnost limitu
acetaldehyd	75-07-0	50	27,3	100	54,6	I, K	
acetaldehyd	108-24-7	4	0,9	20	4,7	I	
aceton	67-64-1	600	331,4	1500	621,4	I	
acetonitril	75-05-8	70	40	100	58,6	D	
akrolein				viz 2-propenal			
akrylaldehyd				viz 2-propenal			
akrylamid	79-06-1	0,1				D, I, K, M, S, P	
akrylonitril				viz 2-propennitril			
allylalkohol				viz 2-propenal			
allylglycidylether	106-92-3	25	5,3	50	10,5	D, I, S	
allylchlorid				viz 3-chlor-1-propen			
1-allyloxy-2,3-epoxypropan				viz allylglycidylether			
aminobenzen				viz anilin			

Legislativní opatření

1) *Pracovní prostředí*: NV č. 361/2007 Sb., kt. se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

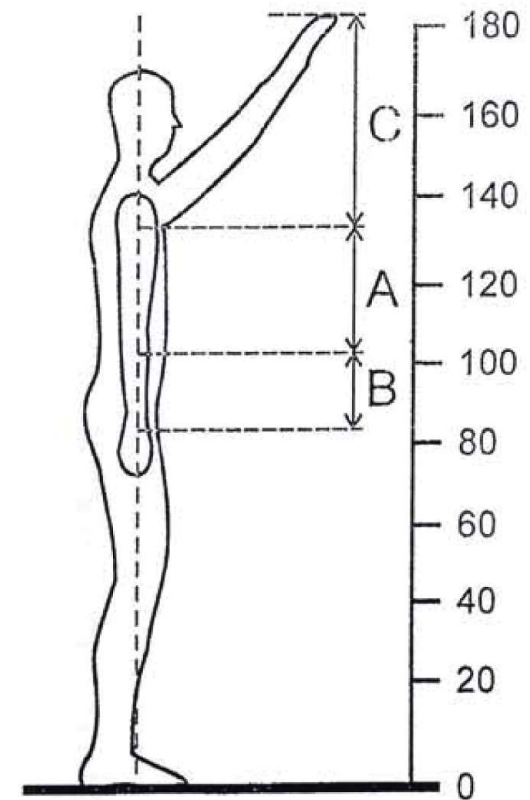
- dosahy horních končetin ve svislé rovině při práci vsedě i vstoje



Oblast A - časté (20 až 40× za osmihodinovou směnu) a přesné pohyby

Oblast B - pohyby obou předloktí a při manipulaci s předměty a nástroji bez nutnosti změny základní pracovní polohy- mírné předklánění, pohyb do stran

Oblast C - maximální dosah - méně časté a pomalejší pohyby, nutnost otáčení trupu



A - optimální dosah

B - přijatelný dosah

C - nepřijatelné pro časté pohyby

Legislativní opatření

2) VP pobytových místností: Vyhláška č. 43/2025 sb. o stanovení hygienických limitů chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

§ 3

Mikroklimatické podmínky

...

§ 4

Větrání

... nesmí být překročena hodnota 1200 ppm aritmetického průměru CO₂ a v průběhu měření nesmí být překročena hodnota 2500 ppm

§ 5

Osvětlení

- dle českých technických norem

Tabulka č. 1: Požadavky na výslednou teplotu kulového teploměru ve vnitřním prostředí pobytových místností

Typ pobytové místnosti ^{A)} podle § 13 odst. 1 zákona	Minimální a maximální výsledná teplota kulového teploměru (°C)	
	t _{g, min}	t _{g, max}
Učebny a denní místnosti ^{B)} , zasedací místnosti	20	28
Zařízení sociálních služeb - pokoj klienta	22	26
Zařízení sociálních služeb - ostatní prostor	19	27
Zdravotnická zařízení - pokoj pacienta	22	26
Zdravotnická zařízení - ostatní prostor	19	27
Kulturní zařízení	20	27
Ubytovací zařízení	20	28
Objekty Vězeňské služby České republiky	19	28
Výstaviště ^{C)}	19	27
Sportovní zařízení ^{D)}	18	27

Tabulka č. 2: Maximální rychlost proudění vzduchu a relativní vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí pobytových místností^{C)}, E)

Maximální rychlost proudění vzduchu v _{a, max} (m.s ⁻¹)	Relativní vlhkost vzduchu rh (%)
0,25	30-65

Legislativní opatření

2) VP obytných místností: Vyhláška č. 43/2025 sb. o stanovení hygienických limitů chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb

§ 6

Chemické ukazatele

...

§ 7

Limit částic frakce PM_{2,5}

„Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí obytných místností jsou splněny, pokud není překročena hodnota 50 µg/m³ aritmetického průměru hmotnostní koncentrace částic frakce PM_{2,5}“

Limitní koncentrace chemických ukazatelů ve vnitřním prostředí obytných místností staveb

Tabulka: Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů

Ukazatel	Číslo CAS	Limit ^{*)}	
		µg/m ³	ppb
NO ₂ - oxid dusičitý	10102-44-0	100	52
CO - oxid uhelnatý	630-08-0	5000	4293
O ₃ - ozón	10028-15-6	100	50
NH ₃ - amoniak	7664-41-7	70	99
benzen	71-43-2	5	1,5
toluen	108-88-3	300	78
suma xylenu	1330-20-7	200	45
styren	100-42-5	40	9,2
ethylbenzen	100-41-4	200	45
formaldehyd	50-00-0	50	40
acetaldehyd	75-07-0	200	109
trichlorethen	79-01-6	25	4,6
tetrachlorethen	127-18-4	150	22
2-ethylhexanol ^{**)}	104-76-7	70	13
naftalen	91-20-3	10	1,9
limonen	5989-27-5	450	79
alfa-pinen	7785-26-4	450	79

Vysvětlivky:

^{*)} 10 % limituje minimální požadavek na citlivost použité metody stanovení.

^{**)} Zároveň platí, že suma ostatních pachově postížitelných vyšších alifatických alkoholů (C₈ - C₁₈) nesmí překročit hodnotu 70 µg/m³.

Legislativní opatření

2) VP pobytových místností: *Vyhláška č. 43/2025 sb. o stanovení hygienických limitů chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb*

§ 8

Limit respirabilních azbestových a bioperzistentních a ostatních respirabilních minerálních vláken

... 500 vláken/m³ – metoda TEM

§ 9

Limity biologických ukazatelů

(1) Nepřípustný je viditelný výskyt plísní na vnitřních površích a konstrukčních prvcích stavby.

(2) Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí pobytových místností, s výjimkou prostorů vyžadujících zvýšené nároky na jeho čistotu, jsou splněny, nepřekročí-li koncentrace

a) bakterií 500 kolonií tvořících jednotek na 1 m³ vzduchu (dále jen „KTJ/m³ vzduchu“) a

b) plísní 500 KTJ/m³ vzduchu.

...

Legislativní opatření

3) školství: Vyhláška č. 160/2024 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých a dětských skupin

Požadavky na větrání a parametry mikroklimatických podmínek

Tabulka č. 1: Množství přiváděného venkovního vzduchu v učebnách, hernách, pracovnách a tělocvičnách a množství odváděného vzduchu v šatnách a hygienických zařízeních v zařízení pro výchovu a vzdělávání a provozovně pro výchovu a vzdělávání a dětské skupině:

typ prostoru	přiváděný venkovní vzduch (m ³ . hod ⁻¹)	odváděný vzduch (m ³ . hod ⁻¹) pro nárazové větrání
učebny, herny, pracovny, místnosti určené k dlouhodobému pobytu dětí a žáků	20 na dítě/žáka	
tělocvičny	20 na dítě/žáka	
šatny		20 na dítě/žáka
umývárny		30 na 1 umyvadlo
sprchy		150-200 na 1 sprchu
záchodové kabiny		50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

Celoročně přípustné parametry mikroklimatických podmínek:

Tabulka č. 2: Hodnoty teplot, rychlosti proudění a relativní vlhkosti vzduchu

typ prostoru	teploty		rychlost proudění v _a (m . s ⁻¹)	relativní vlhkost rh (%)
	t _{g min} (°C)	t _{g max} (°C)		
učebny, herny, pracovny, místnosti určené k dlouhodobému pobytu dětí a žáků	20	28	0,1 - 0,2	30 - 65
tělocvičny	18	28		
šatny	20	28		
umývárny	24	-		
sprchy	24	-		
záchodové kabiny a chodby	18	-		

Kontrolu teploty vzduchu v pobytových prostorech lze zabezpečit pomocí nástěnných teploměrů. Teploměry se nesmí umísťovat na stěny s okny a stěny vystavené přímému dopadu slunečního záření a musí být umístěny minimálně 1 m nad úrovní podlahy.

Legislativní opatření

4) bazény, koupaliště, pískoviště: Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch

- např. požadavky na mikroklimatické podmínky sauny, čištění a úklid sauny atd.
- vody ke koupání např. obsah sinic

Stupeň	Výskyt	Popis
0	Žádný	Sinice nejsou pouhým okem pozorovatelné
1	Pozorovatelný	Ve vodě jsou zjištěné ojedinělé zelené vločky, kolonie nebo jednotlivá vlákna.
2	Hojný	Při břehu se vyskytují slabší příhadinové shluky sinic nebo je ve vodním sloupci rozptýleno větší množství kolonií nebo jednotlivých vláken sinic.
3	Masový	Výskyt silných příhadinových květů velkého rozsahu. Na břehu může být naplaveno větší množství zeleného kašovitého materiálu.

Legislativní opatření

5) Hluk a vibrace: *NV 433/2022 (272/2011 sb.) o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*

§ 1

Toto nařízení zapracovává příslušné předpisy EU a upravuje

- a) hygienické limity hluku a vibrací na pracovištích**, způsob jejich zjišťování a hodnocení a minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnance,
- b) hygienické limity hluku pro chráněný venkovní prostor, chráněné venkovní prostory staveb a chráněné vnitřní prostory staveb**,
- c) hygienické limity vibrací pro chráněné vnitřní prostory staveb**,
- d) způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu.

Legislativní opatření

6) Neionizující záření: NV č. 291/2015 sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením

§ 1

Předmět úpravy

Toto nařízení zapracovává příslušné předpisy EU a upravuje

- a) nejvyšší přípustné hodnoty neionizujícího záření** (dále jen „nejvyšší přípustné hodnoty“) ve frekvenční oblasti od 0 Hz do $1,7 \times 10^{15}$ Hz **pro zaměstnance a fyzické osoby v komunálním prostředí**, způsob jeho zjišťování, hodnocení expozice, minimální rozsah informací o ochraně zdraví při práci a minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnance,
- b) podmínky technické dokumentace laserů**, zabezpečení jejich provozování a chodu,
- c) označení míst**, ve kterých nelze vyloučit expozici zaměstnance a fyzické osoby v komunálním prostředí překračující nejvyšší přípustné hodnoty ve frekvenční oblasti od 0 Hz do $1,7 \times 10^{15}$ Hz, výstrahou.

Legislativní opatření

➤ ***Příklady ČSN týkajících se vnitřního prostředí:***

- ČSN EN 17037+A1 **Denní osvětlení budov**
- ČSN EN 12464-1 **Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovišť - Část 1: Vnitřní pracoviště**
- ČSN 36 0020 **Sdružené osvětlení**
- ČSN EN 16798-1 **Energetická náročnost budov - Větrání budov - Část 1: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky - Modul M1-6**
- ČSN EN 15665 **Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov**
-

Shrnutí

- kvalita venkovního prostředí obvykle monitorovaná
- uvnitř trávíme podstatnou část dne
- IAQ často zohledněna obvykle jen na pracovištích
- IAQ jsme schopni výrazně ovlivnit (+ i –)
- SBS a další onemocnění spojená s nízkou IAQ
- nové polutanty – aditiva do plastů, mikroplasty, nanočástice...
- studium vnitřních polutantů zásadní téma!



Zdroje literatury

- D. Y. C. Leung: [*Outdoor-indoor air pollution in urban environment: challenges and opportunity*](#). Front. Environ. Sci. 15 (2014).
- Centers for Disease Control and Prevention and U.S. Department of Housing and Urban Development. [*Healthy housing reference manual. Atlanta*](#), US Department of Health and Human Services, 2006.
- M. Jokl: *Zdravé obytné a pracovní prostředí*, Academia, Praha, 2002.
- Z. Zloch a kol.: *Kapitoly z hygieny*, Karolinum, Praha, 2001.
- V. Bencko a kol.: *Hygiena*, Karolinum, Praha, 1998.
- K. Kabele, Z. Veverková, P. Dvořáková: [*Vnitřní prostředí budov*](#). TZB HAUSTECHNIK (2018).
- EPA: [*Introduction to Indoor Air Quality*](#) (2023).

Zdroje literatury

- US EPA: [*Indoor Air Facts No. 4: Sick Building Syndrome*](#). Research and Development (1991).
- [*SYNDROM NEZDRAVÝCH \(NEMOCNÝCH\) BUDOV \(SBS\)*](#).
- [*Syndrom nemocných/nezdravých budov \(SBS\). Příznaky, faktory, prevence a kontrola*](#)
- S. Chae, J. Yu, J. Y. Oh, T. I. Lee: [*Hybrid poly \(3-hexylthiophene\) \(P3HT\) nanomesh/ZnO nanorod p-n junction visible photocatalyst for efficient indoor air purification*](#), Applied Surface Science 496 (2019) 143641.
- S. Almaie, V. Vatanpour, M. H. Rasoulifard, I. Koyuncu: [*Volatile organic compounds \(VOCs\) removal by photocatalysts: A review*](#), Chemosphere 306 (2022) 135655.



UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
CHEMICKO-
TECHNOLOGICKÁ

Vytvořeno v rámci projektu **Green Deal UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-2142/2024-4.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.



NÁRODNÍ
PLÁN OBNOVY



Financováno
Evropskou unií
NextGenerationEU