

# Populační trendy - naděje nebo katastrofa pro Zemi? (jak velkou populaci je vůbec schopna naše Země uživit?)



Ladislav Rabušic

V úvahách o současných environmentálních problémech a o dalším vývoji či dokonce samotné existenci lidstva se řeší především tato témata:

- (1) *globální oteplování*
- (2) *energetika*, tj. odstranění fosilních paliv a přechod na obnovitelné zdroje energie;
- (3) *látky znečišťující ovzduší*: snížení uhlíku, metanu apod.;
- (4) *příroda*: obnova a trvalá ochrana ekosystémů Země, zachování biologické rozmanitosti;
- (5) *výživa* (potraviny): přechod na stravu převážně rostlinného původu, snížení potravinového odpadu a zlepšení pěstitelských postupů;
- (6) *hospodářství*: přechod od tlaku na růst HDP a od nadměrné spotřeby k ekologickému hospodaření a cirkulární ekonomice;

**ALE KDE JE V TĚCHTO ÚVAHÁCH POČET OBYVATEL SVĚTA???**  
**Velikost populace není brána vážně?**

Jsou ale badatelé, kteří berou populační faktor vážně a považují celkový **počet obyvatel** na naší zeměkouli za **klíčový environmentální faktor**. Proč?

Každá populace (její počet) má dopad (*Impakt - I*) na životní prostředí.

Čím je větší, tím větší je její impakt, neboť **impakt** je výsledkem součinu tří proměnných:

- velikosti **populace** (*P: Population*),
- jejího bohatství nebo **spotřeby** na hlavu (*A: Affluence*)
- **poškození** životního prostředí způsobeného technologiemi používanými k zajištění existence (spotřeby) (*T: Technologies*)

$$I = P * A * T$$

Jelikož je obtížné v tomto vzorci oddělit efekty faktorů *A* a *T*, používá se jako náhražka jejich součinu **spotřeba energie na hlavu** (na obyvatele).

Základní teze: V rámci omezených zdrojů, které nám nabízí naše Země, musí být i demografický vývoj nutně omezen.

Klíčové otázky:

Jaký počet obyvatel je vůbec Země schopna uživit?

Jaký je maximální počet obyvatel pro udržitelný rozvoj?

## Co ovlivňuje velikost populace?

Společné působení 4 faktorů:

- *porodnosti,*
- *úmrtnosti*
- *migrace (u světové populace nehraje roli)*
- *věkové struktury (tento faktor bývá podceňován)*

Výsledkem vzájemného působení těchto faktorů je:

- populační **přírůstek** = zvýšení počtu obyvatel.
- populační **stagnace** = nulový populační růst, početní velikost se v čase nemění
- populační **úbytek** = snižování počtu obyvatel

Trend současné světové populace:

cca od r. 1750 (průmyslové revoluce) **populační růst**: viz

## Počet obyvatel Země:

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| cca <b>10 000 př. n. l.</b> (nástup zemědělské revoluce): | cca <b>4 milióny obyvatel.</b> |
| <b>r. 0:</b>  | <b>200 milionů</b>             |
| <b>r. 1750</b> (průmyslová revoluce):                     | <b>770 milionů</b>             |
| <b>r. 2022</b> (v polovině listopadu):                    | <b>8 miliard</b>               |

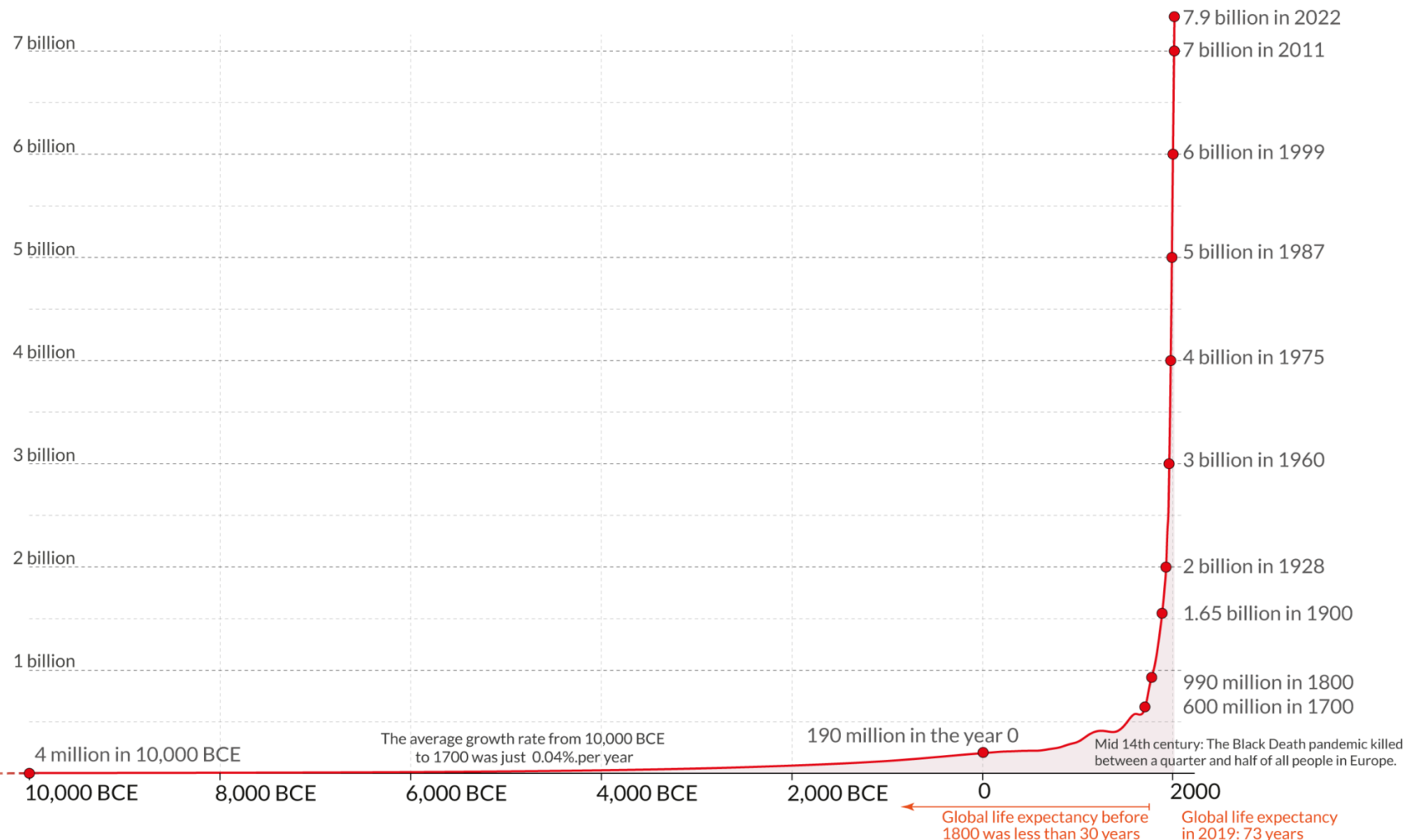
Graficky:

# Vývoj světového obyvatelstva

Our World  
in Data

## The size of the world population over the last 12.000 years

Demographers expect rapid population growth to end by the end of the 21st century. The UN demographers expect a population of about 11 billion in 2100.



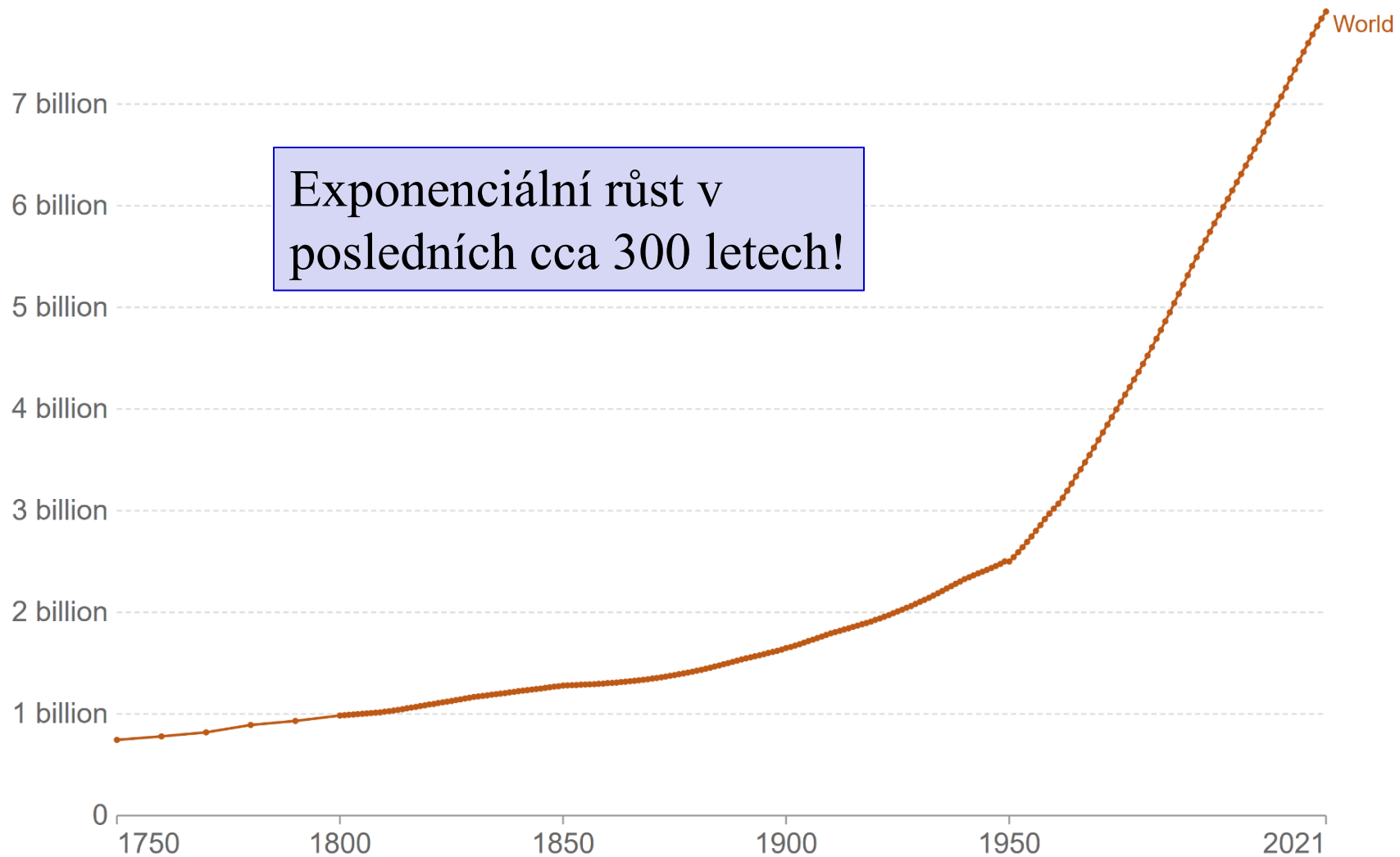
V polovině listopadu 2022 bude mít podle nejnovější projekce OSN naše Země **8 miliard obyvatel** (*World Population Prospects 2022*)

Exponenciální růst v posledních cca 300 letech!

# Vývoj světového obyvatelstva 1750-2021

Population, 1750 to 2021

Our World  
in Data





# Jak roste (světová) populace?

Lidská populace má obrovský potenciál k růstu, který má **exponenciální** charakter.

Proč populace roste exponenciálně?

Pokud se lidé každou generaci více než nahrazují (míra růstu je vyšší než 0 %, a míra plodnosti je vyšší než 2,1), pak se v každé generaci bude takto chovat více lidí, což vytváří ještě větší přírůstky.

Míry populačního růstu jsou jako úrokové sazby na spořicímu účtu: sazby působí nejen na původní jistinu, ale také na úroky, které se k původní peněžní částce přičítají, čímž se každoročně zvyšuje úroková základna.

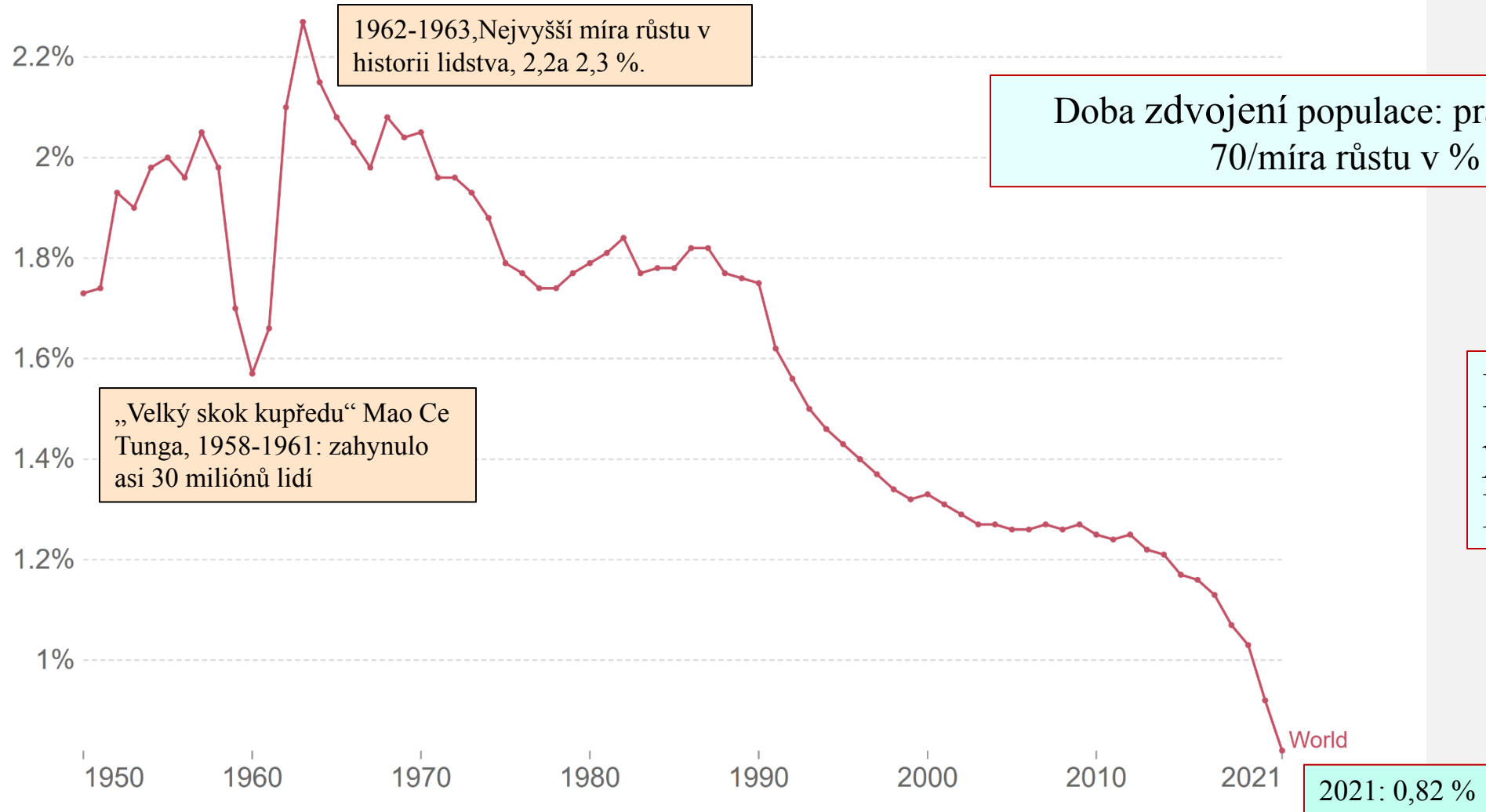
Čím vyšší je míra růstu (neboli úroková míra), tím větší je přírůstek - exponenciální růst. Vložíme 100 000 korun s ročním úrokem 7 %.

- Na konci prvního roku získáme na úrocích  $100\,000 * 0,07 = 7\,000$  Kč.
- Na účtu budeme mít 107 000 Kč.
- Další rok získáme na úrocích  $107\,000 * 0,07 = 7\,490$  Kč, náš vklad vzroste na  $107\,000 + 7\,490 = 114\,490$  Kč atd.

# Míra růstu (r) světového obyvatelstva 1950-2021

Our World  
in Data

Natural population growth is the population increase determined by births and deaths. Migration flows are not taken into account. This is shown from 1950, with UN projections to 2100 based on its median scenario.



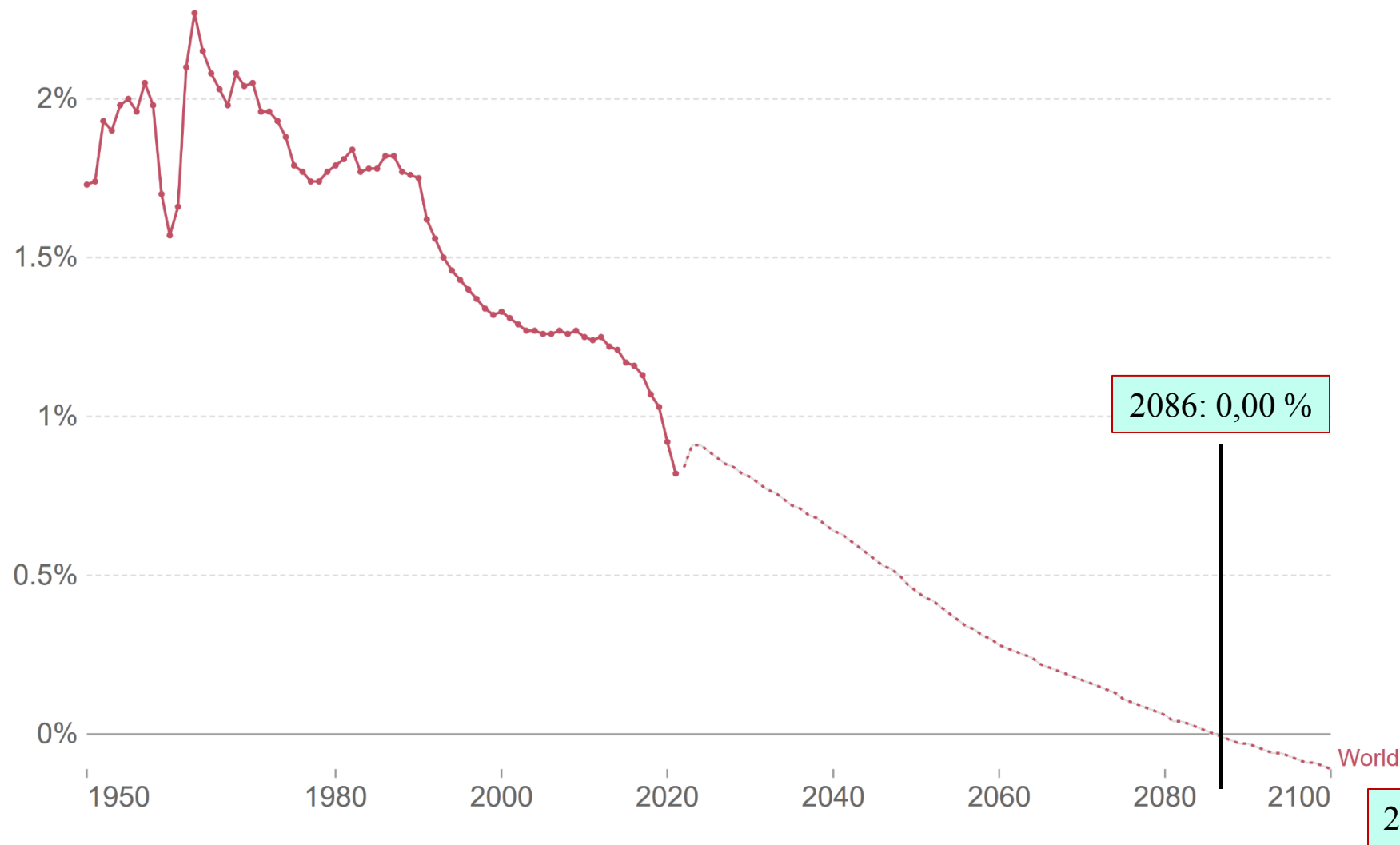
# Projekce míry růstu (r) světového obyvatelstva

<https://ourworldindata.org/world-population-growth>

## Natural population growth, World

Natural population growth is the population increase determined by births and deaths. Migration flows are not taken into account. This is shown from 1950, with UN projections to 2100 based on its median scenario.

Our World  
in Data

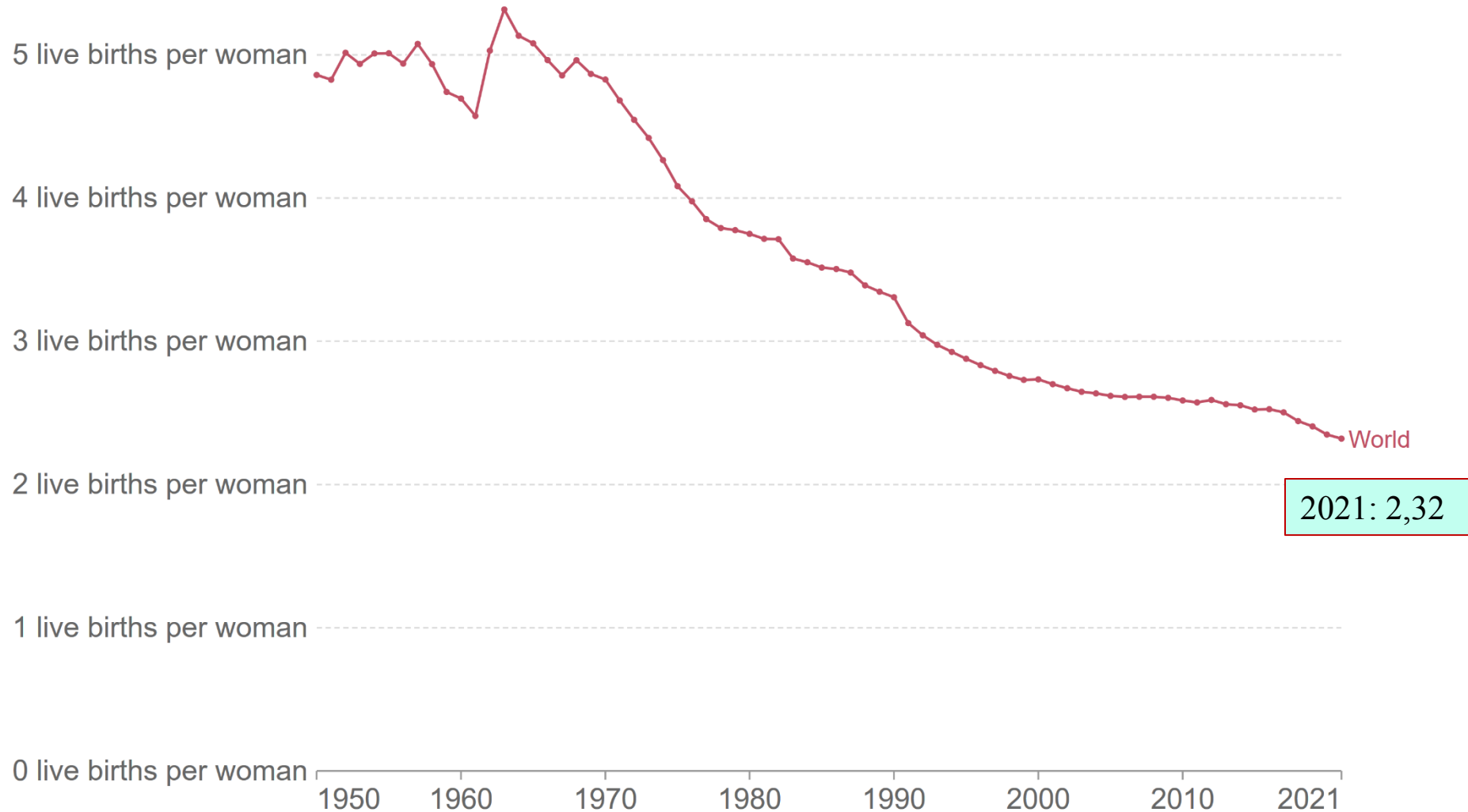


Source: United Nations - Population Division (2022)

OurWorldInData.org/world-population-growth/ • CC BY

# Průměrný počet dětí na ženu (*úhrnná plodnost*) 1950-2021

Our World  
in Data



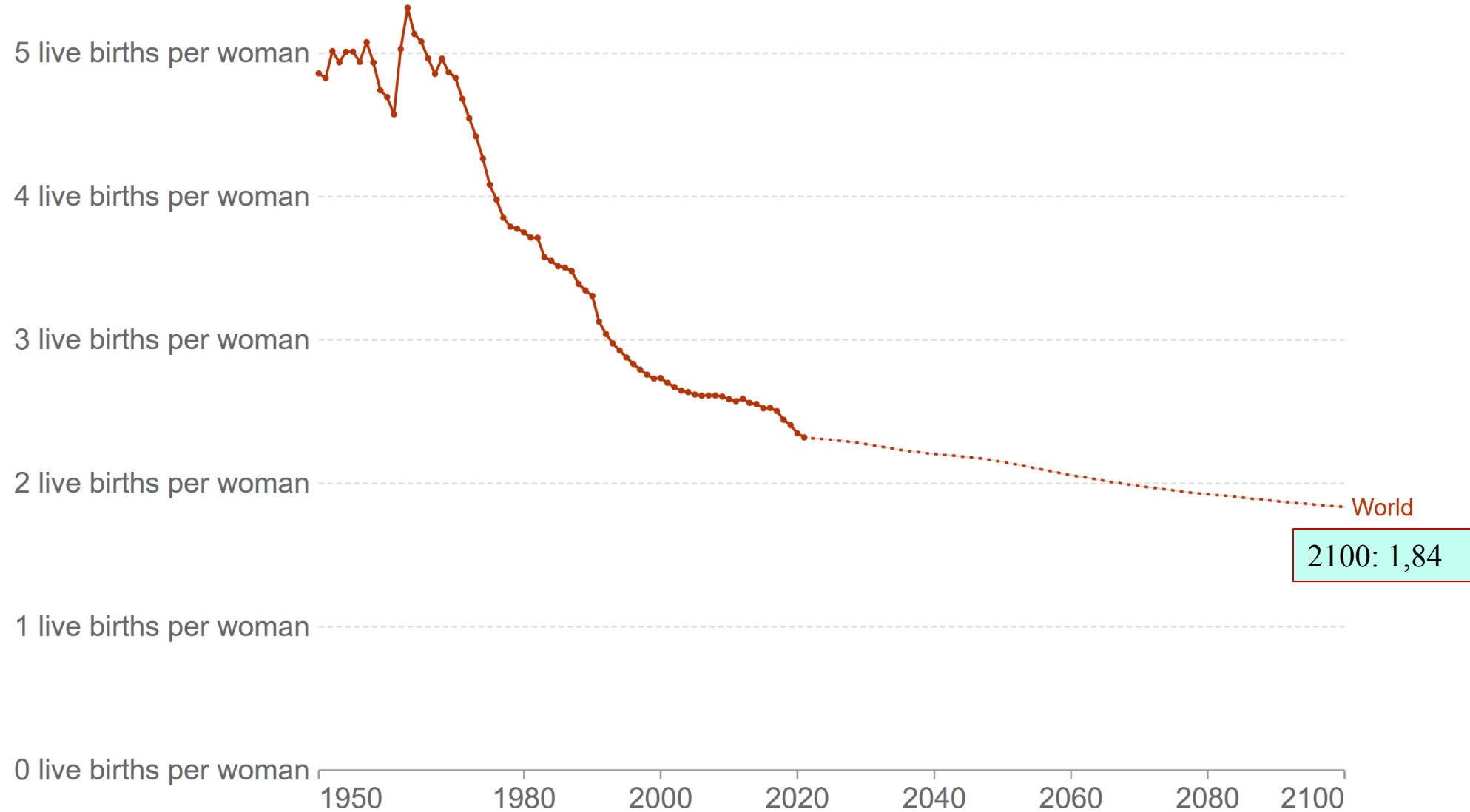
Průměrný počet  
dětí na ženu se  
také snižuje....

Source: United Nations - Population Division (2022)

OurWorldInData.org/fertility-rate • CC BY

Note: The total fertility rate is the number of children that would be born to a woman if she were to live to the end of her child-bearing years and give birth to children at the current age-specific fertility rates.

# Průměrný počet dětí na ženu 1950-2100 (*úhrnná plodnost*)



A průměrný počet dětí na ženu se podle projekce bude snižovat i nadále....

Source: United Nations - Population Division (2022)

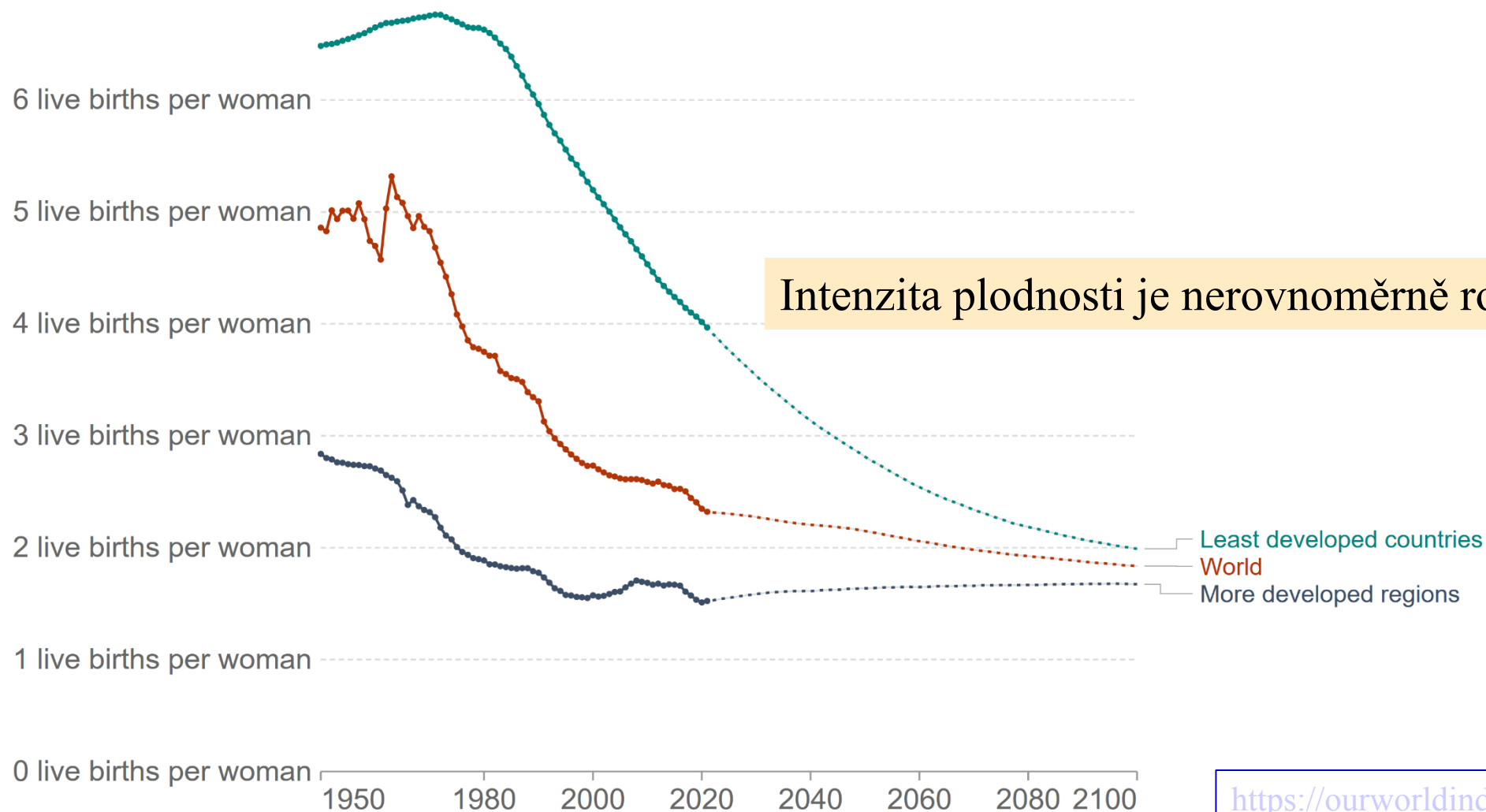
OurWorldInData.org/future-population-growth • CC BY

Note: The total fertility rate is the number of children that would be born to a woman if she were to live to the end of her child-bearing years and give birth to children at the current age-specific fertility rates.

# Průměrný počet dětí na ženu 1950-2100 ve vyspělých a nejméně vyspělých zemích

## Fertility rate: children per woman

Our World  
in Data



Intenzita plodnosti je nerovnoměrně rozložena

<https://ourworldindata.org/future-population-growth>

Source: United Nations - Population Division (2022)

OurWorldInData.org/future-population-growth • CC BY

Note: The total fertility rate is the number of children that would be born to a woman if she were to live to the end of her child-bearing years and give birth to children at the current age-specific fertility rates.

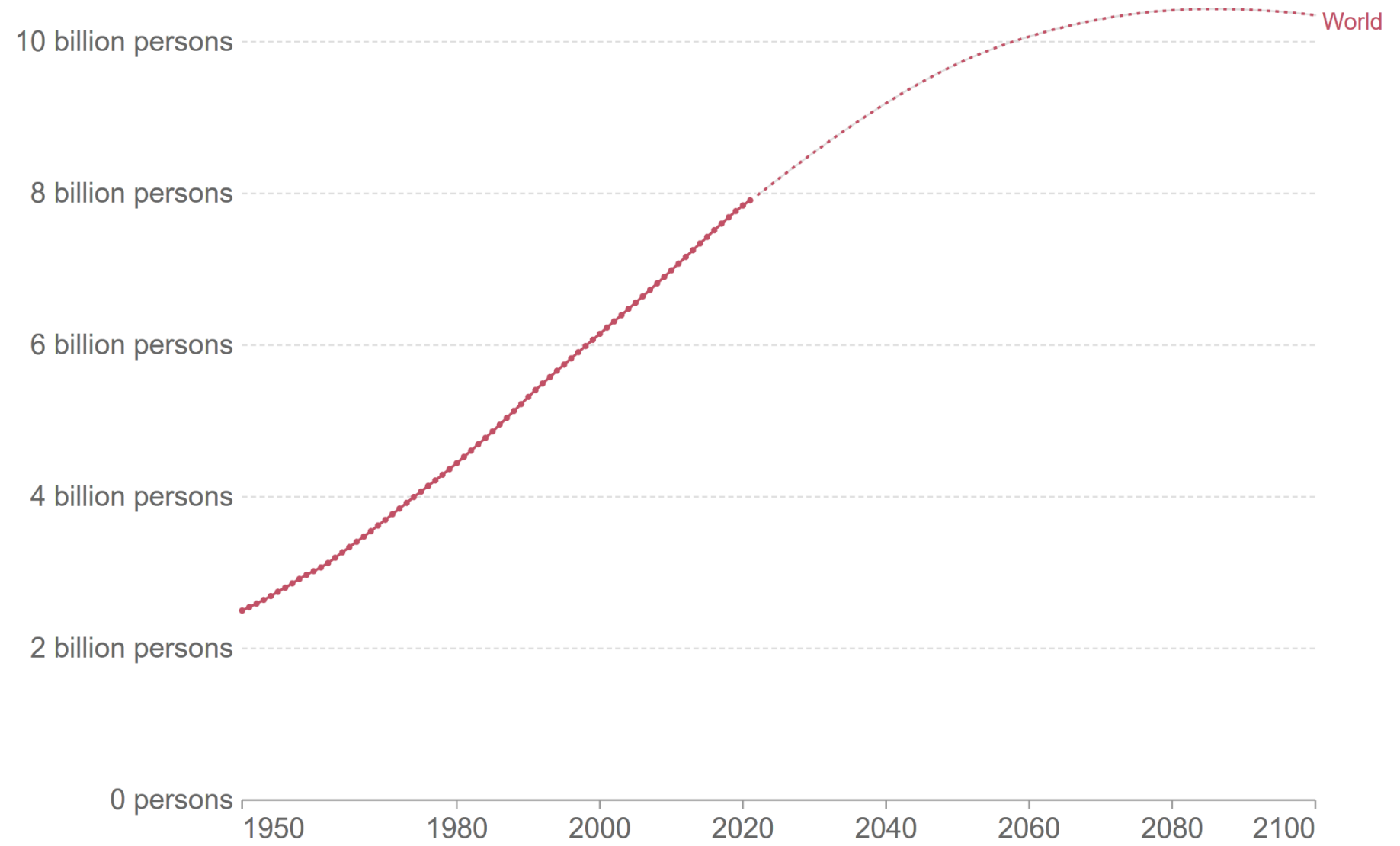
Takže:

Navzdory **snižujícím se mírám růstu a snižujícím se mírám počtu narozených** dětí se počet obyvatel světa bude po nějakou dobu **zvyšovat**:  
viz graf

Střední varianta projekce  
OSN do r. 2100

# Population, including UN projections, 1950 to 2100

Future projections are based on the UN's medium-fertility scenario.

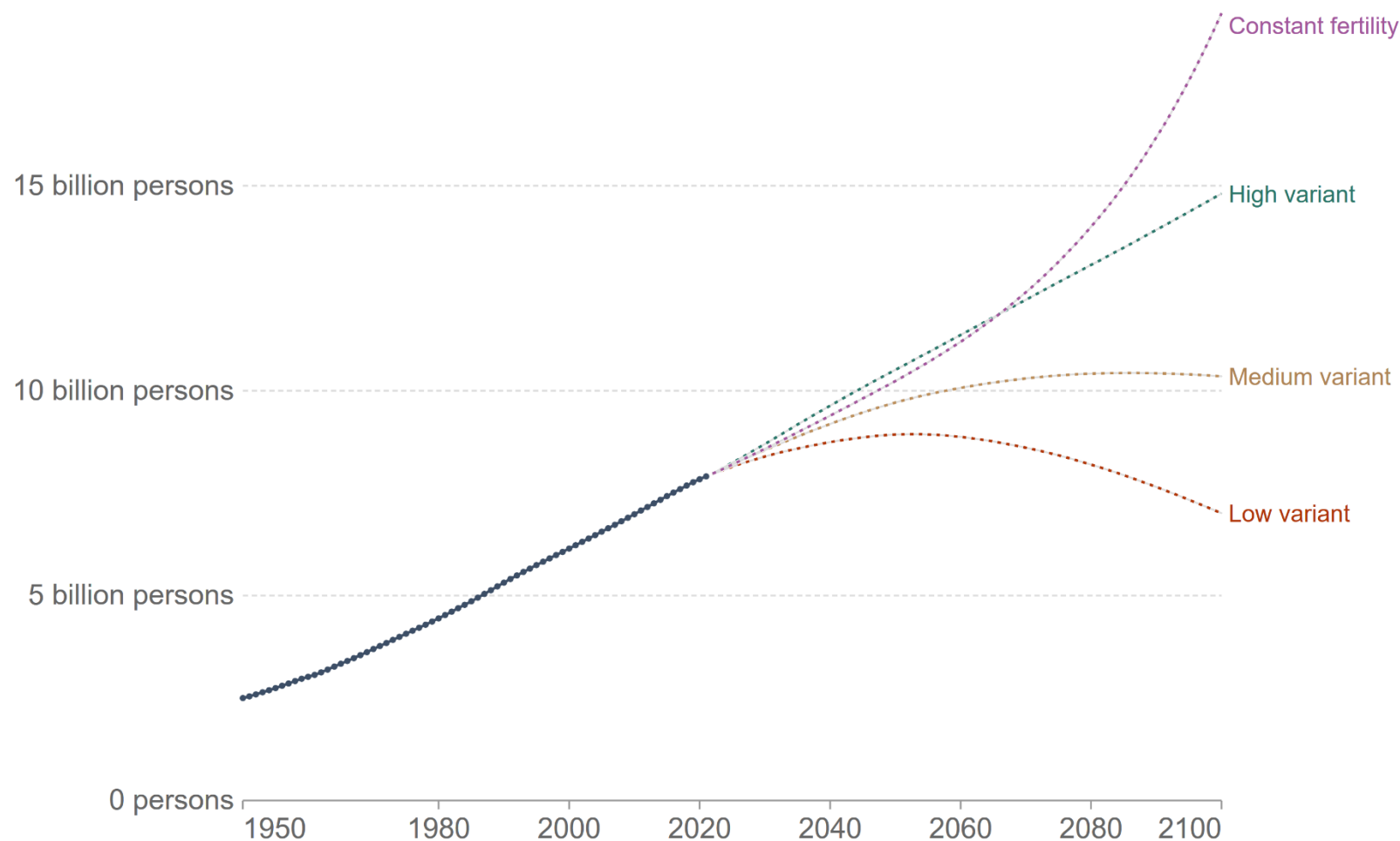




## Varianty projekce OSN do r. 2100

Our World  
in Data

Future projections onwards depict different fertility scenarios.



Source: United Nations - Population Division (2022)

OurWorldInData.org/future-population-growth • CC BY

Scénář **konstantní plodnosti** (**Constant fertility**) předpokládá, že plodnost zůstává ve všech zemích konstantní na úrovni předpokládané pro rok 2022

V rámci **vysoké varianty** projekce (**High variant**) se předpokládá, že plodnost bude o 0,5 porodu vyšší než plodnost ve středním scénáři

**Střední varianta projekce** (**Medium variant**) předpokládá ten nejpravděpodobnější populační vývoj

V rámci **nízké varianty** (**Low variant**) se předpokládá, že plodnost bude o 0,5 porodu nižší než plodnost ve středním scénáři

Pokud nastane vysoká varianta vývoje, tj. ženy budou mít o 0,5 dětí v průměru více, než počítá střední varianta projekce, pak svět může mít v r. **2050 až 10,8 miliard** obyvatel.

Pokud nízká varianta (počet dětí na ženu o 0,5 dětí méně než ve střední variantě), pak svět bude mít v r. 2050. **7,8 miliard**.

## Projekce obyvatel světa z r. 2022 (World Population Prospects 2022)

Kolik nás nyní je a kolik nás bude v r. 2050?

V listopadu 2020 dosáhne populace Země **8 miliard lidí**

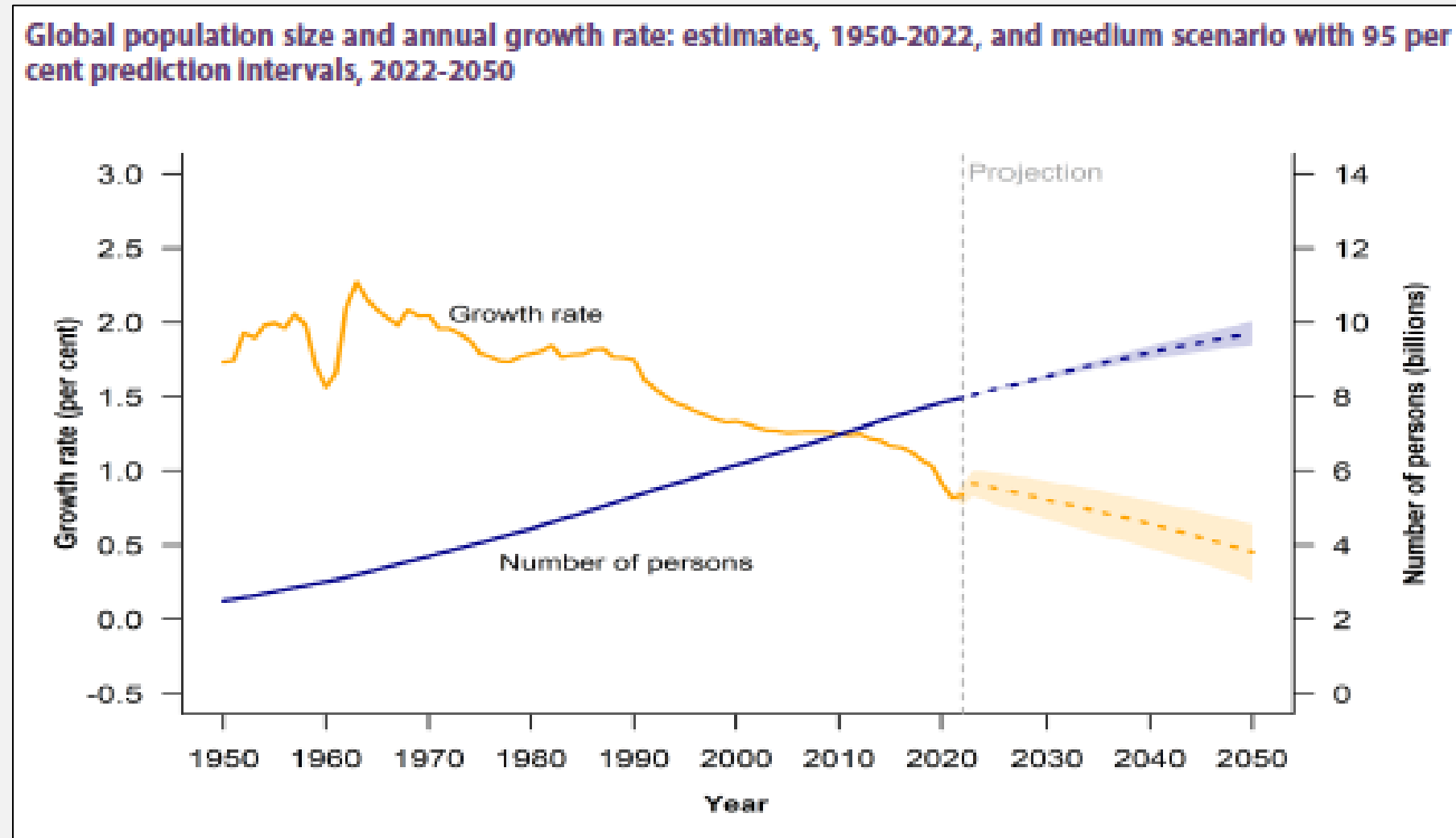
Projekce do r. 2050: (podle World Population Prospects 2022):

|                   |              |                     |
|-------------------|--------------|---------------------|
| Nízká varianta:   | 8,9 miliard, |                     |
| Střední varianta: | 9,7 miliard  | <b>9-11 miliard</b> |
| Vysoká varianta:  | 10,6 miliard |                     |

V r. 2100 bude mít svět podle střední varianty projekce 10,4 miliard obyvatel.

Pozor: Všechny údaje projekce je třeba brát s rezervou: je to „předpověď“ budoucnosti a čím dále do se do budoucnosti „díváme“, tím vyšší míra nejistoty (nepřesnosti).

Jak to, že ačkoliv míra růstu klesá a klesat stále bude, celkový počet obyvatel zatím klesat nebude (a bude se naopak zvyšovat)?



Působí faktor věkové struktury, *populační setrvačnost*

# Populační setrvačnost (*population momentum*)

**Populační setrvačnost je efektem věkové struktury.**

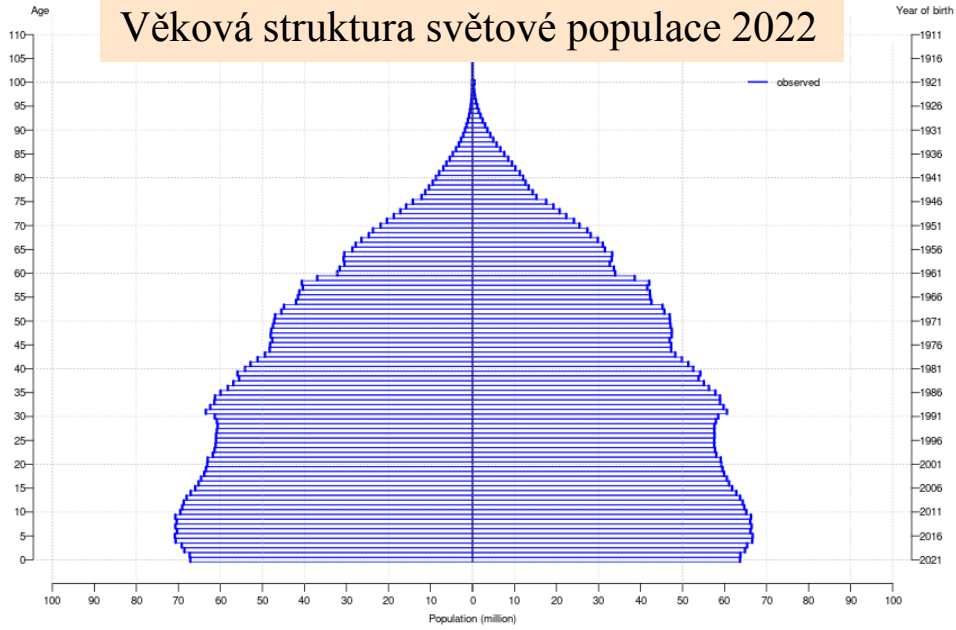
Nastává, když míra plodnosti klesá až na úroveň prostého zachování reprodukce populace (2,1 dítěte na ženu) nebo pod ni, ale počet obyvatel nadále roste v důsledku **věkové struktury populace.**

Jakmile **velký počet mladých lidí** vstoupí do reprodukčního věku, budou mít vlastní děti. I kdyby u této generace pokračovala intenzita plodnosti pod úrovní reprodukce, samotný počet žen rodících děti převyší celkový počet úmrtí a **udrží populaci v růstu po dobu příštích padesáti až sta let.**

Takže čím vyšší je podíl mladých lidí v populaci, tím větší růst jejich země zaznamená, a to i dlouho poté, co míra porodnosti klesne.

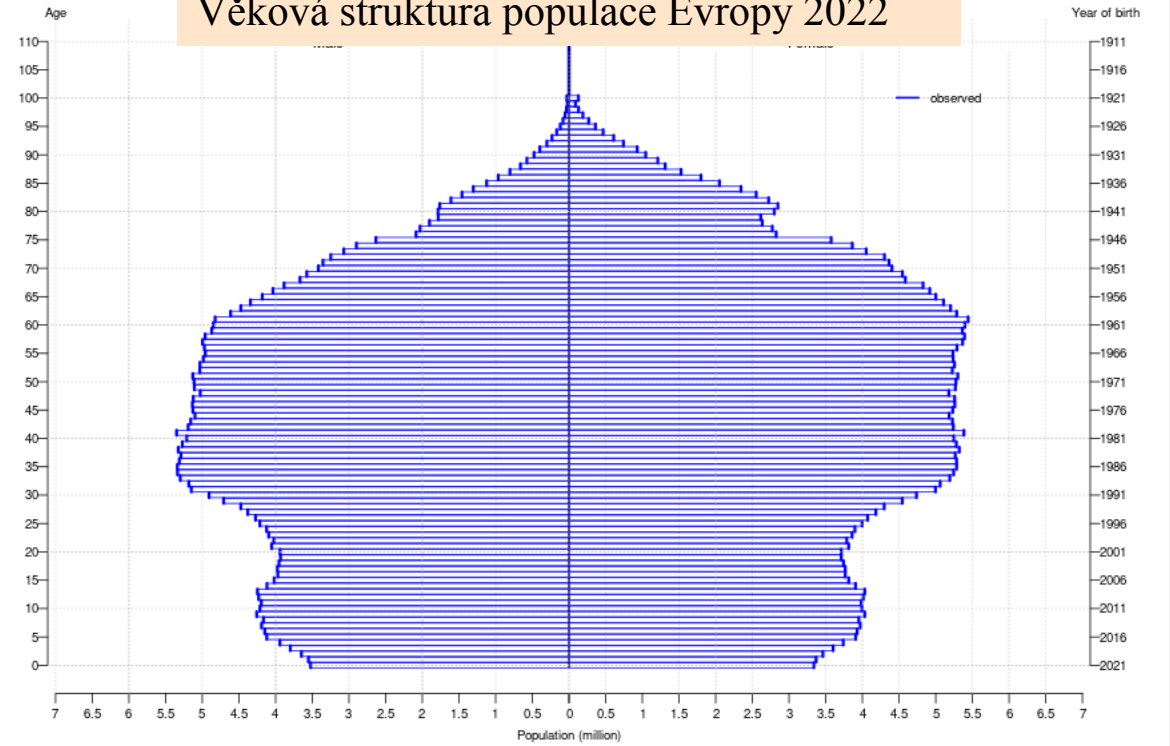
Graficky:

## Věková struktura světové populace 2022



© 2022 United Nations, DESA, Population Division. Licensed under Creative Commons license CC BY 3.0 IGO.  
United Nations, DESA, Population Division. *World Population Prospects 2022*. <http://population.un.org/wpp/>

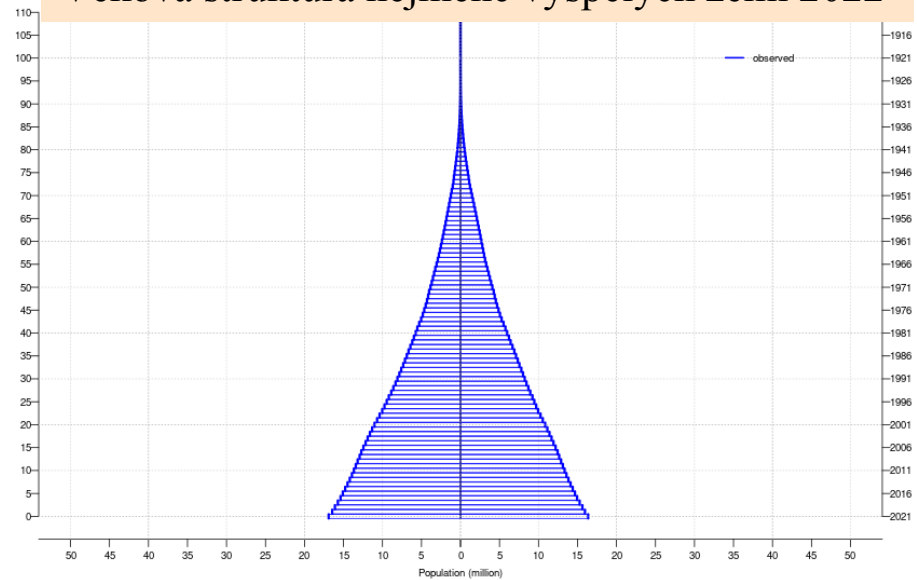
## Věková struktura populace Evropy 2022



© 2022 United Nations, DESA, Population Division. Licensed under Creative Commons license CC BY 3.0 IGO.  
United Nations, DESA, Population Division. *World Population Prospects 2022*. <http://population.un.org/wpp/>

<https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Pyramid/900>

## Věková struktura nejméně vyspělých zemí 2022



© 2022 United Nations, DESA, Population Division. Licensed under Creative Commons license CC BY 3.0 IGO.  
United Nations, DESA, Population Division. *World Population Prospects 2022*. <http://population.un.org/wpp/>

[https://papp.iussp.org/sessions/papp103\\_s08/PAPP103\\_s08\\_050\\_010.html](https://papp.iussp.org/sessions/papp103_s08/PAPP103_s08_050_010.html)

# Kolik obyvatel světa je schopna naše Země uživit?

Zopakujeme, kolik nás podle projekce bude:

|       |                |
|-------|----------------|
| 2022: | 8 miliard      |
| 2030: | 8,6 miliard    |
| 2050: | 9,7 miliard    |
| 2075: | 10,37 miliardy |
| 2100: | 10,35 miliard  |

# Z čeho vycházejí odhady počtu velikosti populace, kterou je Země schopna uživit?

**Z průměrného denního počtu kalorií** nezbytných pro minimální množství energie potřebné k udržení kritických tělesných funkcí (liší se podle pohlaví, tělesné velikosti a věku, ale pracuje se s průměry):

Odhad se pohybuje mezi **2100 kcal/osoba/den** - *Smil (1994)* nebo

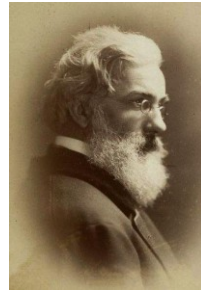
**2000-2105 kcal/osoba/den** - *Millward-Hopkinsa, Steinberger, Rao, Oswald (2020)*.

Při řešení této otázky se musí brát v úvahu vzájemné vazby mezi:

- možnostmi Země poskytnout **půdu pro produkci potravin**,
- zdroji **energie** pro ekonomiku
- celkovou úrovní **spotřeby**.

## Odhady kolik obyvatel je schopna Země uživit

**1891** Ernst Ravenstein (německo-britský geograf, autor knihy *Theory of Migration*)



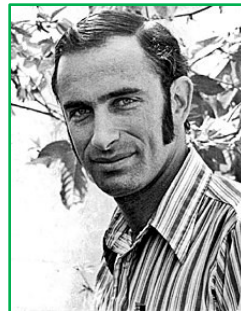
**cca 6 miliard**

**1972** Dennis Meadows (americký ekonom a prognostik; Římský klub; *The Limits to Growth* (Meze růstu))



**11,5 miliard**

**1968** Paul Ehrlich (americký biolog; autor knihy *The Population Bomb* (1968))



**3,7 miliard**

V r. 2018 je ještě striktnější: optimální počet obyvatel se pohybuje mezi **1,5 a 2 miliardami**

<https://www.theguardian.com/cities/2018/mar/22/collapse-civilisation-near-certain-decades-population-bomb-paul-ehrlich>



**1994** Vaclav Smil (kanadský geograf narozený v Plzni)



**10 miliard**

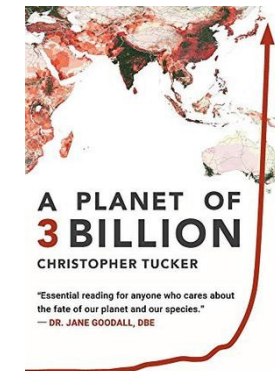
V r. 2012 skupina vědců analyzovala pro OSN 65 odhadů **únosného počtu obyvatel.**  
Jejich závěr: **asi 8 miliard.**

**2019**

**Chris Tucker**, geograf, předseda Americké geografické společnosti  
autor knihy



**3 miliardy**



**Uvedené odhady se pohybují mezi 3 -- 11 miliardami**

Studie naznačují, že pokud bude mít budoucí populace 11-12 miliard lidí, bude se muset **zdvojnásobit celosvětová produkce potravin**.

Zastavení populačního růstu a následný pokles počtu obyvatel v důsledku nižší porodnosti jsou nezbytnými kroky k vytvoření **ekologicky udržitelných společností**. Tím umožníme budoucím populacím, lidským i nelidským, prosperovat i v daleké budoucnosti.

**Jenže obyvatelé (třetího) světa nechtějí pouze přežít, chtějí mít slušnou (decentní) životní úroveň.**

Článek v časopise *Science of the Total Environment*, 2022):

Environmentální analytici považují za **udržitelnou lidskou populaci** takovou, která se těší *skromné, spravedlivé životní úrovni střední třídy* na planetě, která si uchová svou biologickou rozmanitost a minimalizuje nepříznivé vlivy související s klimatem. Velikost takové populace odhadují na **2 až 4 miliardy** lidí.

*Crist, E., Ripple, W. J.; Ehrlich, P. R., Rees, W. E., Wolf, C. (2022). "Scientists' warning on population". *Science of the Total Environment*.*

## S termínem *udržitelný rozvoj* se pojí termín *únosná kapacita Země*

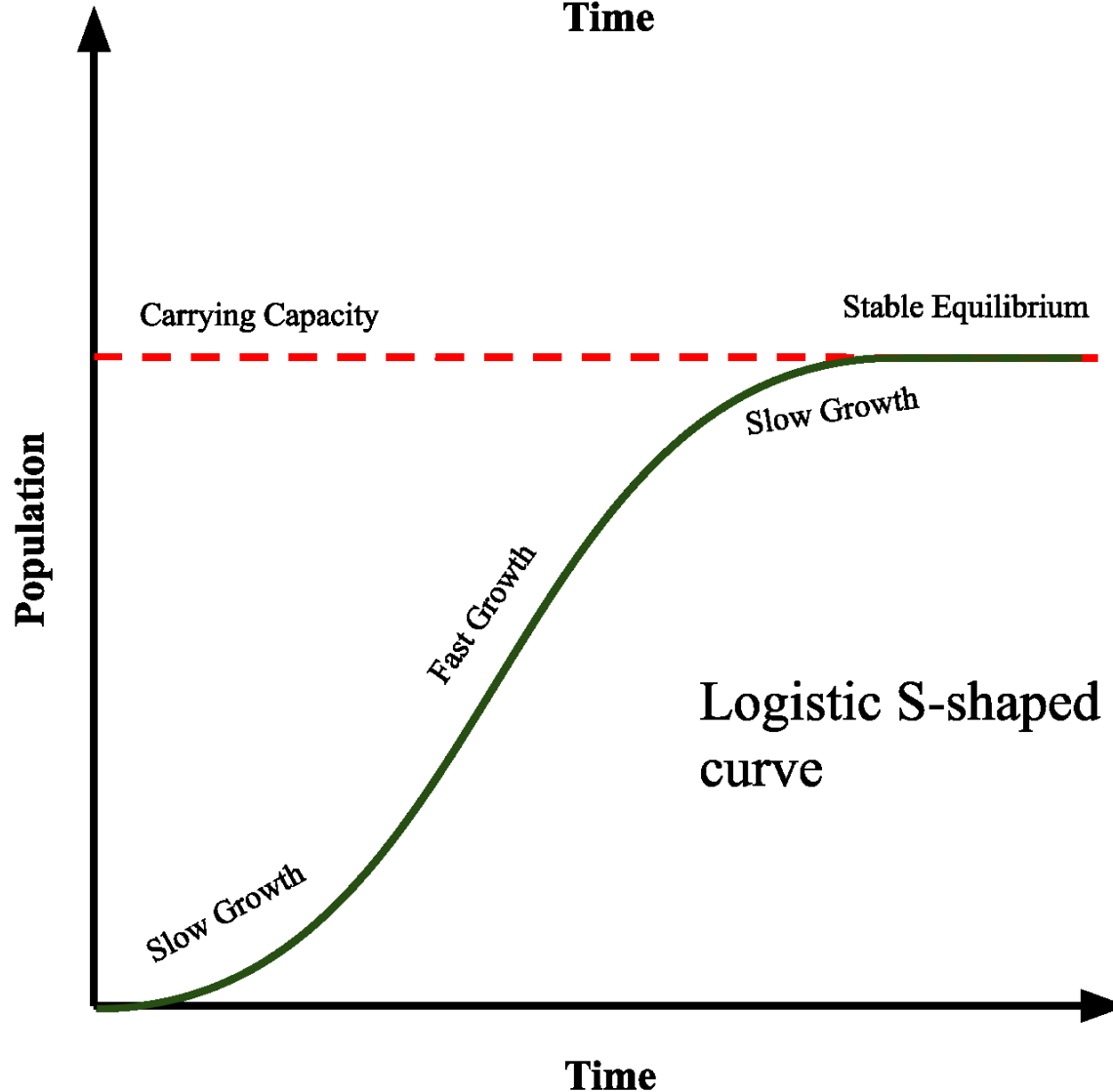
**Únosná kapacita\*** prostředí (*Carrying Capacity, K*) je **maximální velikost populace** biologického druhu, kterou je možné v daném **prostředí udržet** za předpokladu, že je k dispozici potrava, životní prostředí, voda a další zdroje.

\*koncept pochází z biologie

Vliv únosné kapacity na populační dynamiku je modelován pomocí logistické funkce.

# Únosná kapacita a velikost populace – ideální model

**Figure 1: Logistic Growth of Population Size Over Time**



Carrying capacity is the amount of organisms within a region that the environment can support sustainably

Stable equilibrium is met when the population aligns with the carrying capacity line

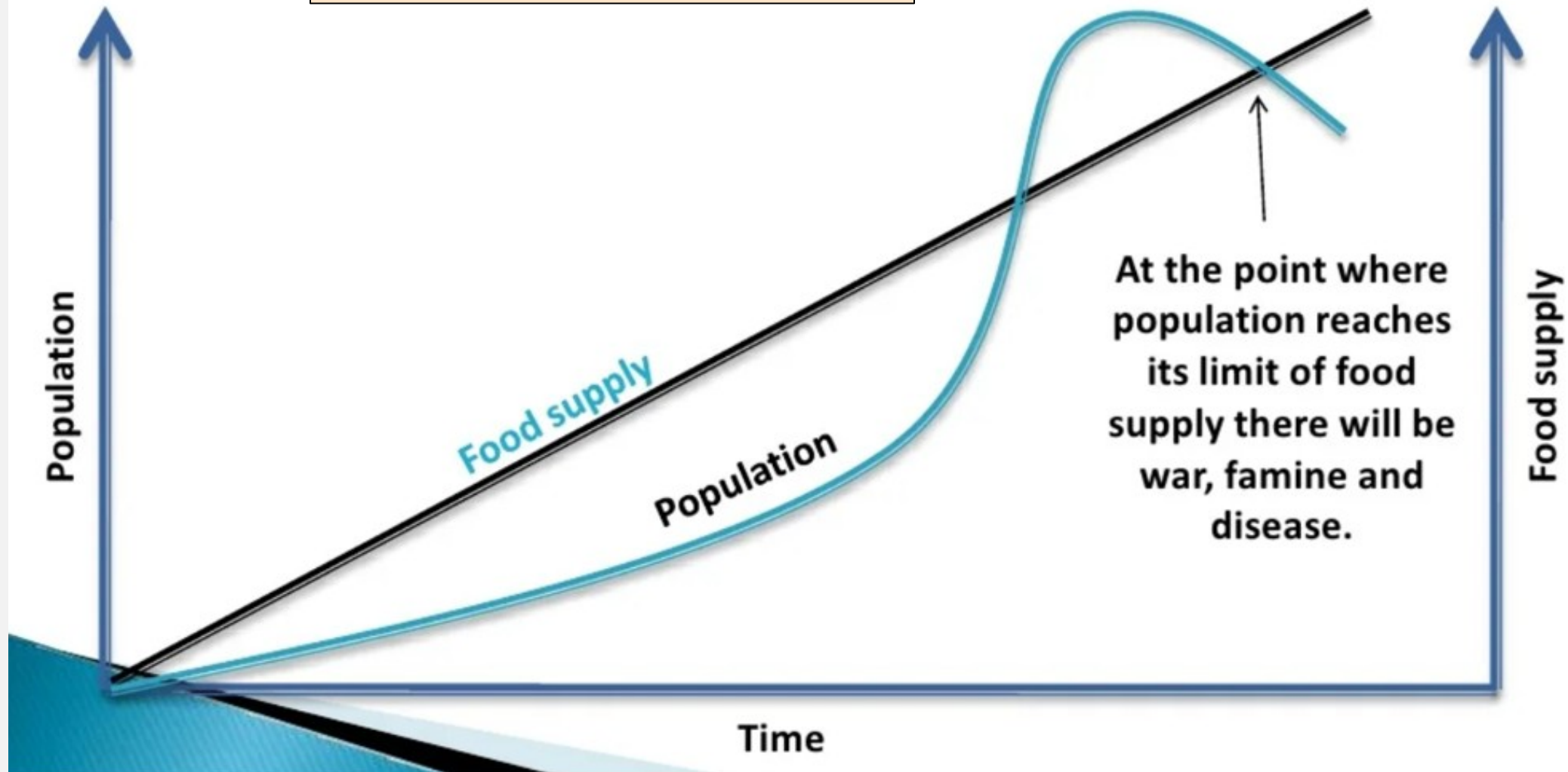
Slow growth occurs when natality is slightly above mortality, for fast growth natality is drastically greater than mortality

The S-shaped logistic curve is formed when growth rate decreases as carrying capacity is approached by the population

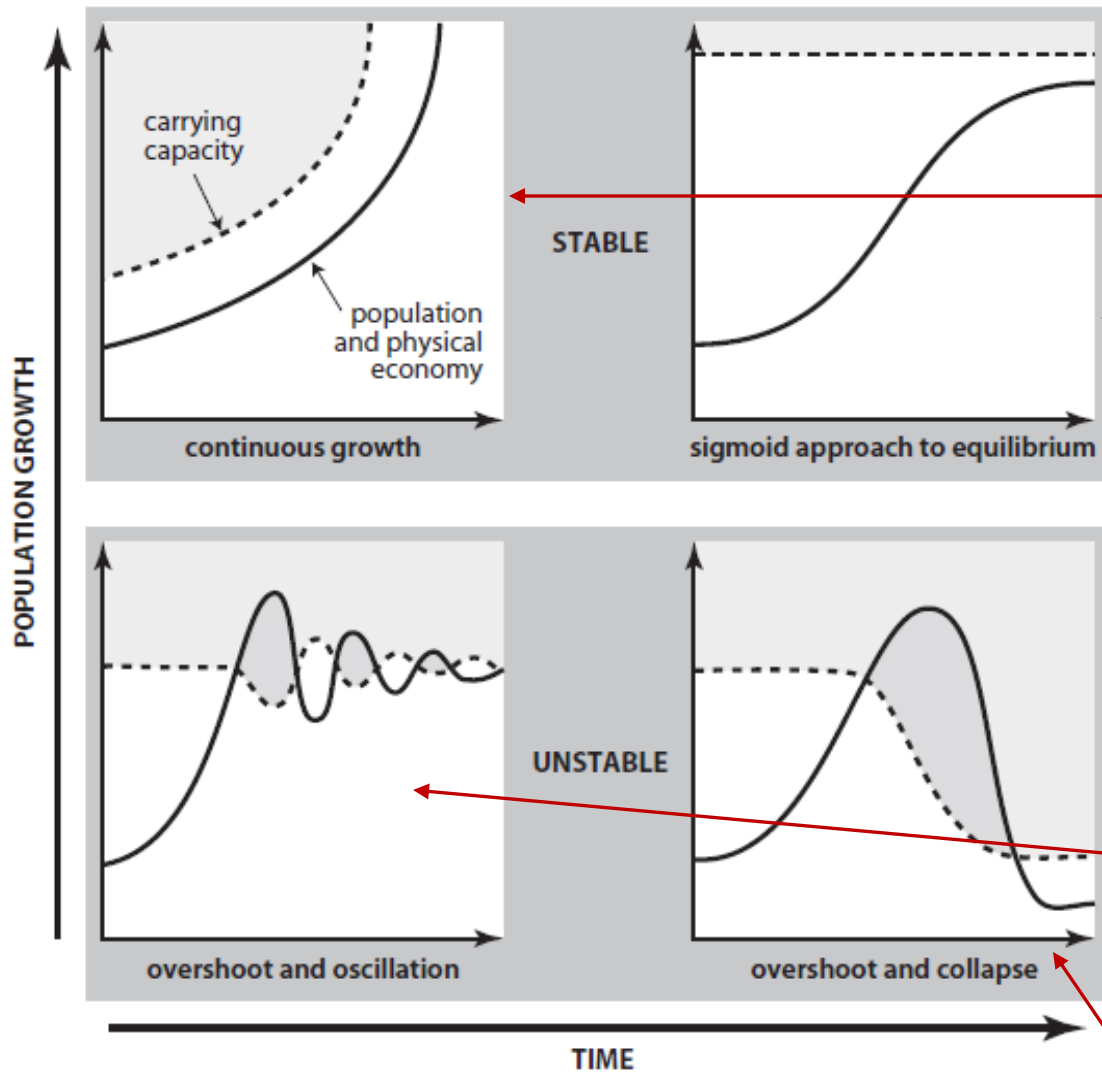
Ale: Thomas Malthus  
(1766-1834)

# Únosná kapacita a velikost populace – Malthusiánská katastrofa

Model Malthusiánské katastrofy



# Velikost populací a únosná kapacita: 4 modely



Horní modely jsou **STABILNÍ**, neboli adaptivní (rovnovážné) modely. Populační růst zde reaguje na podmínky prostředí a roste až do únosné kapacity, nikoli však za ni.

Model vlevo nahoře: únosnost se zvyšuje s rozvojem technologie a kultury, takže populace může dále růst. J-křivka

Model vpravo nahoře: únosná kapacita představuje pevný limit, ke kterému se velikost populace svým růstem přibližuje, ale nepřekoná.

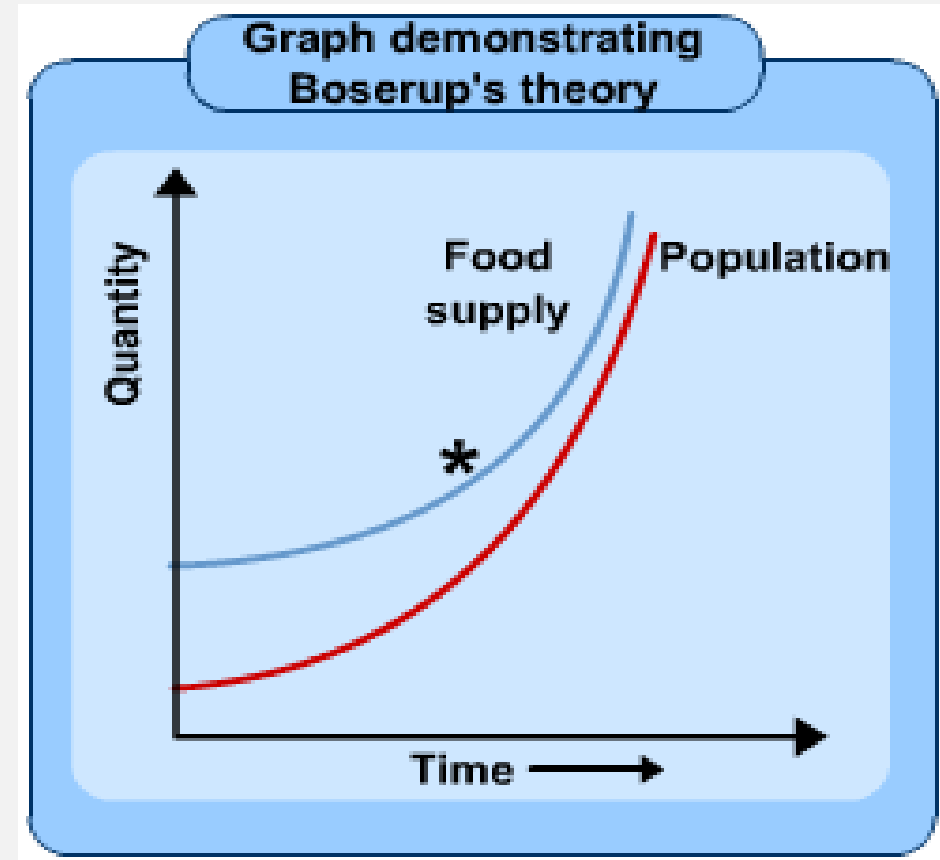
Rozhodujícím rysem obou modelů je, že **růst populace reaguje na omezenou** únosnou kapacitu před dosažením limitů růstu, čímž se zabrání kolapsu.

2 spodní modely jsou **NESTABILNÍ**, neboli modely *OVERSHOOT* (přestřelení). V obou případech **růst populace nereaguje** na omezení růstu, **dokud nepřekročí** únosnou kapacitu.

Model vlevo dole: model opožděné růstové reakce populace. Růst je zastaven, protože populace dosáhne limitu K, populace klesne pod K, ale pak znovu stoupne atd. Toto je **model Malthusova dilematu**.

Model vpravo dole: nárůst populace, **přestřelení K** v takové velikosti, že dojde ke katastrofálnímu poškození životního prostředí, systém se zhroutí, populace vymírá....

**Ester Boserup** (1910-1999) – optimistický model vztahu mezi možnostmi obživy a velikostí populace:  
*„Nezbytnost je matka vynálezů“*



Boserup (na rozdíl od Malthuse) říká, že nabídka potravin se zvýší, aby se přizpůsobila růstu populace.

Jakmile obyvatelstvo zjistí, že se blíží nedostatek potravin, najde způsob, jak zvýšit nabídku (nové technologie, lepší osiva nebo nové zemědělské metody).

# Ekologická stopa a biologická kapacita

Úzce související pojem s únosnou kapacitou je **ekologická stopa** (*ecological footprint - EF*), která udává, jak je daná populace ekologicky udržitelná.

**Ekologická stopa** (*ecological footprint, EF*) je měřítkem lidského nároku na zemský ekosystém. Ekologická stopa říká, **kolik metrů čtverečních Země potřebuje člověk pro svůj život**. Jednotka v sobě obsahuje vše od získání potravin, dopravu až po odpad, který člověk vyprodukuje. Pro výpočty na úrovni města, státu, celé Země se používá jednotka **globální hektar**.

Termín „ekologická stopa“ se používá v kontrastu k **biologické kapacitě** (biokapacitě).

**Biologická kapacita** (BK) je schopnost ekosystémů produkovat použitelné biologické materiály a zároveň absorbovat odpady produkované lidmi (při použití známých pěstebních, těžebních a výrobních technologií a metod řízení). Jednotkou BK je globální hektar

**Ekologické stopa** populace = **lidská poptávka** po přírodním kapitálu

**Biokapacita území**, na němž populace žije = **ekologická nabídka** přírodního kapitálu

Když: Poptávka – nabídka je kladné číslo = ekologický deficit

Když: Poptávka – nabídka je záporné číslo = ekologický „nedeficit“, tj. populace nepřekračuje únosnou kapacitu

Pokud **ekologická stopa populace** (poptávka) < **než biokapacita** (nabídka) území = populace **žije v rámci únosné kapacity**

Pokud **ekologická stopa populace** (poptávka) > **než biokapacita** (nabídka) území = populace **přesáhla únosnou kapacitu území** a vykazuje ekologický deficit.



# Ekologická stopa a biologická kapacita

**Ekologické stopa** populace = **lidská poptávka** po přírodním kapitálu  
**Biokapacita území**, na němž populace žije = **ekologická nabídka** přírodního kapitálu)

Když:

Ekol. Stopa - Biokapacita je kladné číslo = **ekologický deficit**, populace **přesáhla únosnou kapacitu území**, neboť poptává více, než příroda může nabídnout

Ekol. Stopa (poptávka) – biokapacita (nabídka) je záporné číslo = ekologický nedeficit, tj. populace **nepřekračuje únosnou kapacitu**, neboť poptává méně, než příroda může nabídnout.

Světová průměrná ekologická stopa v roce **2017** byla:

2,77 globálního hektaru na osobu.

Průměrná biokapacita byla:

1,60 globálního hektaru na osobu.

Výsledek: **globální deficit** (ekologický dluh):  $2,77 - 1,60 = \mathbf{1,17}$  globálního hektaru/osoba

**V r. 2020:**

**Ekologická stopa ČR (Poptávka): 5,47** globálních hektarů/osoba,

**Biologická kapacita ČR (nabídka): 2,36** globálních hektarů/osoba

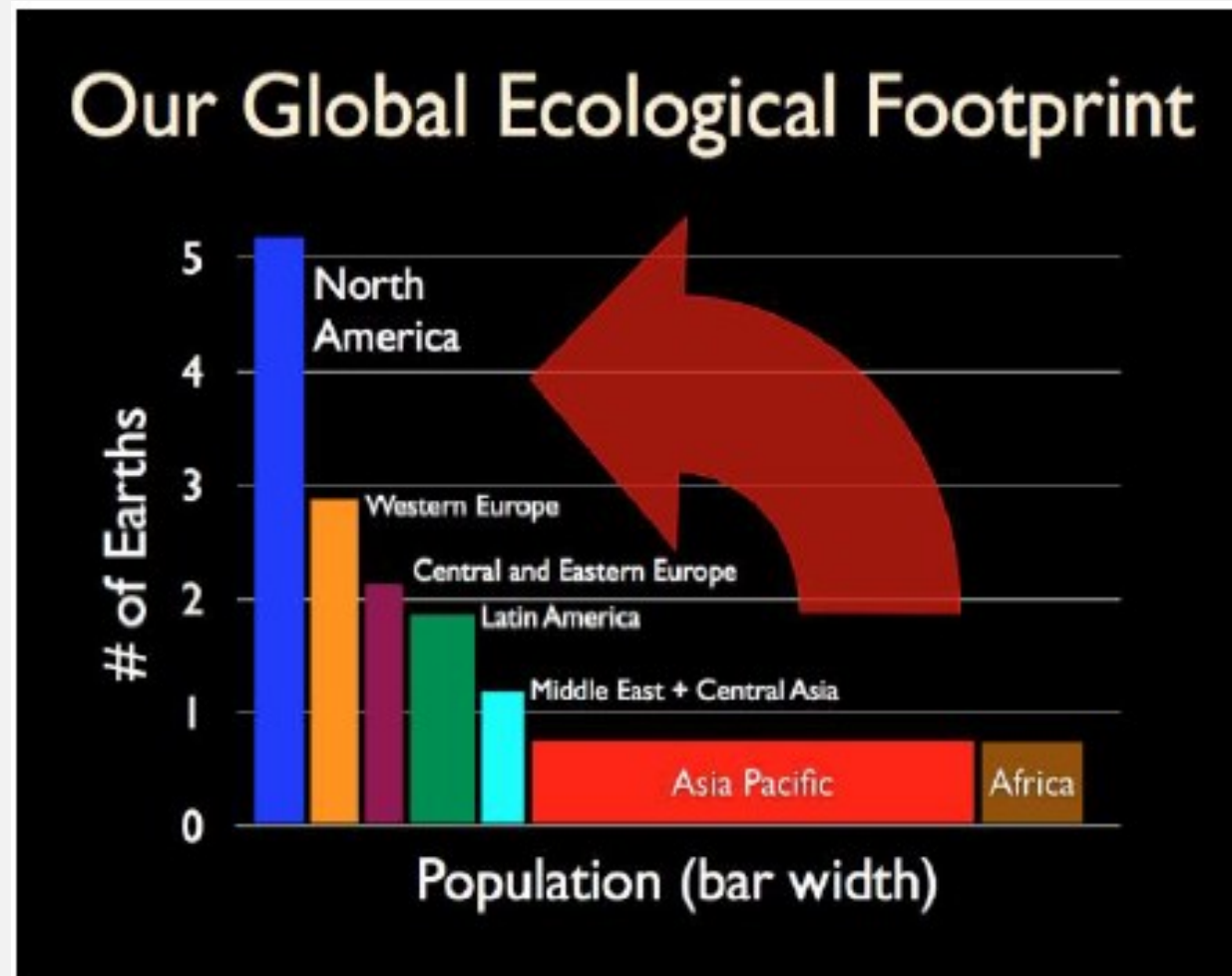
**Ekologický deficit (dluh) ČR:  $5,73 - 2,67 = \mathbf{3,11}$**  globálních hektarů na osobu.

Ekologická stopa podle zemí:

<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/ecological-footprint-by-country>

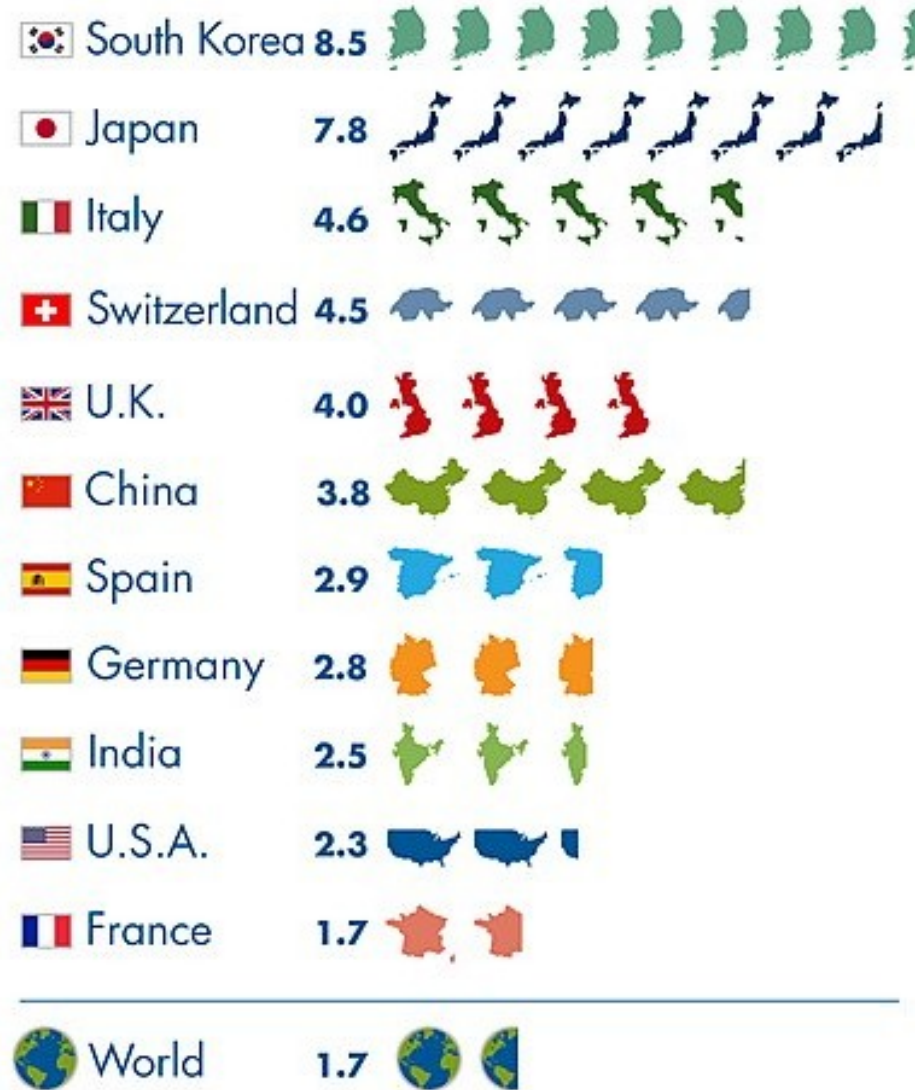
Co říká tento obrázek: Pokud zbytek světa bude konzumovat stejným způsobem jako USA, bude to neudržitelné.

K uspokojení takové poptávky by bylo zapotřebí zdrojů v hodnotě 5 Zemí! Pokud konzumní vzorec bude západoevropský, bude potřeba cca 3 Zemí



## Jemnější výpočty:

Kolik zemí je zapotřebí, aby byla uspokojena a poptávka jejich obyvatel



**Jak rychle je možné redukovat světovou populaci v závislosti na demografických a sociálních faktorech?  
Je snížení počtu obyvatel rychlým řešením environmentálních problémů?**

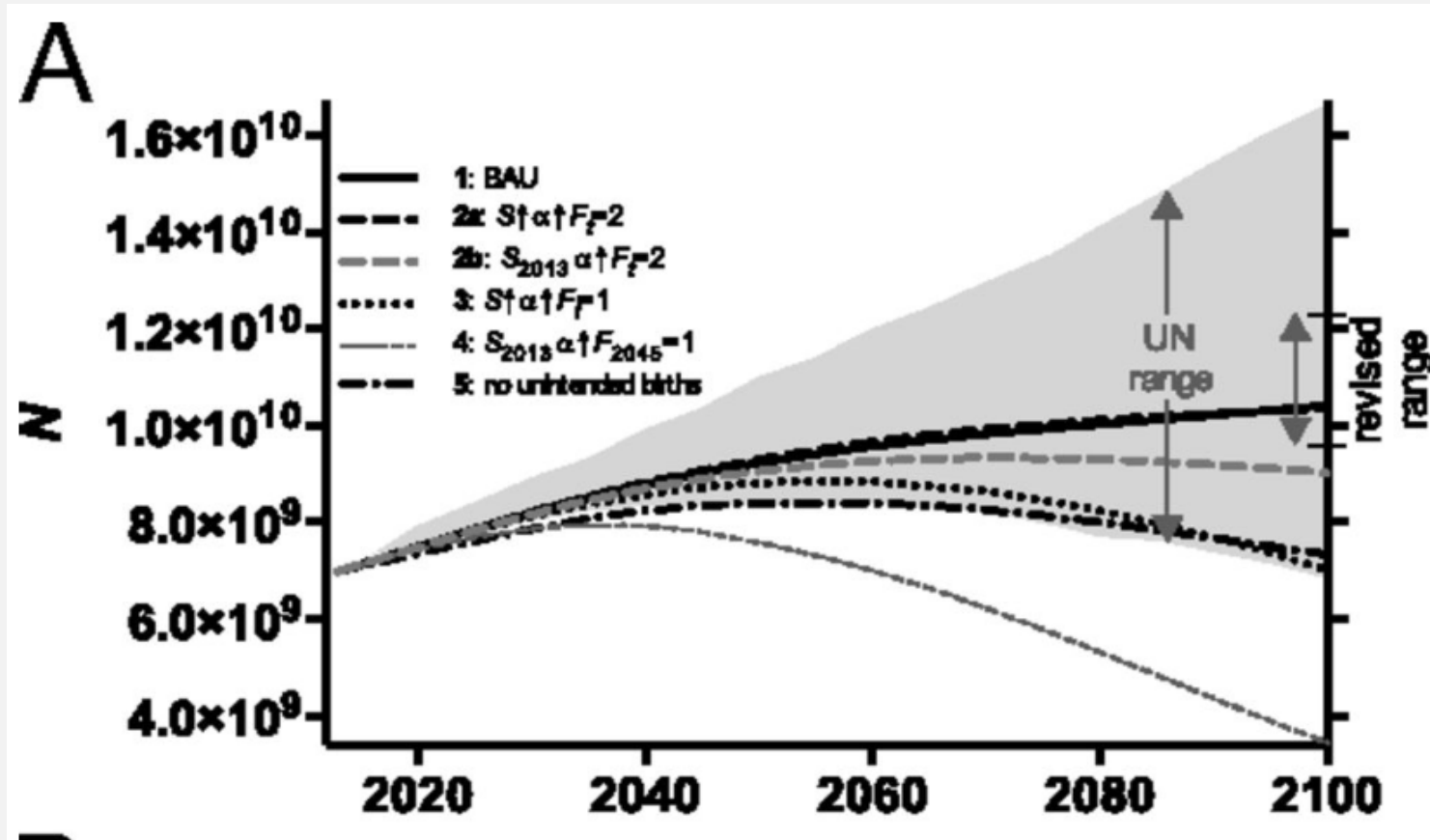
**Odpověď:**

Corey J. A. Bradshaw and Barry W. Brook (2014)

**Human population reduction is not a quick fix for environmental problems**

[Literatura-referát-seminárka\Population reduction-not a fix for enviro\\_problems.pdf](#)

## Scenario-based projections of world population from 2013 to 2100.



Scénář 1: Populační růst za předpokladu konstantních věkově specifických měr porodnosti a úmrtnosti.

Scénář 2a: Redukce úmrtnosti ( $M$ ), zvýšení věku v době 1. porodu ( $\alpha$ ), snižování plodnosti na 2 děti do roku 2100; Pozn. Když se snižuje úmrtnost, přežívá více dětí a populace se zvětšuje

Scénář 2b: Totéž jako ve scénáři 2a, ale bez snížení úmrtnosti;

Scénář 3: Totéž jako ve scénáři 2a, ale plodnost se sníží na 1 dítě na ženu;

Scénář 4: Totéž jako ve scénáři 3, ale bez snížení úmrtnosti, plodnost se do r. 2045 sníží na 1 dítě a pak bude konstantní do r. 2100;

Scénář 5: nebude docházet k žádným nechtěným těhotenstvím (všechna budou plánovaná).

*Vysoký a nízký scénář projekce OSN je naznačen šedou barvou. Je naznačen i revidovaný interval projekce (revised range).*

## **Shrnutí**

Modely ukazují, že současná dynamika růstu globální lidské populace, která je způsobena demografickou setrvačností (*population momentum*), **vylučuje jakákoli demografická „rychlá řešení“.**

I kdyby lidstvo dokázalo velmi silněji intervenovat do politiky plodnosti (prostřednictvím řady ekonomických, lékařských a sociálních intervencí), **výsledek by byl** z hlediska zmírňování bezprostředně hrozících globálních krizí udržitelnosti **neúčinný.**

Model, který předpokládá, že **vůbec nebude docházet k nechtěným těhotenstvím**, ukazuje, že v r. 2100 by byla celosvětová populace pouze o více než **3 miliardy lidí menší** ve srovnání s tím, kdyby takový vývoj nenastal.

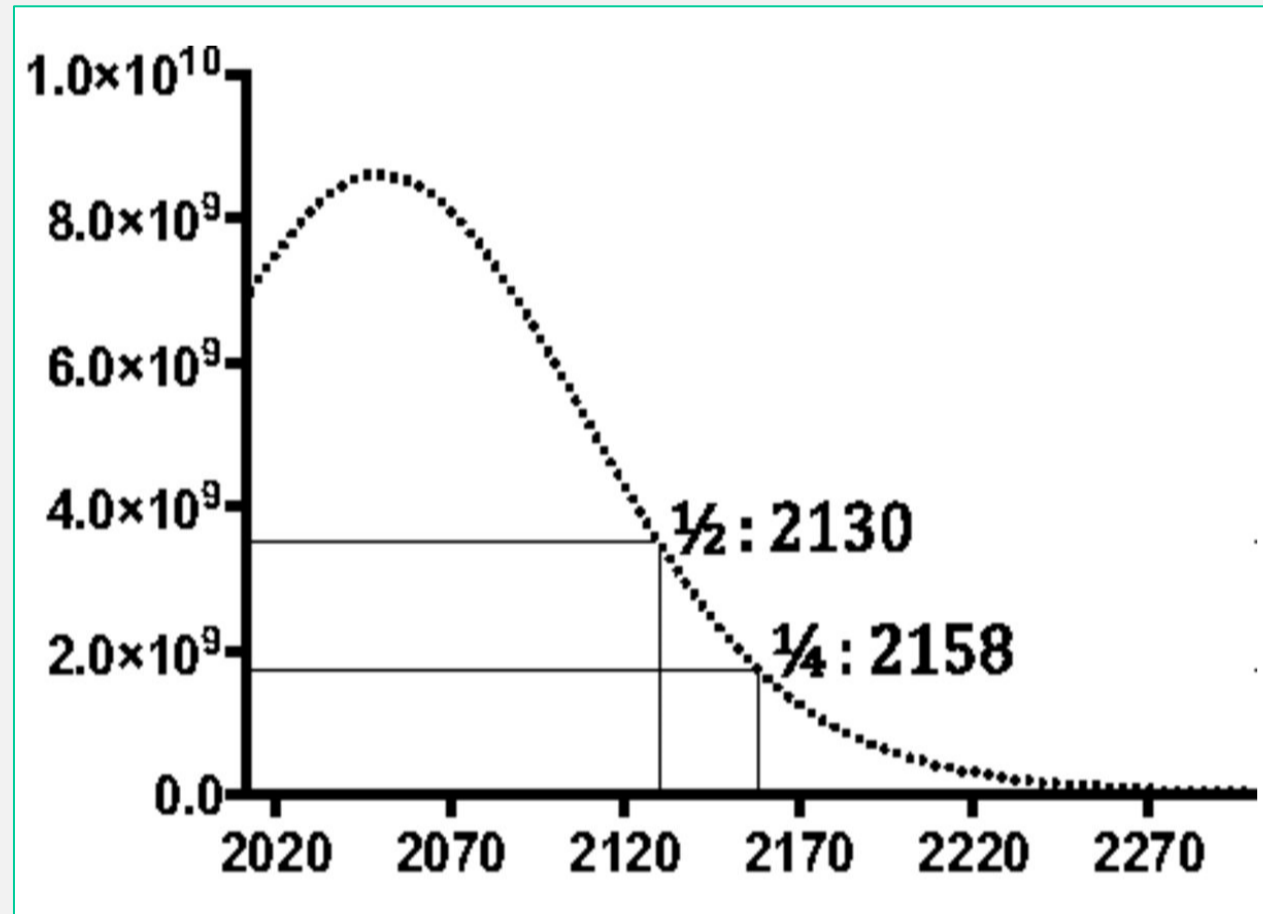
Podobně model globálního posunu k **jednomu dítěti na ženu** do roku 2045 říká, že do konce století by teoreticky mohlo být na Zemi **o 3 miliardy lidí méně.**

Kdyby se celosvětová průměrná plodnost snížila do roku 2010 na dvě děti na ženu, bylo by do roku 2050 na celé planetě (pouze) o **777 milionů lidí méně**, které by bylo třeba uživit.

Tyto výsledky říkají, že efektivní **plánování rodičovství** a reprodukční výchova na celém světě mají potenciál snížit velikost lidské populace a zmírnit tlak na dostupnost zdrojů v dlouhodobém horizontu.

**Ale je to dlouhodobý proces!**

## Scénář 3: Dlouhodobý vývoj 2013-2300

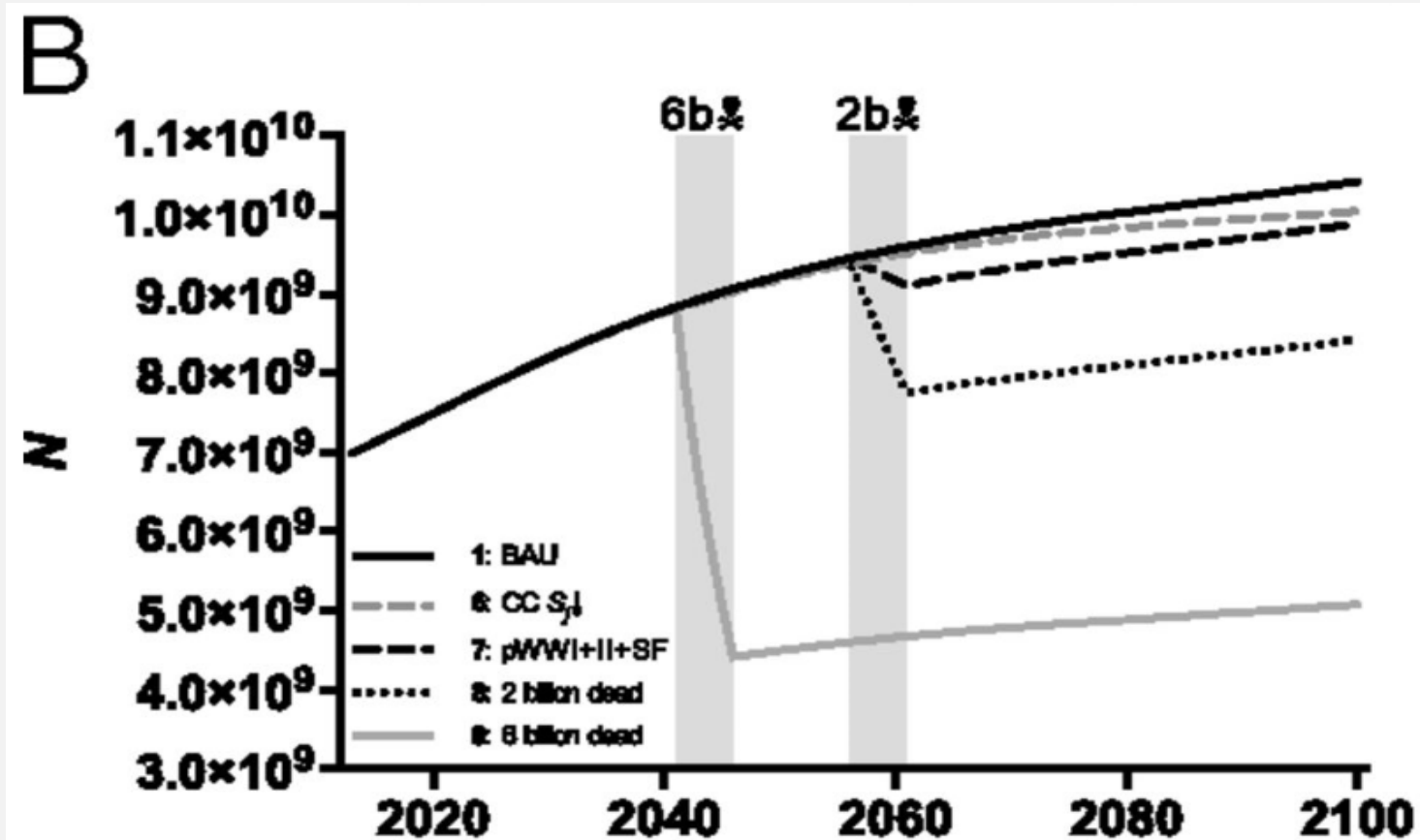


Scénář 3: konstantní věkově specifické míry, předpoklad, že bude dosaženo **celosvětové politiky jednoho dítěte** na ženu do roku 2100 a že po r. 2100 zůstane tato plodnost konstantní.

Světová populace by klesla do roku 2130 na polovinu své velikosti z roku 2013 (necelé 4 mld.) a na čtvrtinu (cca 2 mld.) do roku 2158.



## Scenario-based projections of world population from 2013 to 2100.



Scénář 6: zvýšená dětská úmrtnost z důvodů klimatické změny;

Scénář 7: masová úmrtnost během 5 let, která začne v r. 2056; tato úmrtnost je na úrovni obětí 1. a 2. světové války a obětí španělské chřipky – počty jsou váženy na úroveň velikosti populace v polovině 21. století

Scénář 8: 2 miliardy lidí zabitých z důvodů globální pandemie nebo války během pětiletého období, začátek např. v r. 2056;

Scénář 9: 6 miliard lidí zabitých z důvodů globální pandemie nebo války během pětiletého období, která začne v r. 2041.

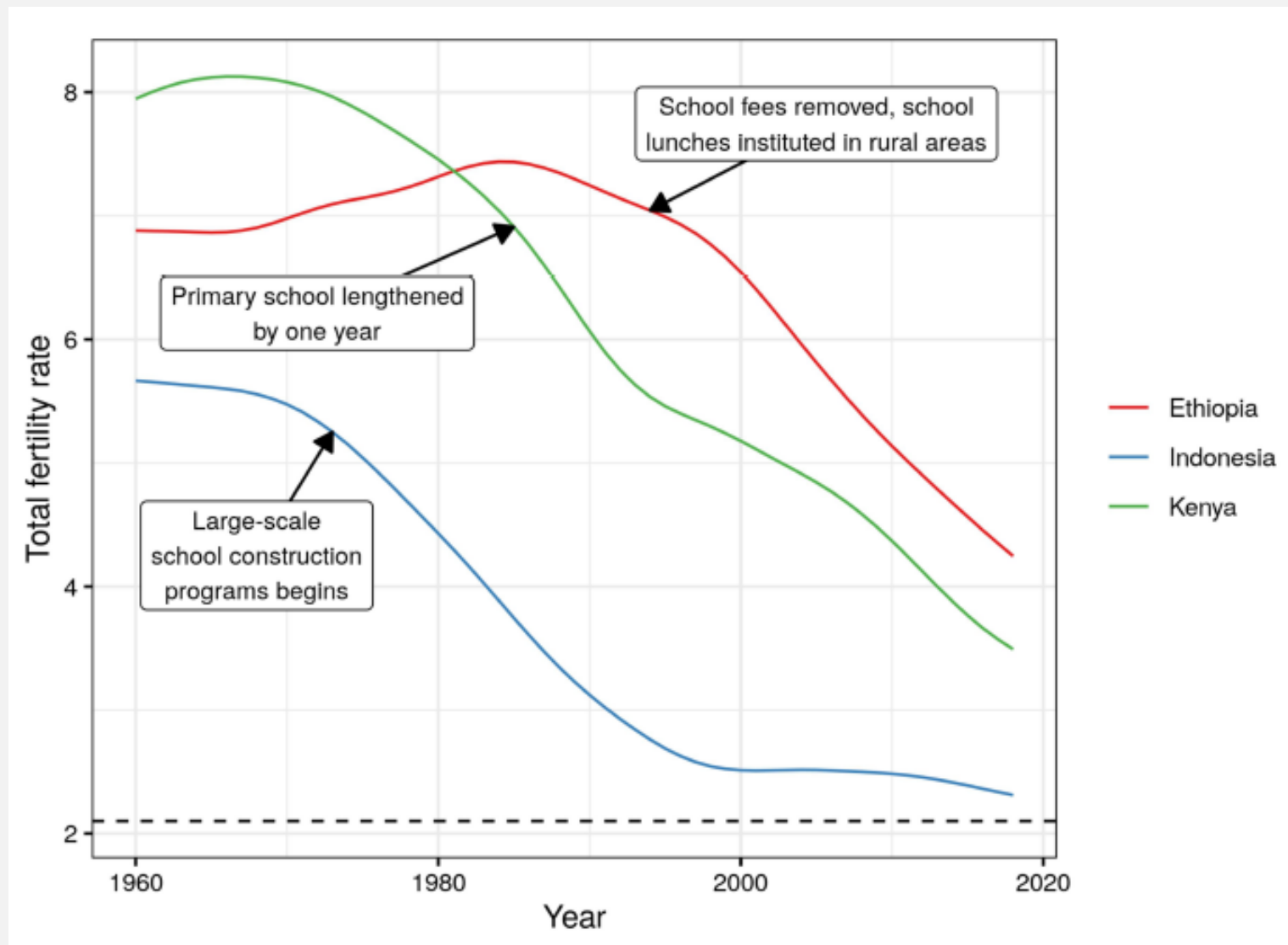
Tato masová úmrtnost jsou v grafu vyznačeny šedými sloupečky.

## **Úmrtí způsobená pandemií nebo války:**

Katastrofický scénář extrémních úmrtí (např. 6 miliard úmrtí během 5 let) ukazuje, že ani tato událost nemůže bez dalších opatření, jako je kontrola plodnosti, zaručit, že počet obyvatel Země se podstatně sníží.

Zásadní otázka, **jaká je optimální velikost lidské populace**, je natolik závislá na technologickém a sociálním pokroku, že na ni nelze dobře odpovědět. Někteří autoři tvrdí, že celkový počet obyvatel Země **mezi 1 a 2 miliardami** by mohl zajistit, že všichni jednotlivci budou žít prosperující život, ale i to za **předpokladu omezené změny spotřeby a omezeného využívání půdy/materiálů**.

## Zvýšení vzdělanosti (žen) snižuje plodnost



Wolf, C., Ripple, W. J., Crist, E. (2021). 'Human population, social justice, and climate policy'. *Sustainability Science*, 16:1753–1756.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-021-00951-w>

# Fenomén Greta Thunberg

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Greta\\_Thunbergov%C3%A1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Greta_Thunbergov%C3%A1)

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Greta\\_Thunberg\\_speeches](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Greta_Thunberg_speeches)

**GRETA  
THUNBERG**

**NO ONE  
IS TOO SMALL  
TO MAKE  
A DIFFERENCE**



## Klimatická spravedlnost

Greta Thunberg:

„Bohaté země musí snížit produkci emisí CO<sub>2</sub> na nulu do 6-12 let, aby lidé v rozvojových zemích mohli zvýšit svou životní úroveň tím, že vybudují adekvátní infrastrukturu: silnice, nemocnice, zavedení elektřiny, čistou pitnou vodu. Jak můžeme očekávat, že lidé v Indii nebo Nigérii se budou starat o klimatickou krizi, když my, kteří máme všechno, se o ni nestaráme ani vteřinu a vůbec se nestaráme o naplnění pařížské klimatické dohody?“

## Další velký problém

### **Problém tajícího permafrostu v Arktidě:**

<https://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/580/znepokojeni-v-arktide-metan-z-tajiciho-ledu-muze-zmenit-planetu-k-nepoznani/>

### **A na Sibiři:**

[https://www.lidovky.cz/svet/na-sibiri-rychle-taje-permafrost-puda-odhaluje-zbytky-zivocichu-jejich-rozklad-produkuje-velke-mnozs.A191009\\_150135\\_In\\_zahranici\\_ele](https://www.lidovky.cz/svet/na-sibiri-rychle-taje-permafrost-puda-odhaluje-zbytky-zivocichu-jejich-rozklad-produkuje-velke-mnozs.A191009_150135_In_zahranici_ele)

## Optimisté

Millward-Hopkins, Steinberger, Rao, Oswald. 2020. Providing decent living with minimum energy: A global scenario. *Global Environmental Change* 65 (2020):

**Země je schopna zajistit důstojný život pro cca 10 miliard lidí**

Aby se zabránilo katastrofálnímu ekologickému kolapsu, je zřejmé, že musí dojít k drastickým a náročným společenským změnám na všech úrovních, od individuální po institucionální a od nabídky po poptávku. Z hlediska spotřeby energie současná práce naznačuje, že splnění těchto výzev teoreticky nevyklučuje rozšíření **důstojné životní úrovně** na celou populaci o **velikosti ~10 miliard**.

Důstojná životní úroveň je samozřejmě subjektivní pojem. Tato práce však nabízí odpověď na obvyklou populistickou námitku, že ekologové navrhuji, abychom se vrátili k životu v jeskyních.

Naše odpověď je zhruba následující:

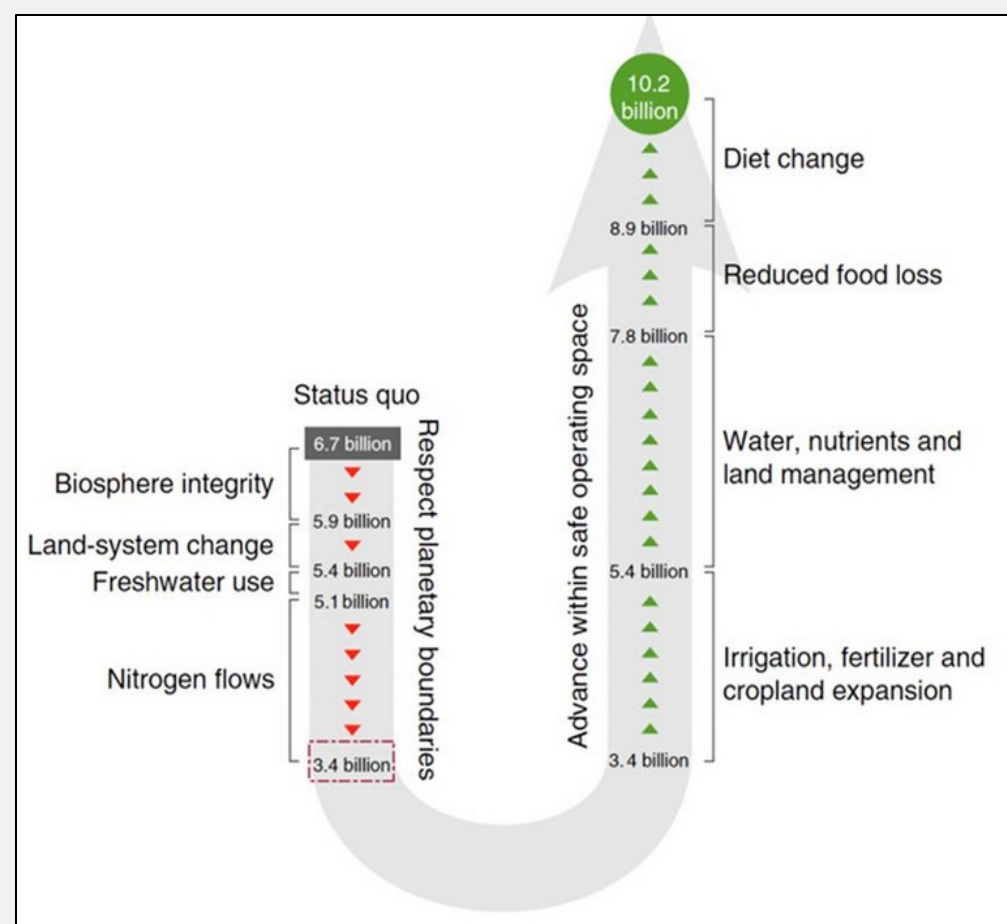
"Ano, možná, ale tyto jeskyně mají:

- vysoce účinné zařízení na vaření, skladování potravin a praní prádla,
- nízkoenergetické osvětlení,
- 50 l čisté vody denně na osobu a 15 l ohřívané na příjemnou teplotu ke koupání,
- celoročně udržují teplotu vzduchu kolem 20 °C bez ohledu na zeměpisnou polohu;
- mají k dispozici počítač s přístupem ke globálním sítím informačních a komunikačních technologií;
- jsou napojeny na rozsáhlé dopravní sítě, které zajišťují ~5000-15 000 km mobility na osobu ročně prostřednictvím různých druhů dopravy;
- a jsou také k dispozici podstatně větší „jeskyně“, v nichž je dostupná všeobecná zdravotní péče,
- a další „jeskyně“, které poskytují vzdělání pro všechny ve věku od 5 do 19 let.

Jejich práce se zcela vyhnula nejobtížnější otázce: **jak bychom se mohli dostat ze současné globální situace rozsáhlých nerovností, nadměrné a neefektivní spotřeby energie k situaci, kdy decentní životní úroveň bude poskytována univerzálně a efektivně.**



## Další optimistický model



Počet obyvatel Země, pro které lze zajistit průměrnou zásobu potravin ve výši 2 355 kalorií a při zachování dosavadního stavu: **6,7 miliard** (levá strana obrázku)

Využití možností rozšíření zemědělské půdy, hospodaření a sociokulturních změn: **10,2 miliardy** (pravá strana).

2100?

