

Seminář „Trvale udržitelná současnost?“, ČZU Praha, 9. 11. 2010

Trvale udržitelná skutečnost?

Lubomír Nátr

Katedra experimentální biologie rostlin
Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze

Předpokládaný obsah

1. Příroda a člověk v ní

2. Anthropocén

3. Tři „přírodní“ problémy lidstva v 21. století:

Potraviny, voda, klima

4. Finanční hodnota produktů a služeb přírody

5. Zamyšlení nebo diskuse



Poskytuje zdarma

**Potraviny,
suroviny, paliva
léčiva, kyslík, voda,
estetické dojmy,**

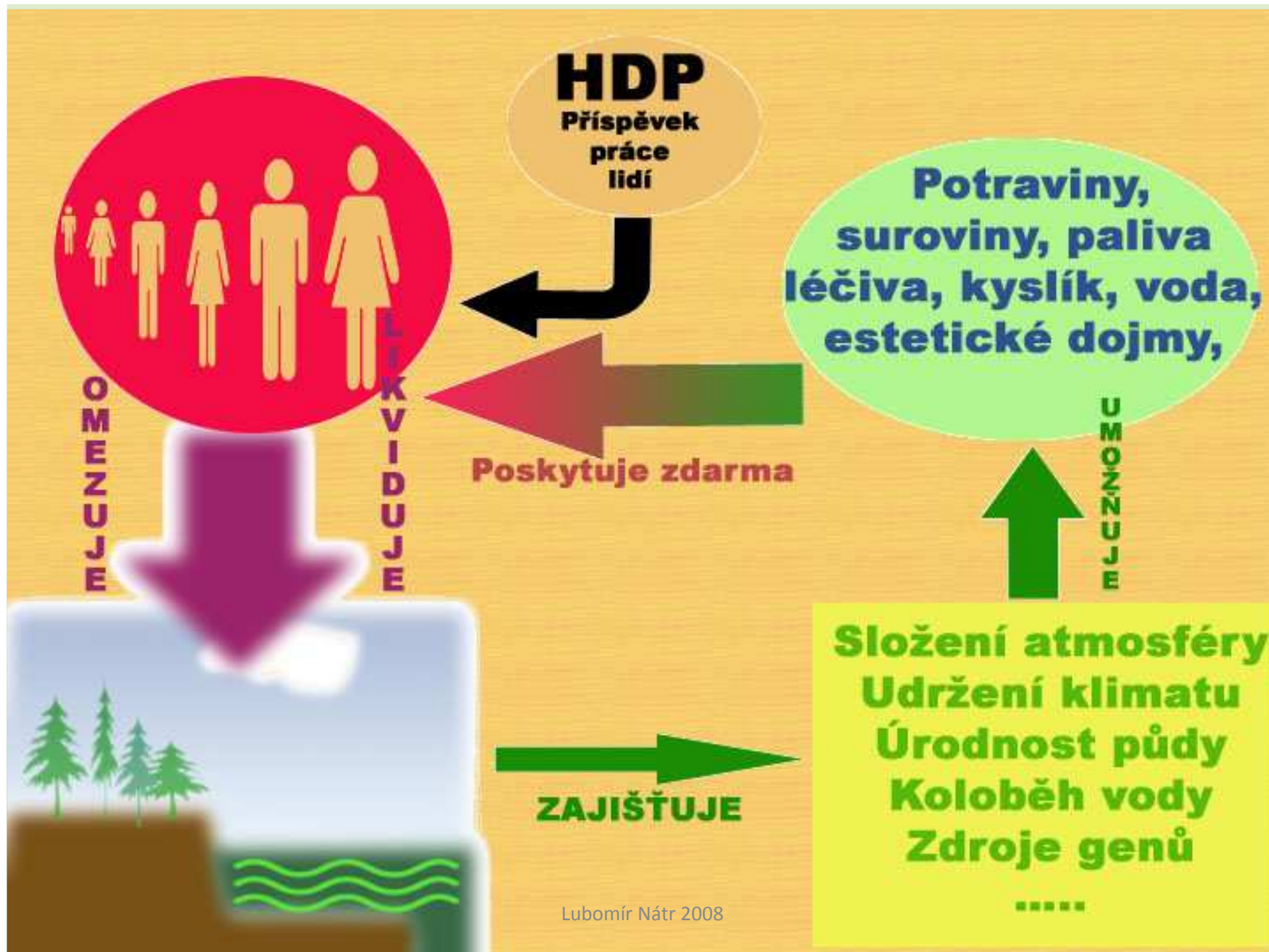
UMONŽUJE

**Složení atmosféry
Udržení klimatu
Úrodnost půdy
Koloběh vody
Zdroje genů**

.....

ZAJIŠŤUJE

Lubomír Nátr 2008



Johan Rockström et al.: A safe operating space for humanity. Identifying and quantifying planetary boundaries...
 NATURE | Vol 461 | 24 September 2009

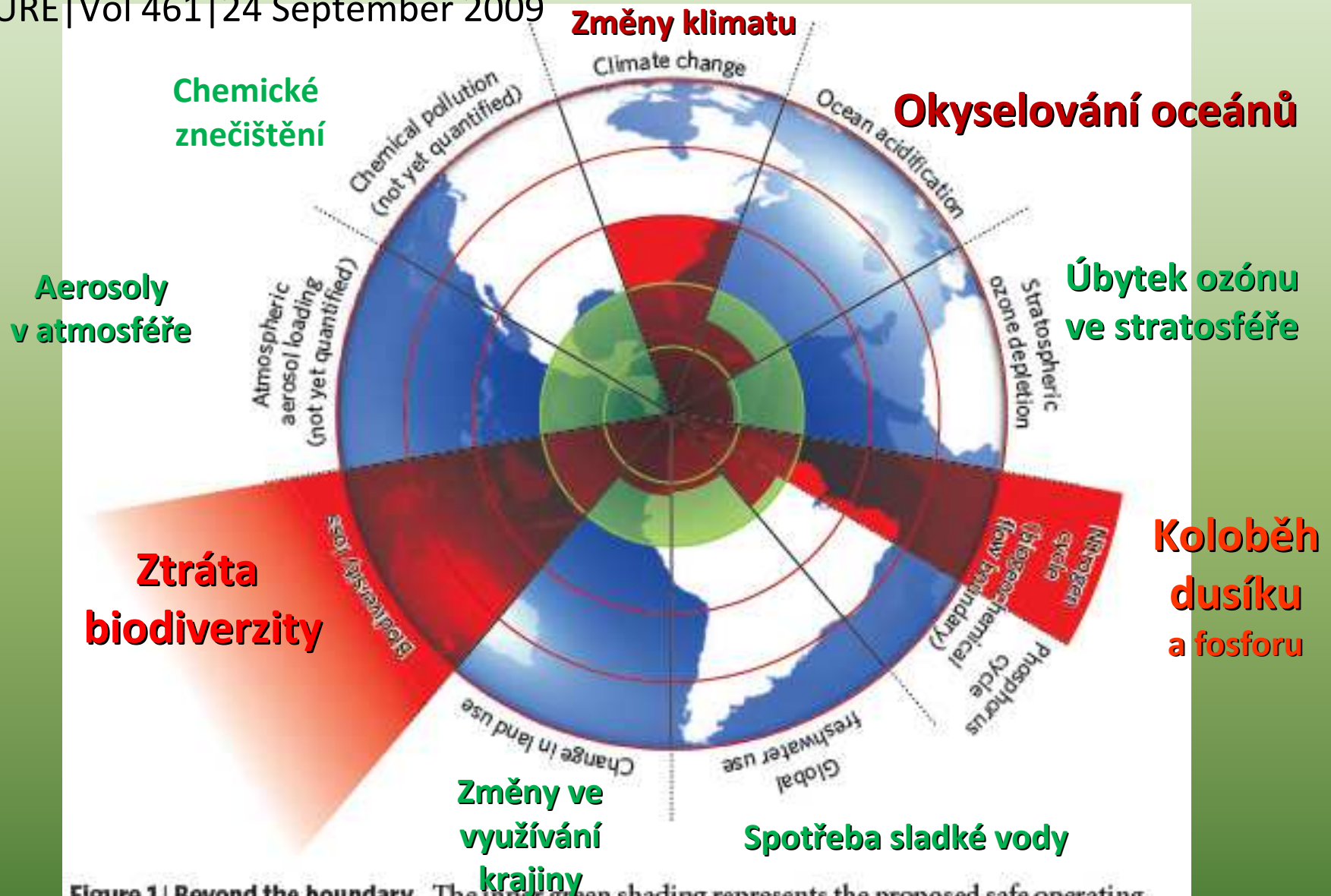


Figure 1 | Beyond the boundary. The inner green shading represents the proposed safe operating space for nine planetary systems. The red wedges represent an estimate of the current position for each variable. The boundaries in three systems (rate of biodiversity loss, climate change and human interference with the nitrogen cycle), have already been exceeded.

Lubomir Natr, 2010

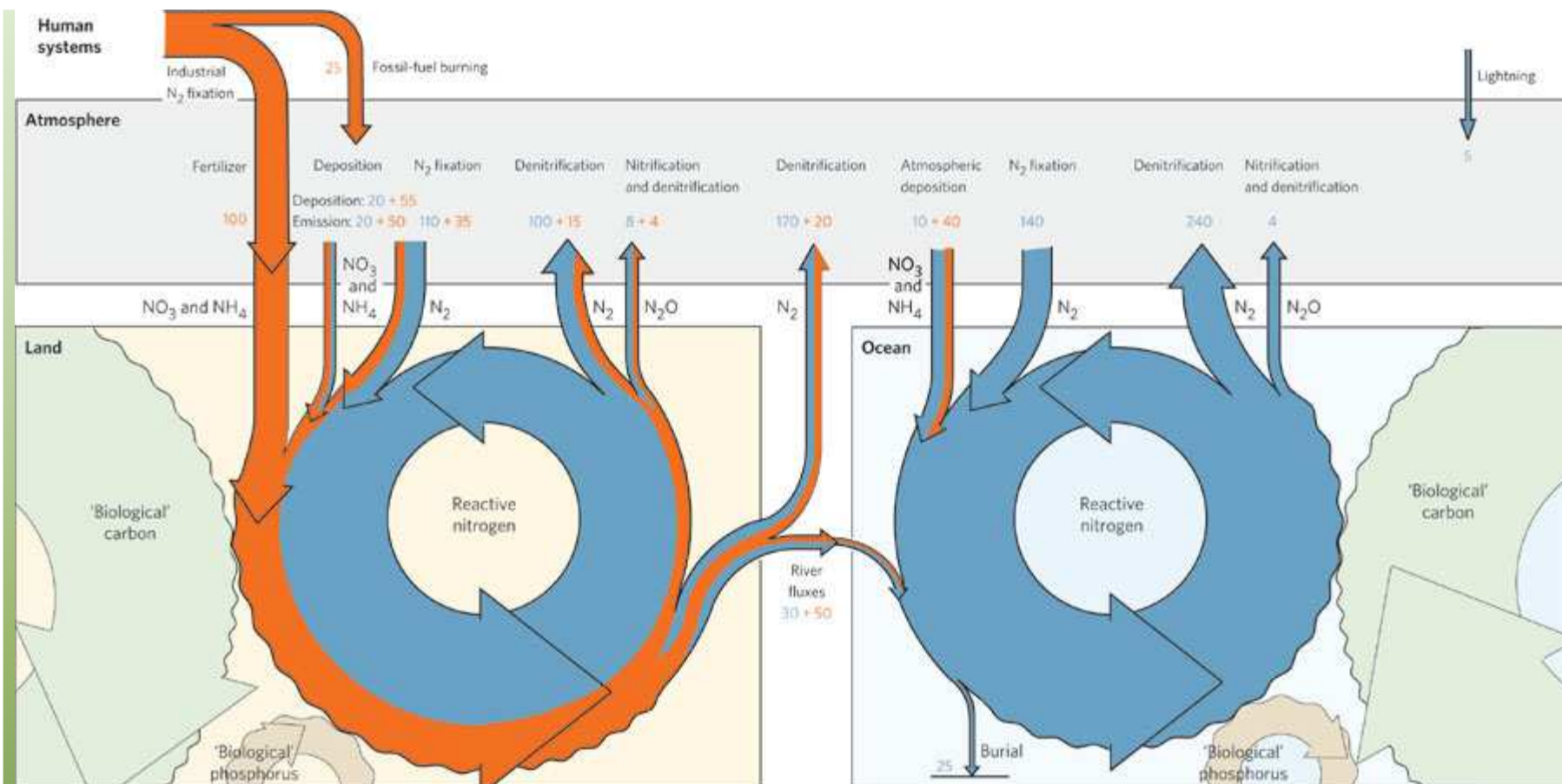
PLANETARY BOUNDARIES

Earth-system process	Parameters	Proposed boundary	Current status	Pre-industrial value
Climate change	(i) Atmospheric carbon dioxide concentration (parts per million by volume)	350	387	280
	(ii) Change in radiative forcing (watts per metre squared)	1	1.5	0
Rate of biodiversity loss	Extinction rate (number of species per million species per year)	10	>100	0.1-1
Nitrogen cycle (part of a boundary with the phosphorus cycle)	Amount of N ₂ removed from the atmosphere for human use (millions of tonnes per year)	35	121	0
Phosphorus cycle (part of a boundary with the nitrogen cycle)	Quantity of P flowing into the oceans (millions of tonnes per year)	11	61-71	1
Stratospheric ozone depletion	Concentration of ozone (Dobson unit)	276	283	290
Ocean acidification	Global mean saturation state of aragonite in surface sea water	2.75	2.90	3.44
Global freshwater use	Consumption of freshwater by humans (km ³ per year)	4,000	2,600	415
Change in land use	Percentage of global land cover converted to cropland	15	11.7	Low
Atmospheric aerosol loading	Overall particulate concentration in the atmosphere, on a regional basis		To be determined	
Chemical pollution	For example, amount emitted to, or concentration of persistent organic pollutants, plastics, endocrine disruptors, heavy metals and nuclear waste in, the global environment, or the effects on ecosystem and functioning of Earth system thereof		To be determined	

Johan Rockström et al.: A safe operating space for humanity. Identifying and quantifying planetary boundaries...

NATURE | Vol 461 | 24 September 2009

Lubomir Natr, 2010



<http://www.nature.com/nature/journal/v451/n7176/images/nature06592-f1.2.jpg>

Haberl et al. (2007) :
***„Získané poznatky ukazují, že
pozoruhodný podíl globální
čisté primární produkce
je využíván jen k tomu,
aby uspokojil potřeby a přání právě
jen jediného druhu na Zemi.
To zároveň naznačuje rozsah využívání všech
zdrojů
planety lidmi.“***

Will Steffen, Paul J. Crutzen and John R. McNeill

The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?

Ambio Vol. 36, No. 8, December 2007

Anthropocene:

Současná epocha ve vývoji Země, kdy lidstvo se stalo globální geofyzikální silou.

Lidstvo mění

(1) Biologické systémy planety

(lesy, mokřady, vodní toky...

(2) Zásoby a toky hlavních složek Země

(uhlík, dusík, fosfor, voda...

(3) Energetickou rovnováhu na povrchu Země

(Radiační bilance, teplota

Planetární systém

je soubor vzájemně propojených fyzikálních, chemických a biologických **(včetně člověka)** globálních cyklů, který spolu s toky energie vytváří podmínky pro život na Zemi.

Vlivy

- (1) Vnější (Slunce aj.)
- (2) Vnitřní (interakce)

Globální změny zahrnují celou řadu globálních jevů:

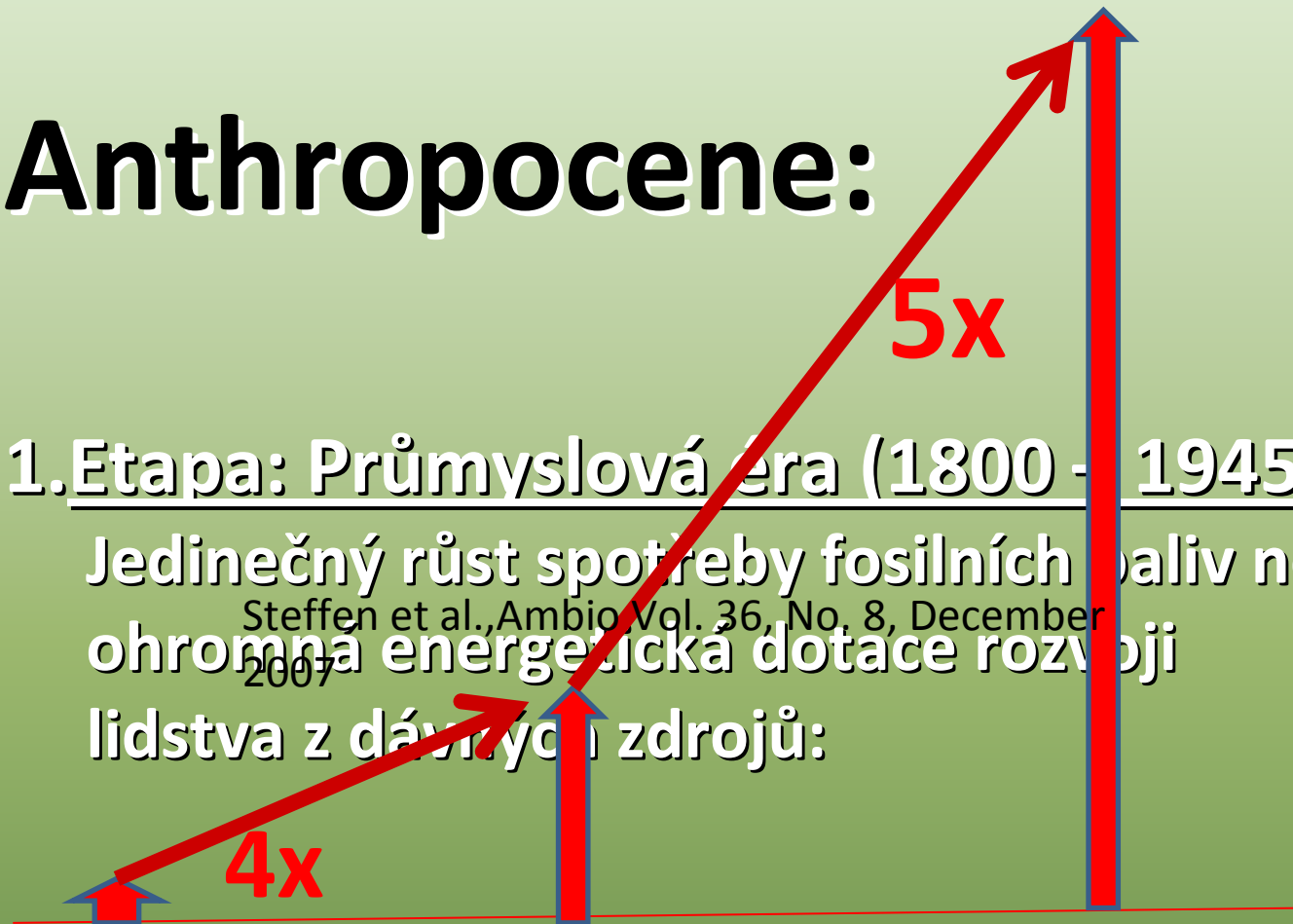
- Využívání a druh pokryvu pevnin,
- Urbanisace,
- Globalizace,
- Pobřežní ekosystémy,
- Složení atmosféry,
- Globální cykly C, P, N, vody
- Biologická diverzita,
- Potravní řetězce v oceánech,
- Spotřeba zdrojů (paliva, suroviny)

a jejich interakce.

Anthropocene:

1. Etapa: Průmyslová éra (1800 - 1945)

Jedinečný růst spotřeby fosilních paliv neboli
ohromná energetická dotace rozvoji
lidstva z dávivých zdrojů:



Spotřeba energie

sběračů
a lovců

zemědělců

Lidí
industriální
éry

Anthropocene:

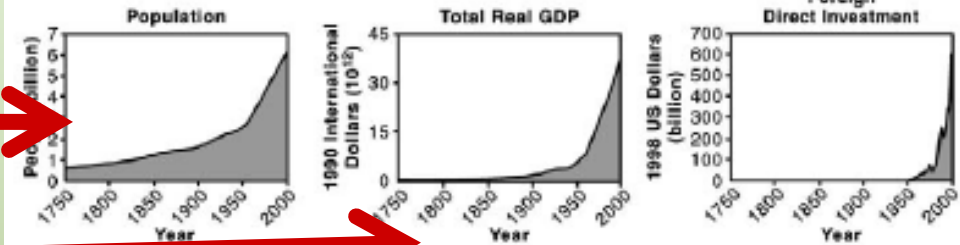
1. Etapa: Průmyslová éra (1800 – 1945)

Jedinečný růst spotřeby fosilních paliv neboli
ohromná energetická dotace rozvoji lidstva z dávných zdrojů

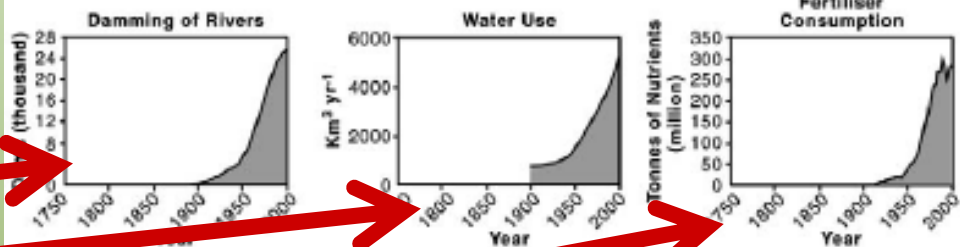
2. Etapa: Velké zrychlení (1945 – cca 2015)

**Lidstvo změnilo ekosystémy víc, než
během jakéhokoliv předcházejícího období**

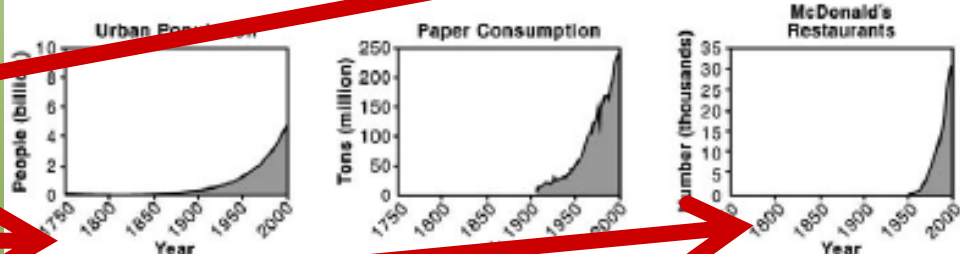
Globální populace
HDP



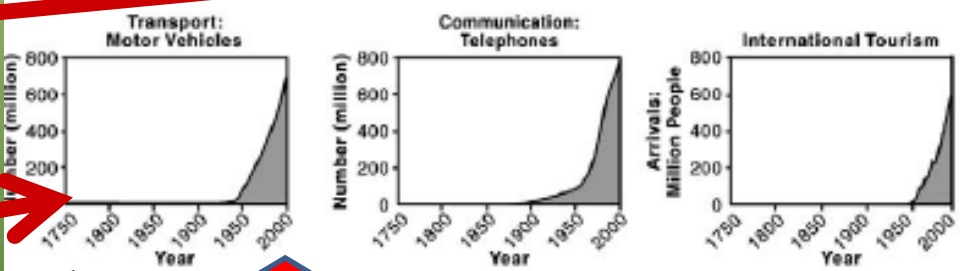
Přehrady na řekách
Spotřeba vody
Spotřeba minerálních hnojiv



Městská populace
Provozovny McDonald's



Motorová vozidla



1750 2000

...man enterprise from 1750 to 2000 (28).
...clearly shown in every component of the
...in the figure. Either the component was
...before 1950 (e.g., foreign direct investment) or its rate of
...increased sharply after 1950 (e.g., population).

Anthropocene:

1.Etapa: Průmyslová éra (1800 – 1945)

Jedinečný růst spotřeby fosilních paliv neboli
ohromná energetická dotace rozvoji lidstva z dávných zdrojů

2.Etapa: Velké zrychlení (1945 – cca 2015)

Lidstvo změnilo ekosystémy víc, než během jakéhokoliv
předcházejícího období

3.Etapa: Správa planetárního systému lidstvem (cca 2015 - ????)

**Do rozhodovací sféry lidských společností proniká
uvědomění si toho, že lidstvo se stalo hlavní geologickou silou.**

**Uvědomění si, že lidstvo a jeho aktivity ovlivňují
struktury i fungování celého planetárního systému.**

Jak se toto uvědomění projeví?

3 možnosti:

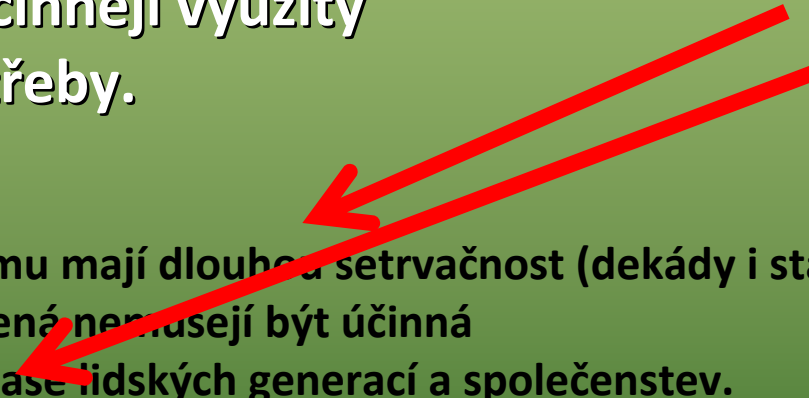
1. Pokračování dosavadním způsobem (Business-as-usual):

Rozhodování bude nadále předpokládat, že

- (a) Globální změny nebudou asi tak velké ani rychlé, aby zásadně narušily stávající ekonomický systém
- (b) Existující tržní ekonomiky zvládnou všechna nezbytná adaptační opatření.
- (c) Prostředky původně uvažované na omezení globálních změn budou účinněji využity pro naléhavější lidské potřeby.

Nutno připomenout:

Mnohé změny planetárního systému mají dlouhou setrvačnost (dekády i staletí), takže ani přijetí potřebných opatření nemusí být účinná v geologicky nesmírně kratičkém čase lidských generací a společenstev.



Steffen et al., Ambio Vol. 36, No. 8, December 2007

Lubomír Nátr, 2010

2. Zmírnění

Cílem je redukce těch změn lidských aktivit takovou měrou, aby se zabránilo realizaci nebezpečných a těžko ovlivnitelných změn planetárního systému.

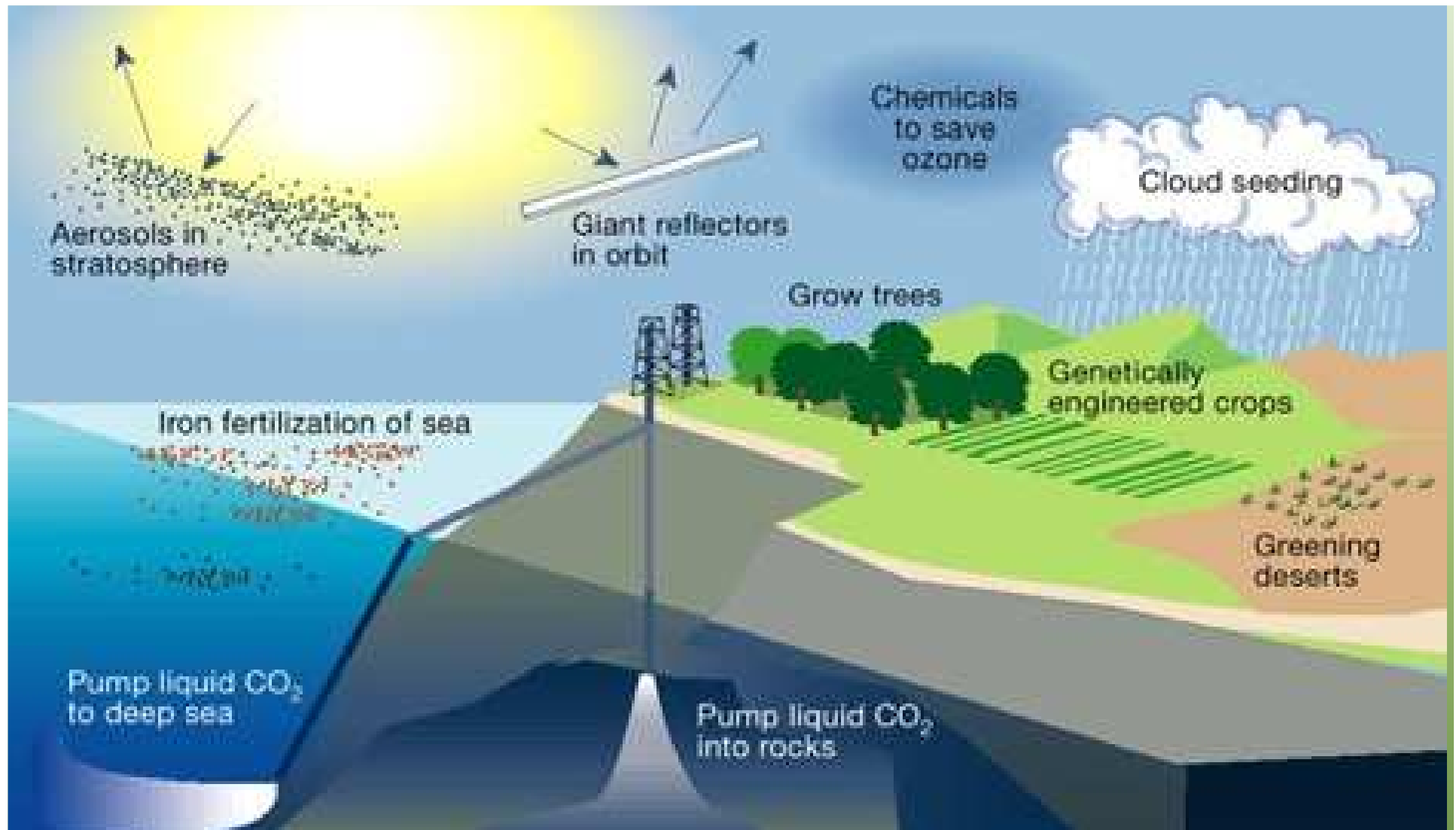
Technologický (věda, technika) pokrok je velmi důležitý.

Změna lidského chování a priorit se jeví jako naprosto nezbytná.

3. Geoinženýrská řešení

Jsou to cílené manipulace s planetárním systémem tak, aby se vykompensovaly antropogenní změny systému (skleníkový efekt).

- ! Stávající návrhy vyvolávají nejen technické, ale i etické otázky.
- ! Nelze odhadnout vedlejší a neočekávané důsledky.



<http://www.geoengineeringwatch.org/art/various%20geo-engineering%20schemes.jpg>

Lubomír Nátr, 2010

Ways to engineer a cooler planet

Scientists are publicly contemplating last-ditch efforts to slow climate change, ranging from forests of artificial trees that would reduce carbon dioxide in the atmosphere to trillions of small disks in space that would act as an umbrella to block the sun's heat.



High-altitude balloon

Submicrometer sulfate particles would last up to two years in the stratosphere.

VOLCANO EFFECT

Proposal: Use balloons, jet engines, and artillery to put millions of tons of sulfates into the stratosphere to mimic the cooling effects of a volcanic eruption.

Problems: Expensive; tens of thousands of pounds needed per month to produce enough cooling; no effect on carbon dioxide; could cause drying of the Mediterranean and the Middle East.



Sulfur dioxide and ash from volcanoes reduce solar radiation and cool the troposphere.



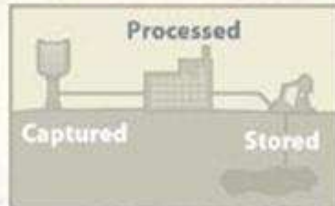
One-ton payload of 800,000 fliers deployed over one year.



The disks would block 1.8 percent of solar flux.



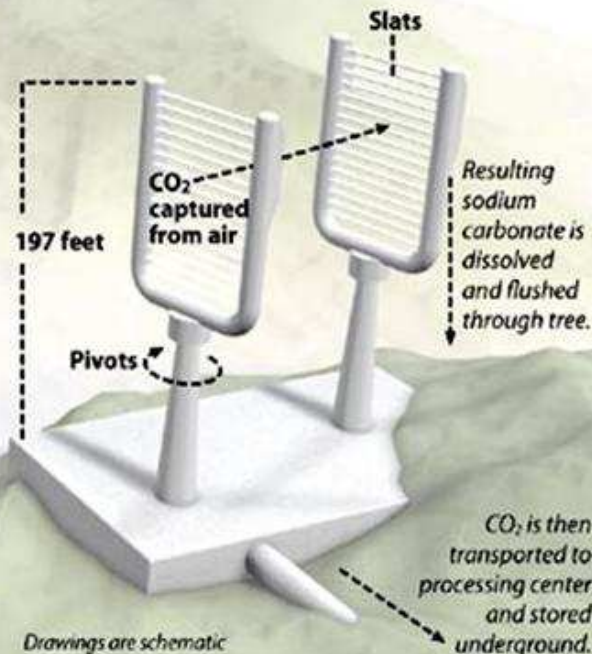
ARTIFICIAL TREE



CO₂ is captured in the slats of the artificial tree with a sodium hydroxide liquid and sent to a processing facility to be converted into a gaseous form before it is stored.

Proposal: Use industrial-size artificial trees to filter 90,000 tons of carbon dioxide from the air each year. Each tree could filter 6.6 pounds of CO₂ per second.

Problems: Separation, transportation, and disposal costs are high; leakage a risk to humans, ecosystems.



Drawings are schematic

SOLAR UMBRELLA

Proposal: In 20 million launches, deploy 16 trillion refracting disks in orbit between Earth and the sun.

Problems: Cost could be \$4 trillion; no effect on carbon dioxide.

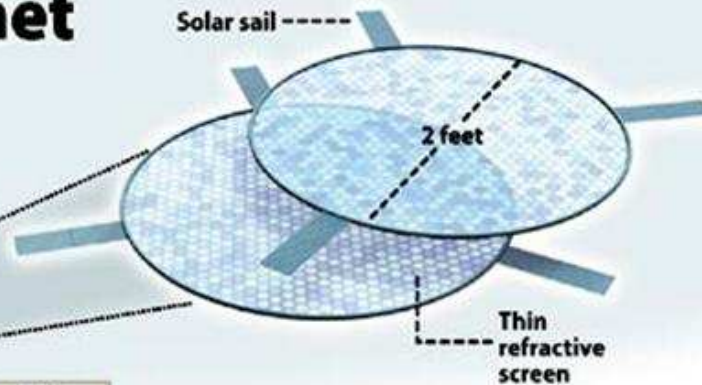


Table 1. Benefits and Risks of Stratospheric Geoengineering^a

Benefits	Risks
1. Cool planet	1. Drought in Africa and Asia
2. Reduce or reverse sea ice melting	2. Continued ocean acidification from CO ₂
3. Reduce or reverse land ice sheet melting	3. Ozone depletion
4. Reduce or reverse sea level rise	4. No more blue skies
5. Increase plant productivity	5. Less solar power
6. Increase terrestrial CO ₂ sink	6. Environmental impact of implementation
	7. Rapid warming if stopped
	8. Cannot stop effects quickly
	9. Human error
	10. Unexpected consequences
	11. Commercial control
	12. Military use of technology
	13. Conflicts with current treaties
	14. Whose hand on the thermostat?
	15. Ruin terrestrial optical astronomy
	16. Moral hazard – the prospect of it working would reduce drive for mitigation
	17. Moral authority – do we have the right to do this?

“How can you engineer a system whose behaviour you don't understand?”

— Ronald Prinn

Foely et al. (2007):
***„Je nejvyšší čas ptát se,
kolik z produktivity biosféry
si můžeme sami přivlastňovat,
než se začnou planetární systémy
hroutit.***

***30 %? 40 %? 50 %? Ještě víc?
Nebo jsme už tuto hranici překročili?“***

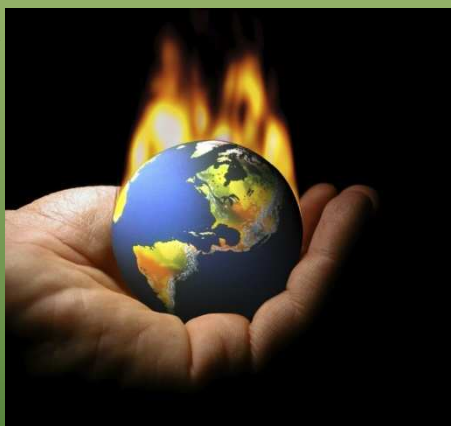
Problémy 21. století

1. Dostatek potravin



2. Dostupnost v

3. ZMĚNY
klimatu



<http://askenbi.mies.wordpress.com>

Společné faktory
řešení:

(1) Dostatek levné
energie

(2) Vytvářet
podmínky pro
plošný rozsah a
„výkonnost“ rostlin

Co „musejí“ rostliny poskytovat lidstvu?

Rostliny

Potravní řetězec
v přírodě bez lidí

Potraviny pro lidstvo

Krmiva pro chovaná zvířata

Suroviny stavební, textilní aj.

Energetické plodiny

Farmaka, geny, klima, umělé hmoty, krása...



NEWS FEATURE FOOD

NATURE | Vol 466 | 29 July 2010

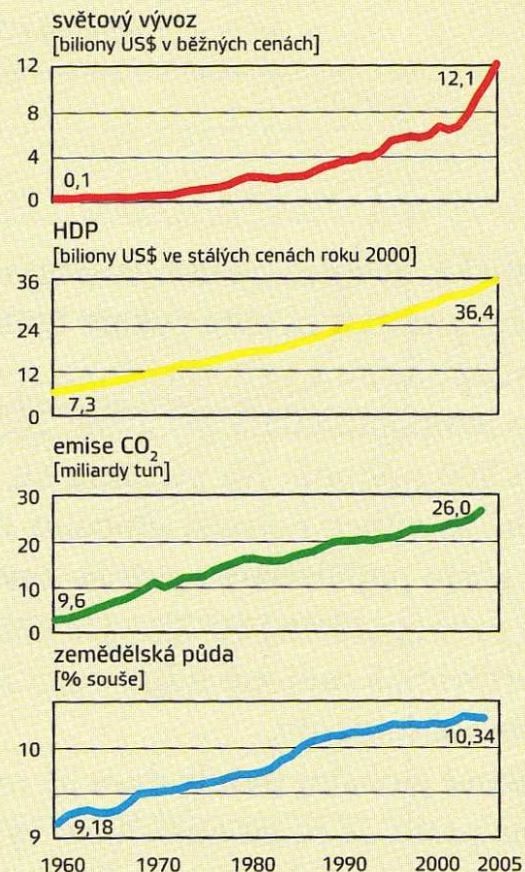
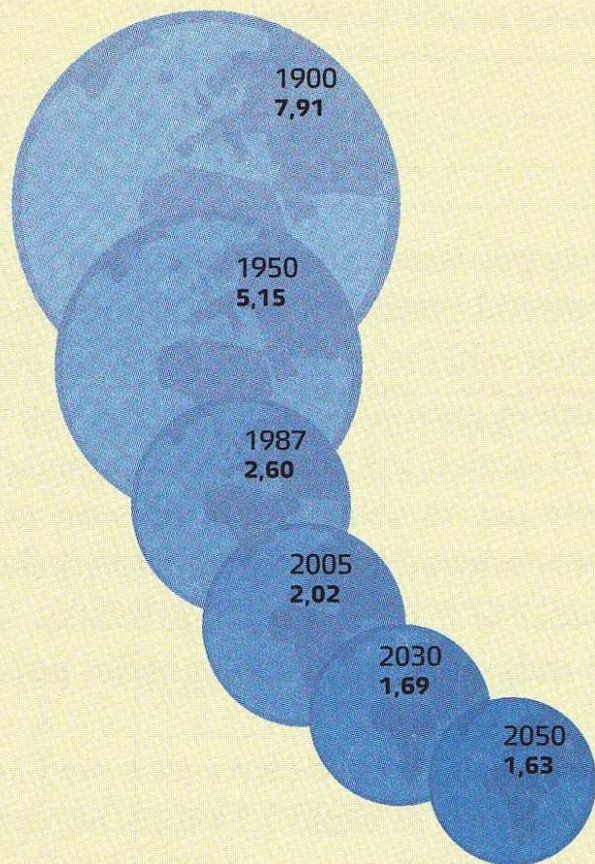


Lubomír Nář, 2010



<http://www.mentalfloss.com/wp-content/uploads/2006/08/crowded-china-beach.jpg>

Lubomír Nátr, 2010



Hektary/obyvatel

1900 --- 7,91

1950 --- 5,15

1987 --- 2,80

2005 --- 2,02

2030 --- 1,69

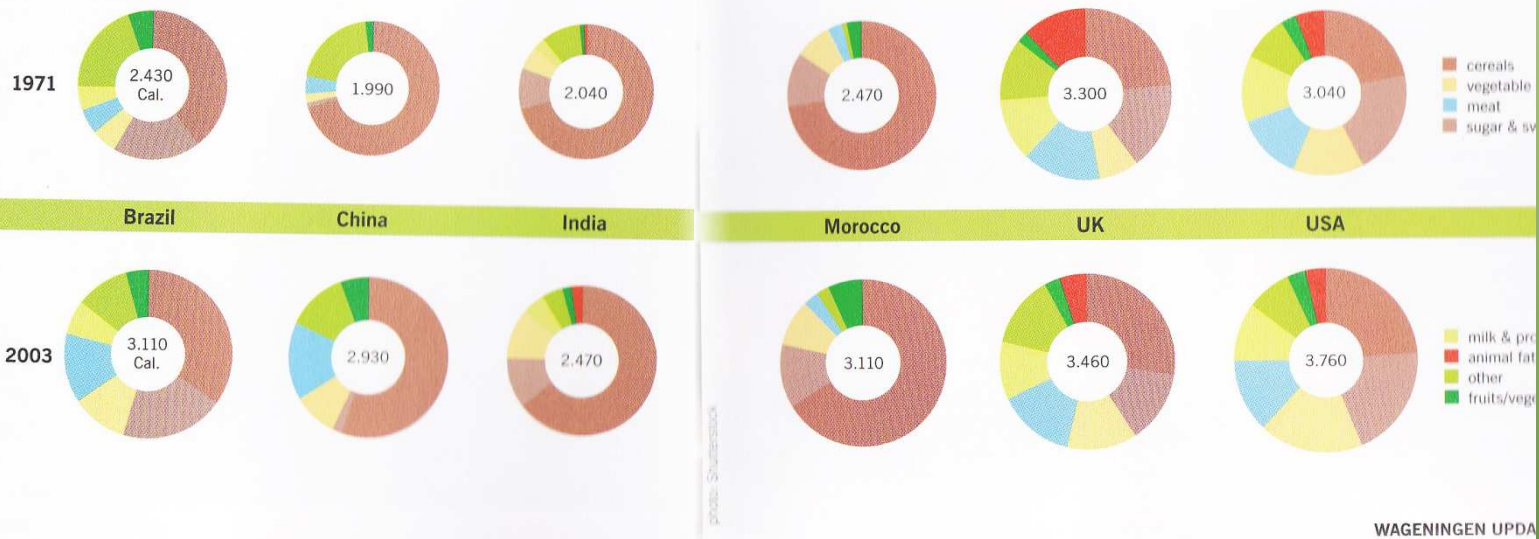
2050 --- 1,63

Rostoucí lidská populace způsobuje stále větší tlak na zdroje a přírodní služby, které nám Země poskytuje. Zatímco na začátku 20. století mohl 1 člověk obstarávat své živobytí teoreticky na 7,91 ha souše, za padesát let bude nutno spokojit se už jen s 1,63 ha. Grafy vpravo zobrazují některé další hnací síly těchto změn: od roku 1960 vzrostl objem mezinárodního obchodu se zbožím téměř 100× a celkový HDP se zvýšil 5×. Díky tomu si dnes užíváme většího blahobytu – HDP na jednoho člověka je dnes víc než dvojnásobný. Naší cenou je vyšší zátěž životního prostředí – dnes trojnásobek emisí CO₂ než před 45 lety a stále rostoucí plocha Země využívaná k zemědělství.

● Zdroj: UNEP, WRI, WTO (2007)

Změny ve složení potravy vybraných států mezi roky 1971 a 2003

Graph: Changing composition of the diet in various countries, 1971-2003.
Source: FAO



Graph: Changing composition of the diet in various countries, 1971-2003. Source: FAO

93 miliony obyvatel
2 430 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹

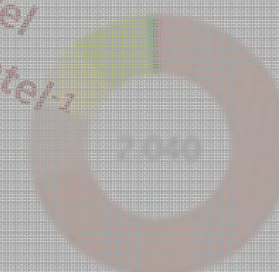
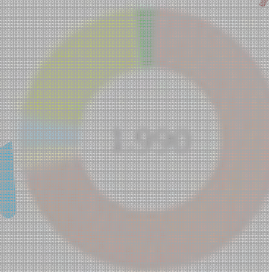


Podíl masa

180 milionů obyvatel
3 110 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



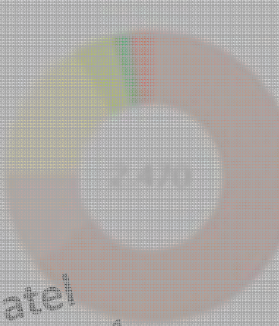
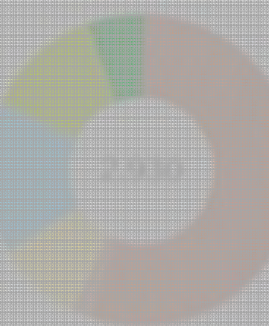
850 milionů obyvatel
1 990 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



China

India

1300 milionů obyvatel
2 930 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹



Graph: Changing composition of the diet in various countries, 1971-2003.
Source: FAO

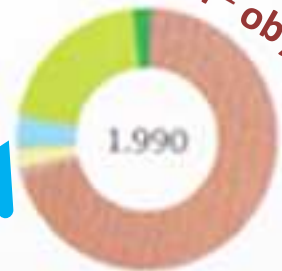
**93 milionů obyvatel
2 430 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹**

1971

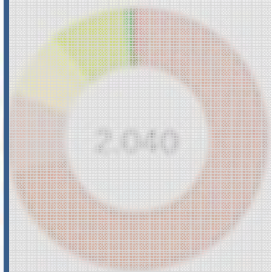


**850 milionů obyvatel
1 990 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹**

1990



2 040



Podíl masa

2003

**180 milionů obyvatel
3 110 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹**



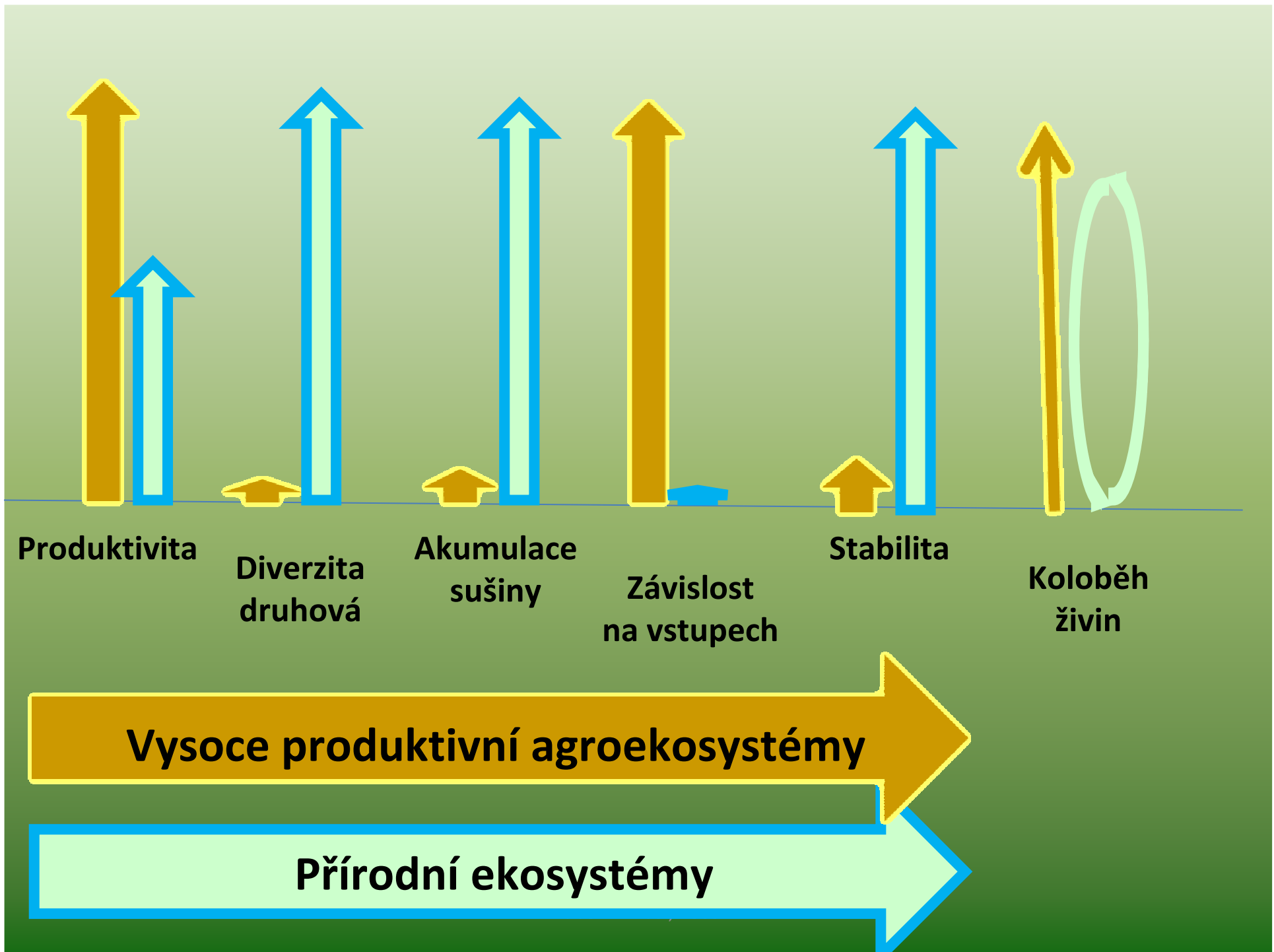
**1300 milionů obyvatel
2 930 cal den⁻¹ obyvatel⁻¹**

2 930



2 470





Produktivita

Diverzita
druhová

Akumulace
sušiny

Závislost
na vstupech

Stabilita

Koloběh
živin

Vysoce produktivní agroekosystémy

Přírodní ekosystémy

Znaky charakterizující zemědělství v rozvíjejících se a v průmyslově vyspělých zemích. (Hossner a Dibb, 1995).

Znak	Rozvíjející se země	Vyspělé země
Prodej produktů z farmy	< 50 %	> 50 %
Nákup vstupů	< 10 %	> 30 %
Pracovníků v zemědělství	> 70 %	< 10 %
Výnosy plodin	1 až 2 t ha⁻¹	> 4 t ha⁻¹
Zdroje minerálních živin	Zvířata, zbytky, odpad, bobovité	Průmyslová hnojiva
Kontrola plevelů a škůdců	Rotace, úhor, meziplodiny, biologické formy	Pesticidy
Vstup pracovní síly	Vysoký	Nízký
Míra specializace	Nízká	Vysoká
Zdroje pohonu	Lidé a zvířata	Traktory a elektřina
Nejvýznamnější vstupy	Půda a práce	Kapitál

Faktory rozhodující o výši výnosů

1. Nové produktivní odrůdy

(šlechtění – G. Mendel)

HI, C3-C4, Využití CO₂,...

2. Průmyslová hnojiva

(minerální výživa – J. Liebig)

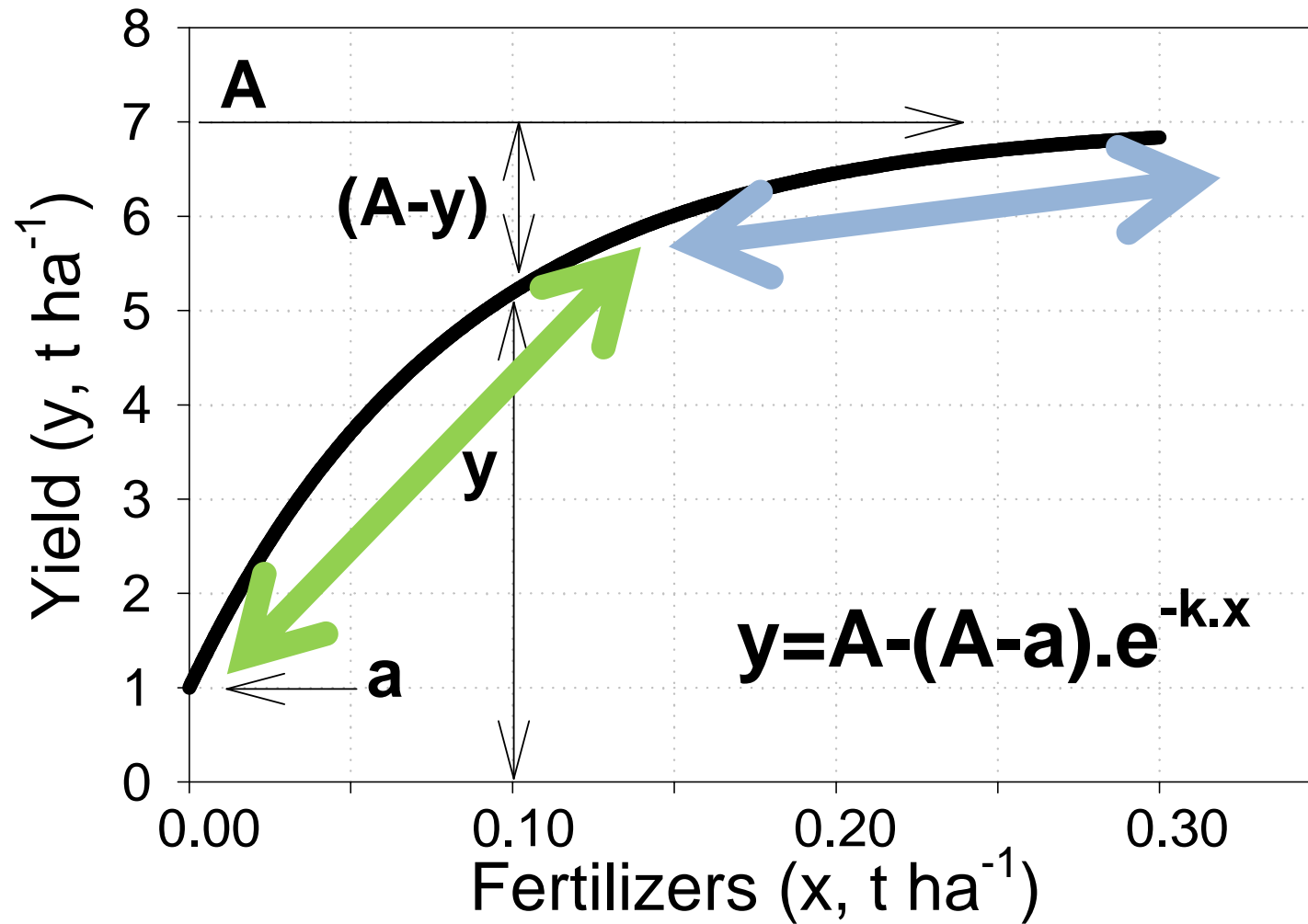
3. Závlahy (vodní režim)

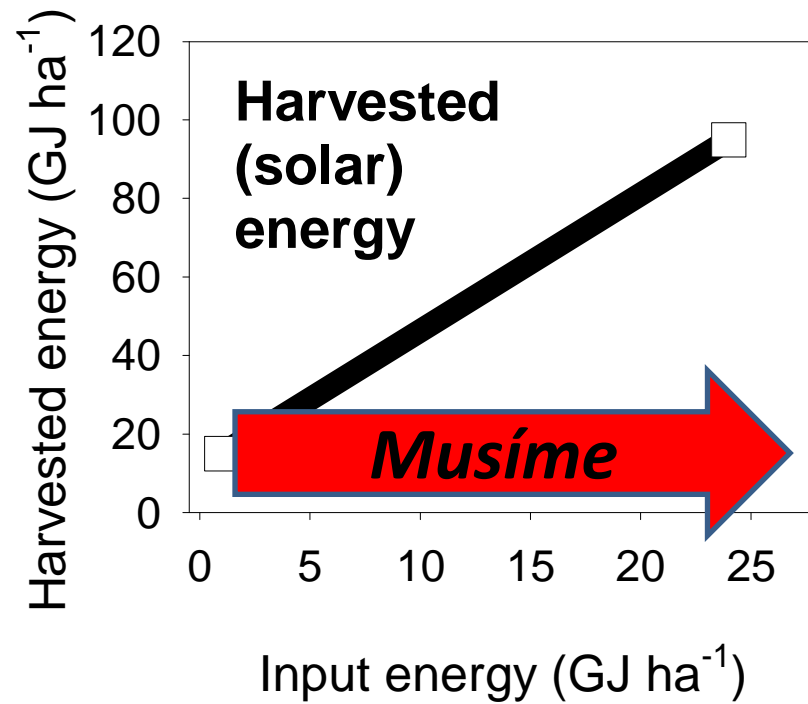
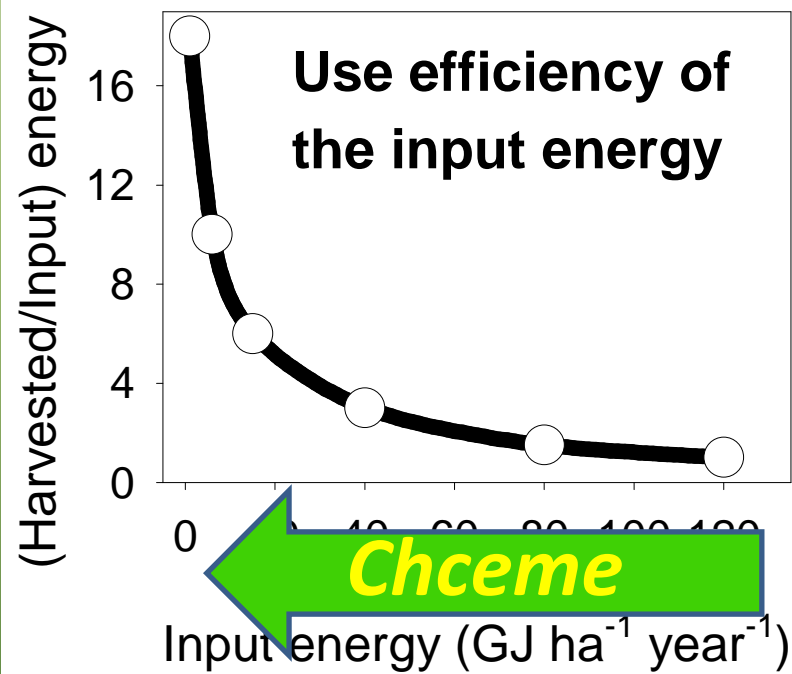
4. Ochrana (fytopatologie)

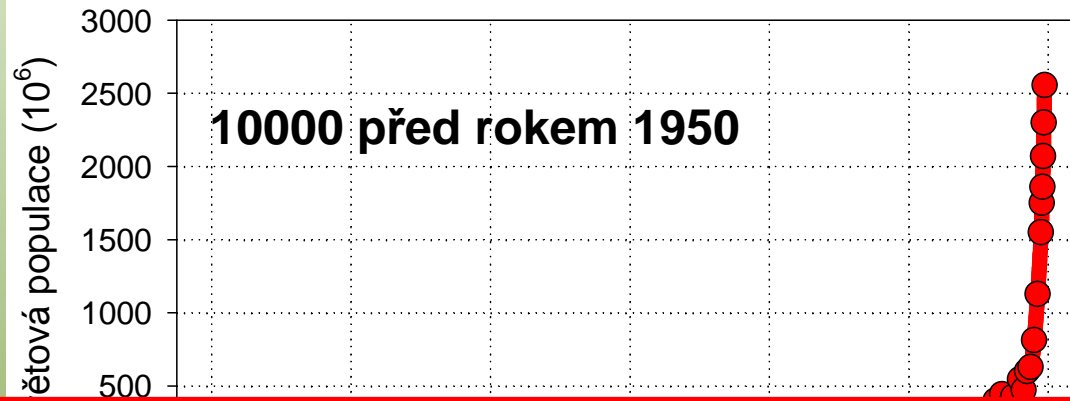
5. Zpracování půdy

6. Další, další, další

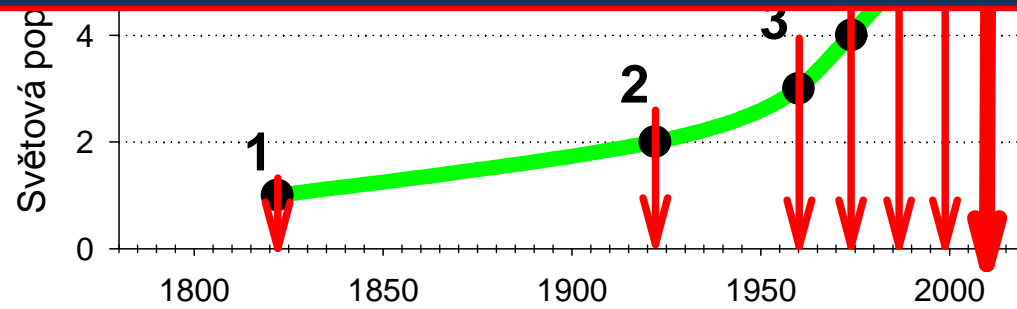
A. Mitscherlich:







V o d a



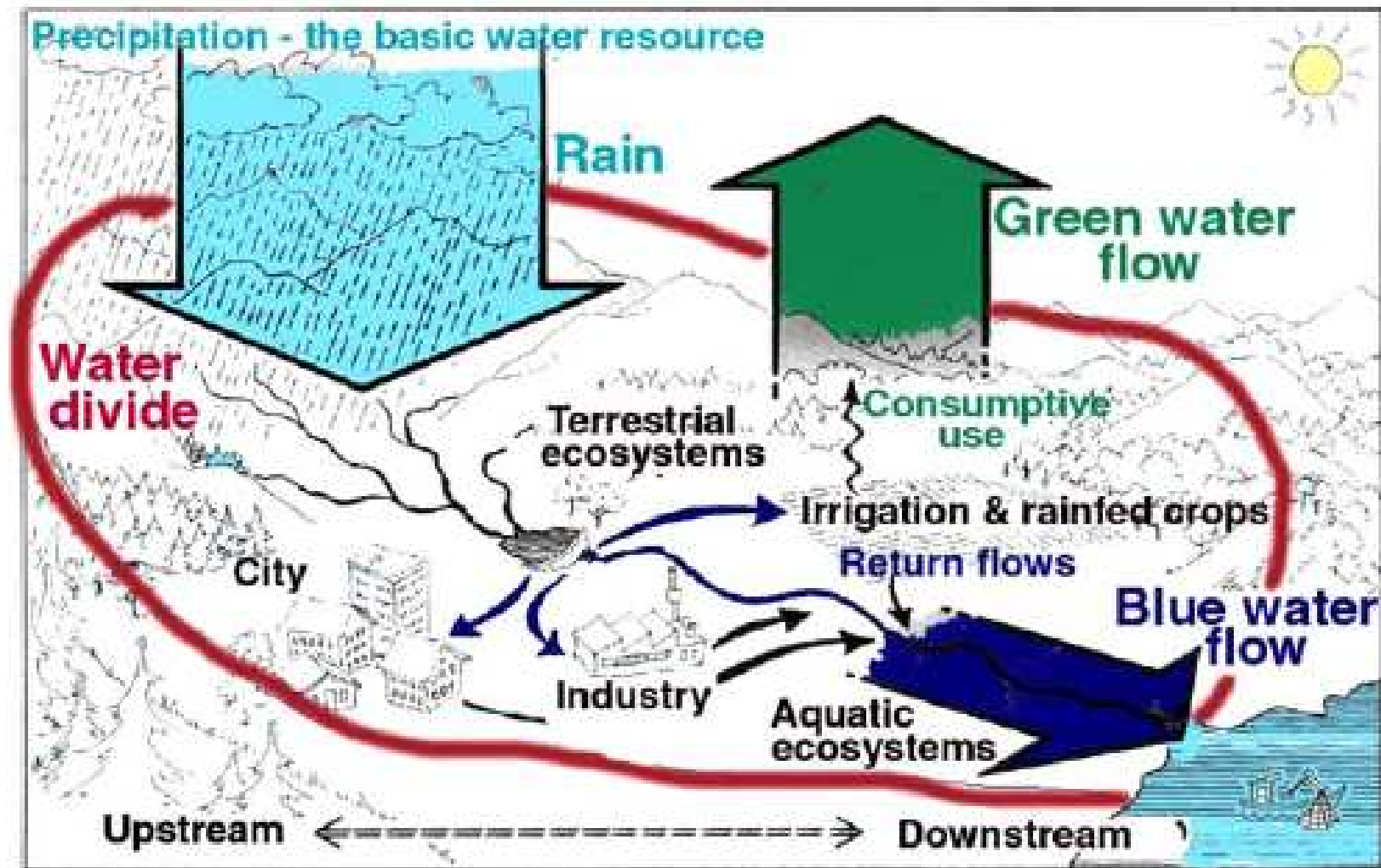
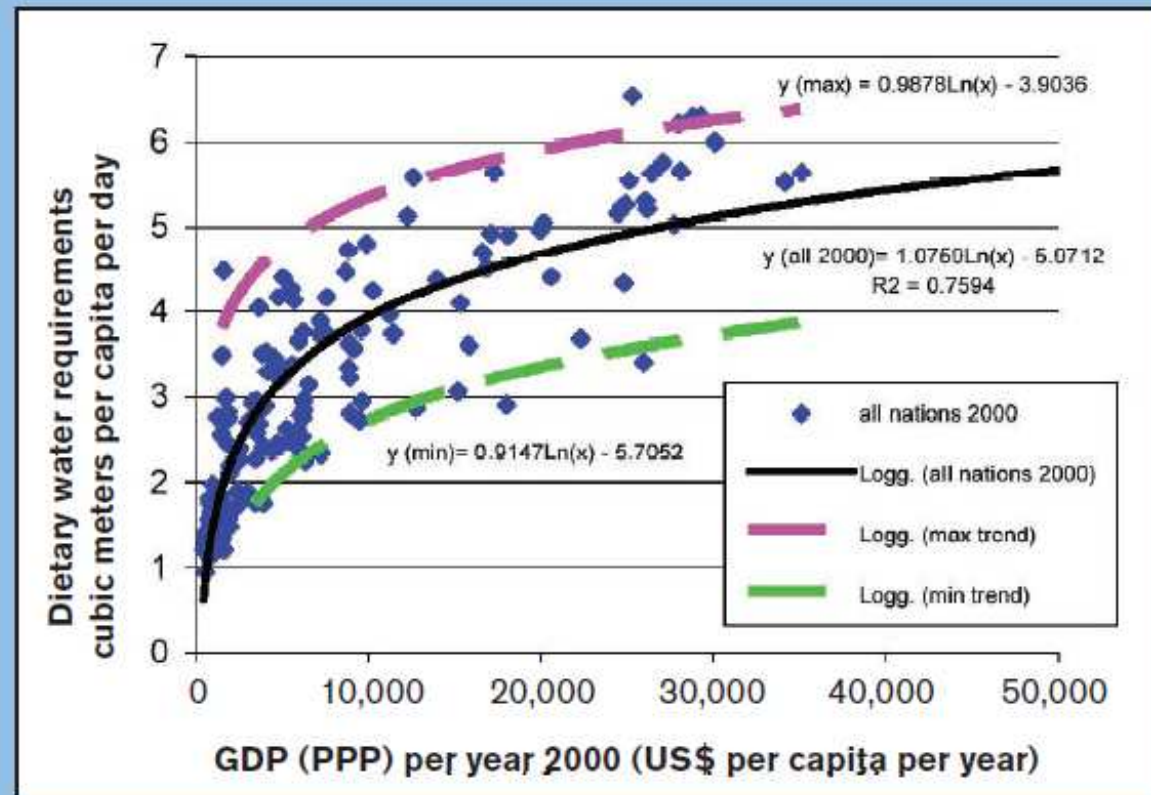


Fig. 4 The catchment allows an integrated approach to all water-related phenomena within the water divide. All the rain falling within the water divide is being partitioned between humans and ecosystems, terrestrial as well as aquatic; between land use and water; and between upstream and downstream

Figure 5b. Projected water requirements for food production globally, assuming today's relation between income and diet



SOURCE: J. Lundqvist et al., "Water Pressures and Increases in Food and Bioenergy Demand Implications of Economic Growth and Options for Decoupling," in *Scenarios on Economic Growth and Resource Demand: Background Report to the Swedish Environmental Advisory Council*, memorandum 2007:1. Lundqvist et al., 2010

Množství vody vydané rostlinami během celé vegetace

!TK=500

(/ kg H₂O)

Import

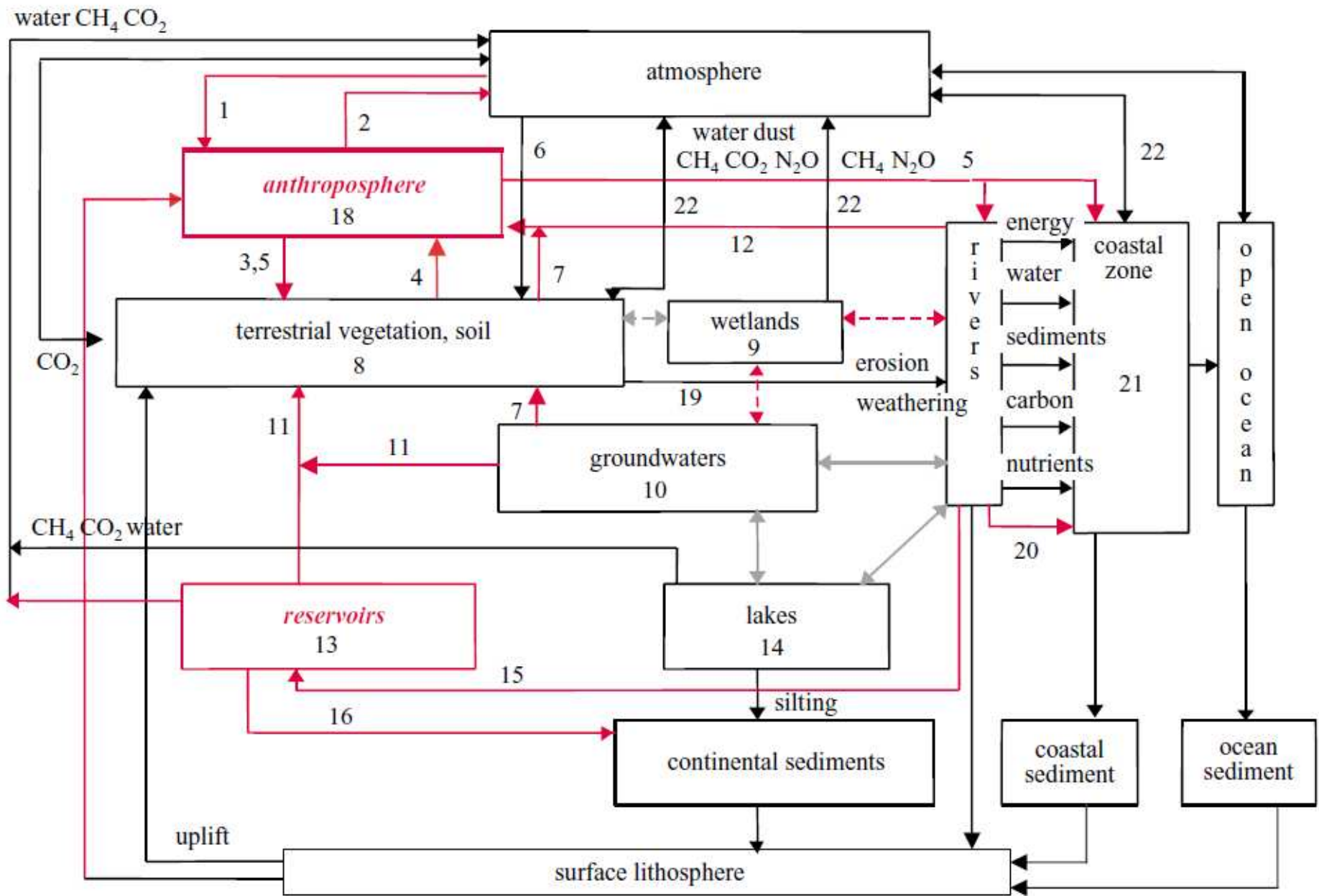
Virtuální vody

60 000 hL ha⁻¹

Produkce obilnin na 1 ha za rok:

12 t DM (5 t obilky+5 t sláma+2 t kořen) =>

=> potřeba **6000 t vody** (= 600 mm srážek)

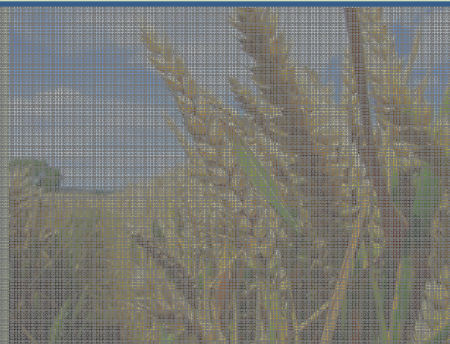


Lubomír Nátr, 2010

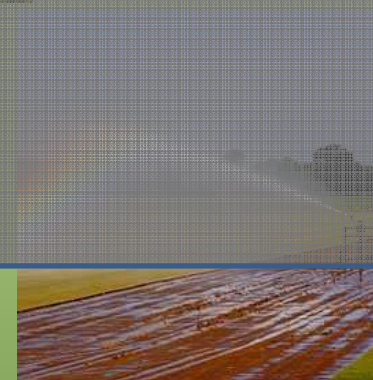
Figure 1. Continental aquatic systems in the present day Earth system. Black, natural fluxes and pathways of material; red,

Problémy 21. století

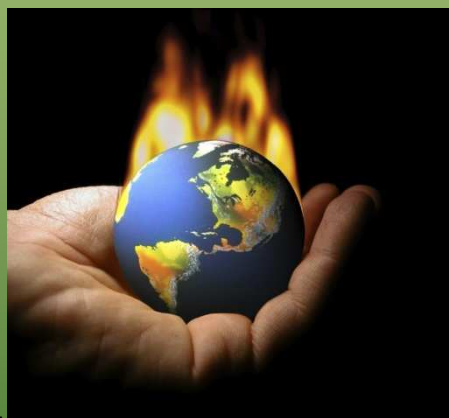
1. Dostatek potravin



2. Dostupnost vody



**Změny
klimatu**

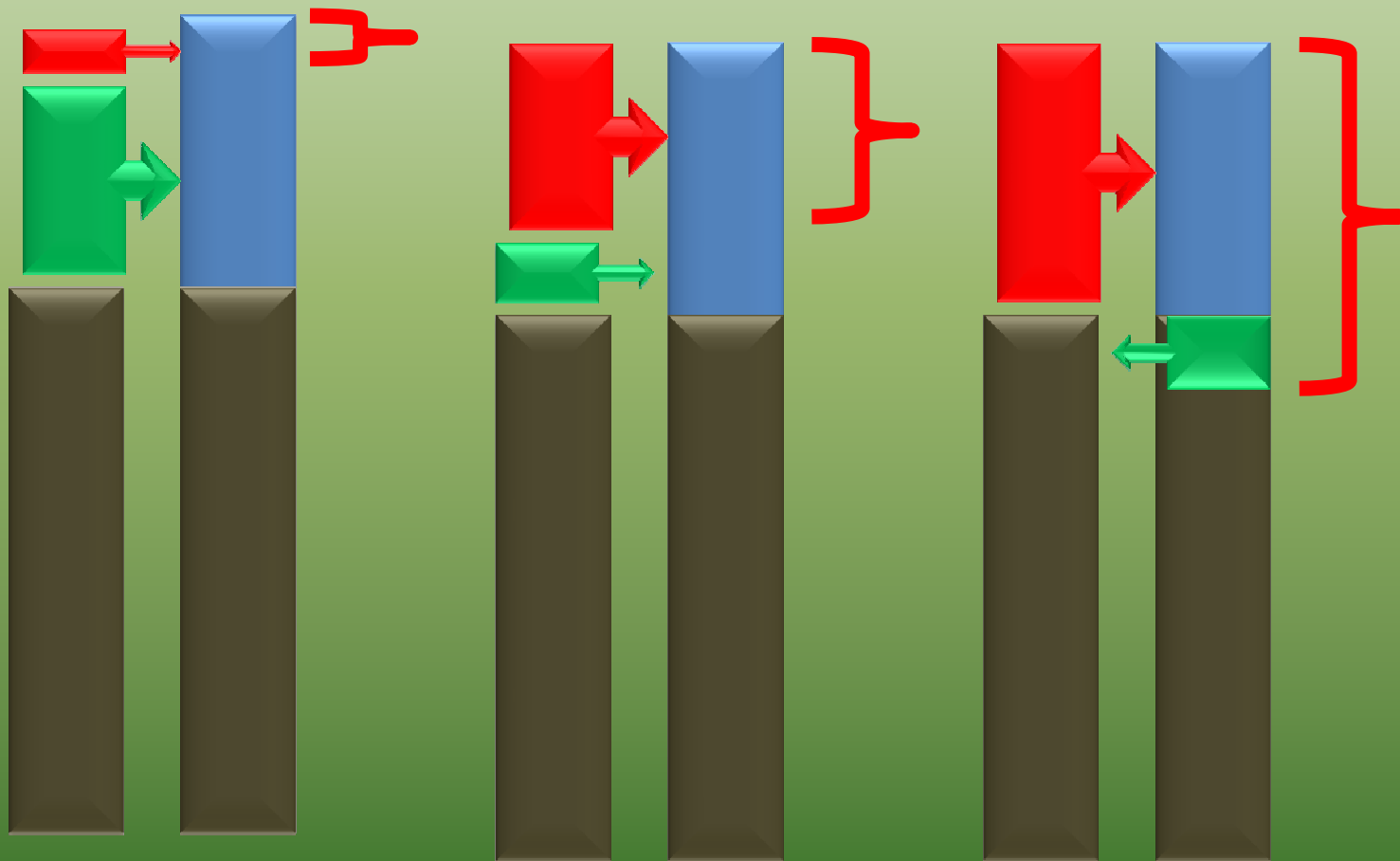


<http://askehbl.mes.wordpress.com/2009/06/climate-change1.jpg>

Zvýšení teploty

Přírodní vlivy

Vliv lidstva



Přírodní a antropogenní změny stávající teploty

Lutchař, N. 2010

**„Regardless of climate change,
it is important to realize
that the basic needs
(e. g. food, feed, fiber, fuel)
of Earth´s 10 billion inhabitants by 2100
cannot be met without restoring
the services of the terrestrial ecosystems...”**



Finanční hodnota produktů a služeb přírody

Poetická úvaha

*Sedmikrásky, jaterníky,
bílé, žluté sasanky,
petrklíče, koniklece,
plicník, blatouch, fialky.
Od poupat je pozoruji,
doufám, čekám, miluji,
až je toho náhle všude
plná stráň a plný les....*

(Úvodní verše z básně „Jarní kvítí“ od S. K. Neumanna.)

How Much Are Nature's Services Worth?

Measuring the social benefits of ecosystem functioning
is both controversial and illuminating.

Walter E. Westman

*To me the meanest flower that blows can give
Thoughts that do often lie too deep for tears.*—WILLIAM WORDSWORTH (*I*)

Science 197:960, 1977



Robert Costanza

(born [14 September 1950](#)) is an American [ecological economist](#) and the Gund Professor of [Ecological economics](#) and Director of the Gund Institute for Ecological Economics at the [University of Vermont](#).

His work has been cited in more than 1700 scientific articles since 1987 (according to the Science Citation Index^[2] and more than 80 interviews and reports on his work have appeared in various media, including Newsweek, US News and World Report, the Economist, the New York Times, Science, Nature, National Geographic, and National Public Radio.

NATURE | VOL 387 | 15 MAY 1997

The value of the world's ecosystem services and natural capital

Robert Costanza^{††}, Ralph d'Arge[‡], Rudolf de Groot[§], Stephen Farber^{||}, Monica Grasso[†], Bruce Hannon[¶], Karin Limburg^{#*}, Shahid Naeem^{**}, Robert V. O'Neill^{††}, Jose Paruelo^{‡‡}, Robert G. Raskin^{§§}, Paul Sutton^{||||} & Marjan van den Belt^{¶¶}

The services of ecological systems and the natural capital stocks that produce them are critical to the function Earth's life-support system. They contribute to human welfare, both directly and indirectly, and therefore are part of the total economic value of the planet. We have estimated the current economic value of 17 ecosystem services for 16 biomes, based on published studies and a few original calculations. For the entire biosphere, the value (which is outside the market) is estimated to be in the range of US\$16–54 trillion (10^{12}) per year, with an average of US\$33 trillion per year. Because of the nature of the uncertainties, this must be considered a minimum estimate. The gross national product total is around US\$18 trillion per year.

18 trillion USD per year (10^{12} USD year⁻¹)

Služby ekosystémů (ecosystem services):

Ekosystém poskytuje

(1) Produkty

(2) Služby

**Služby ekosystémů přinášejí lidstvu užitek,
za který se téměř vůbec neplatí.**

Costanza et al., Nature 387: 253, 1997.

Balmford et al., Science 297: 950, 2002.

Boumans et al., Ecological Economics 41: 529, 2002.

Příklady některých služeb ekosystémů (biomů) a jejich ročního finančního hodnocení (převzato z publikace Costanza et al., 1997, upraveno).

<u>Služba ekosystému</u>	<u>Miliardy dolarů ročně</u>
--------------------------	------------------------------

Kontrola složení atmosféry	1341
Řízení klimatu	684
Čištění a zásobování vodou	2807
Tvorba a udržování úrodnosti půdy	53
Likvidace odpadů	2277
Opylování	117
Produkce potravin	1386
Kulturní a rekreační požitky	3830

Celkem (v tabulce nejsou všechny služby)

33268

Služby ekosystémů:

-Udržování stálé koncentrace plynů v atmosféře

(konc. CO₂, O₂, ozonová vrstva,...

-Udržování klimatu

(skleníkový efekt, cirkulace vod v oceánech,...

-Zásobování vodou

(spodní voda, závlahy, samočisticí schopnost...

-Vytváření a udržování půdy

(zvětrávání nerostů, obohacení organickou hmotou

-Likvidace odpadů

(detoxifikace, rozklad,...

-Opylování

(hmyzem, větrem,...

-Genetické zdroje

(fytofarmaka, GMO resistentní,...

-Rekreace

-Estetika

Hodnocení finančního vyjádření služeb ekosystémů

se nejčastěji provádí jedním z následujících dvou postupů (Jiang et al., 2007):

(1) Určují se škody, které by vznikly likvidací příslušných funkcí ekosystému poskytujícího hodnocenou službu.

(2) Vypočítávají se náklady, které by bylo třeba vynaložit na opatření vytvořená lidmi (vybudování čističek, přehrad atp.) a nahrazujícími dosud poskytovanou službu ekosystému.

Graf A: VAZBY MEZI SLUŽBAMI EKOSYSTÉMŮ A LIDSKÝM BLAHOBYTEM

Tento graf znázorňuje sílu vazeb mezi kategoriemi služeb ekosystémů a složkami lidského blahobytu, s nimiž se běžně setkáváme. Udává také, do jaké míry mohou být vazby zprostředkovány socioekonomickými faktory. (Je-li například možné koupit náhradu za zaniklou službu ekosystému, je potenciál zprostředkování vysoký.) Síly vazeb a potenciál zprostředkování se liší v jednotlivých ekosystémech a regionech. Kromě zde uvedeného vlivu služeb ekosystémů lidský blahobyť ovlivňují další faktory – včetně dalších faktorů životního prostředí, ale i faktorů ekonomických, společenských, technických a kulturních – a ekosystémy jsou naopak rovněž ovlivňovány změnami lidského blahobytu (viz graf B)..



Zdroj: Millennium Ecosystem Assessment

BARVA ŠÍPKY

Potenciál pro zprostředkování socioekonomickými faktory

malý

TLOUŠŤKA ŠÍPKY

Síla vazby mezi službou ekosystému a lidským blahobytem

slabá

Matero a Saastamoinen, 2007:

**Roční hodnota služeb lesních ekosystémů
ve Finsku odpovídá**

2609 milionů € .

Přitom není dostatek věrohodných údajů, které by postihly:

Změny ve využívání půdy.

Znečištění vod těžkými kovy jako následek lesních technologií.

Tvorba ozonu a těkavých látek v lesích.

Hydrologické změny.

Kontrola chorob a škůdců s dopadem na jiné oblasti.

Tab.

Roční hodnota služeb (milióny eur) lesních ekosystémů Finska hodnocená za období 1995 až 2002 (podle Matero a Saastamoinen, 2007). Hodnoty

Služby lesního ekosystému	Podrobnější popis některých složek služby (nejsou uvedeny všechny)	Celková hodnota (milióny eur)
Vytěžené dřevo	Vytěženo $59,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (1498) Přirostek stromů $12,36 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (140) Daň z uhlíku (-1123) Management a mzdy (244)	1052
Turistika využívající lesy		2695
Depozice	Depozice NO_x 55000 t (30) Depozice SO_2 105000 t (171)	201
Další služby	Sběr dekorativních lišejníků (1) Sob : $2,2 \cdot 10^6 \text{ kg}$ maso, 14000 inds (7) Vánoční stromky (7) Sběr plodů a hub Jiné rekreační aktivity v lesích	825
Ztráta biodiverzity	Potřeba sídlišť pro 650 druhů ohrožených organismů	-463
Důsledky pro změny klimatu	Roční emise CO_2 : $85,5 \cdot 10^3 \text{ t}$ (-1184) Roční absorpce CO_2 : $101,3 \cdot 10^3 \text{ t}$ (1876) Roční zvýšení obsahu C v půdě: $15,9 \cdot 10^3 \text{ t}$ (136) Omezení výdeje CO_2 , CH_4 a N_2O z rašelinišť (295)	1123
Změny zásob minerálních látek v půdě	Odtok sloučenin dusíku, fosforu a sedimentů	-129
Další služby, jejichž hodnoty zatím nebyly finančně vyjádřeny	„Nemovitostivliv na charakter bydlení, snížení hluku a větru, krása okolí apod. Zvyšování obsahu kovů ve vodách: Fe, Al, Hg Emise těkavých látek: monoterpeny, isoterpeny aj. Hydrologické změny: snížení rizik povodní, využití vodních toků pro výrobu elektřiny. Kontrola chorob a škůdců Větrná eroze	
CELKEM	Všechny hodnocené služby <small>mír Nátr 2010</small>	2609

**Příklad finanční hodnoty 4 vybraných služeb
mokřadního ekosystému (cca 5200 ha).**

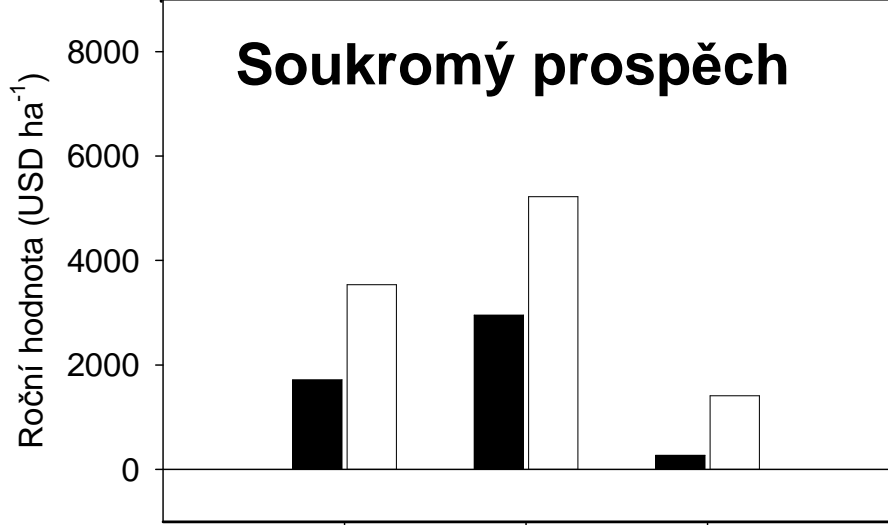
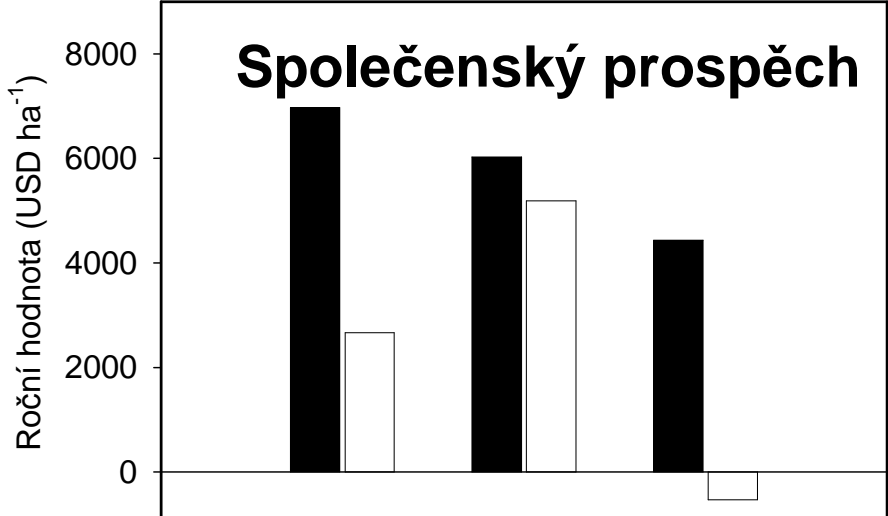
Podle Heina et al. (2006).

Služba ekosystému	Finanční hodnota (eur rok⁻¹)
Sklizeň rákosu	480000
Rybolov	140000
Rekreace	1680000
Uchování přírody	2200000
Celková hodnota vybraných služeb	4500000

Tab. Rodriguez, 2006.

Funkce, produkty a služby křovinatého území opuncí. Podle Rodriguez et al. (2007) – upraveno.

Funkce	Procesy ekosystému a příslušné složky	Produkty a služby
<i>Produkční funkce</i>	<i>Poskytování přírodních zdrojů</i>	
Potraviny	Přeměna sluneční energie v rostlinné a živočišné potraviny	Plody a mladá fyklokladia, krmivo, sirup, nápoje apod.
Suroviny	Přeměna sluneční energie v biomasu pro různé použití	Palivo, produkce bioplynu, organické hnojivo a kompost
Zdroje pro umělecké a upomínkové předměty	Řada druhů rostlin a jejich částí využitelných k tvorbě ozdobných a upomínkových předmětů	Výrobky domácích řemeslníků, různé druhy barviv apod.
<i>Habitat funkce</i>	<i>Životní prostředí pro volně žijící druhy rostlin a živočichů</i>	
Refugia	Keře opuncí poskytují podklady pro šlechtění cochineal hmyzu	Udržování společenství hmyzu cochineal
<i>Regulační funkce</i>	<i>Udržování důležitých ekologických procesů</i>	
Ochrana před katastrofami	Biomasa opuncí chrání před hladomory	Ochrana před suchem
Regulace vodního provozu	Keře regulují odtok vody ze svahů	Regulace odtoku vody
Zásobování vodou	Opuncie zvyšují schopnost půdy udržet vodu	Zvyšuje se účinnost využití srážkové vody
Ochrana půdy	Kořenový systém a půdní organismy chrání půdu před erozí	Ochrana proti erozi
Regulace obsahu živin v půdě	Opuncie výrazně zvyšují obsah organické hmoty a dusíku v půdě	Uchování půdní úrodnosti
<i>Informační funkce</i>	<i>Příležitosti pro rozvoj znalostí</i>	
Kulturní a umělecké informace	Rozvoj kulturních a uměleckých aktivit	Básně, písně, zvyky, tradice inspirované opuncemi



20 ha 150ha 300 ha undiked

Velikost mokřadu

Odhad hodnoty (Kč ročně) ročních služeb z 1 hektaru zaplavované říční nivy:

1. protipovodňová služba	20 000
2. produkce nadzemní biomasy	35 000
3. retence živin:	35 000
4. biodiverzita: aluviální psárkové louky	284 000
5. produkce kyslíku:	1 750 000
6. klimatizační služba:	19 600 000
7. podpora krátkého vodního cyklu,	14 250 000

Celkem služeb z 1 ha nivy 35 964 000 Kč ročně z 1 ha

Odhad hodnoty ročních služeb z 1 hektaru zaplavované říční nivy:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. protipovodňová služba nivy stojí na investičních vkladech náhradního řešení (investiční limit 100 Kč na zadržení 1 m ³ umělou hrází) 0,5 mil. Kč na 1 ha nivy, což v přepočtu na roční protipovodňovou službu (při 5% diskontu) představuje částku cca | |
| 2. produkce nadzemní biomasy: 5 tun ročně x 4 MWh (=4 tis. kWh) x 2 Kč/kWh x 0,5 (efektivnost) = | 20 000 Kč ročně |
| 3. retence živin: zadržení 1 tuny alkálií oproti meliorovaným orným půdám (Seják a kol. 2008) | 35 000 Kč ročně |
| 1 000 kg x 30-40 Kč | |
| 4. biodiverzita: aluviální psárkové louky T 1.4 jsou hodnoceny 46 body/m ² (Seják, Dejmal a kol. 2003), což na 1 ha představuje 460 000 bodů x 12,36 Kč/bod = 5,685 mil. Kč, při 5% diskontu představuje roční službu v biodiverzitě ve výši cca | 284 000 Kč ročně |
| 5. produkce kyslíku: 3,5 mil. litrů O ₂ x min. 0,25-0,73 Kč/litr (0,50) | 1 750 000 Kč ročně |
| 6. klimatizační služba: 700 litrů odpařené vody ročně z 1 m ² v přepočtu na 1 ha znamená 700 x 1,4 kWh (0,7 kWh chlazení, 0,7 kWh oteplování) x 10000 x 2 Kč/kWh | 19 600 000 Kč ročně |
| 7. podpora krátkého vodního cyklu, vrácených 500 litrů/m ² za rok znamená roční službu z 1 ha nivy: (500 litrů/m ²) x cca 2,85 Kč (cena destil. vody) x 10000 = | 14 250 000 Kč ročně |
| Celkem služeb z 1 ha nivy | 35 964 000 Kč ročně |

Odhad hodnoty (Kč ročně) ročních služeb z 1 hektaru lesa (zdravý smíšený les s dostatkem vody):

1. Biodiverzita	400 000
2. Odhad kyslíkové služby lesního porostu	3 500 000
3. Odhad klimatizační služby lesního porostu	22 400 000
4. podpora krátkého vodního cyklu	17 100 000
Celkem služeb z 1 ha lesa	43 400 000

Odhad hodnoty ročních ekosystémových služeb 1 ha lesa (zdravý smíšený les s dostatkem vody):

1. Biodiverzita: L2.3 Tvrdé luhy nížinných řek jsou hodnoceny 66 body na 1 m², tj. 660 000 bodů x 12,36 Kč/bod = 8,158 mil. Kč, při 5% diskontu představuje roční službu v biodiverzitě ve výši cca **400 000 Kč ročně**

2. Odhad kyslíkové služby lesního porostu

Jeden hektar listnatého opadavého lesa v podmínkách mírného pásma vyprodukuje za rok průměrně 10 tun čisté produkce kyslíku.

Pro přepočítání mezi kilogramy a litry O₂ platí vztah 1,429 kg/m³ neboli 1 kg O₂ = 700 litrů O₂.

10 000 kg/ha x 700 litrů x 0,50 Kč/litr =

3 500 000 Kč ročně

2. Odhad klimatizační služby lesního porostu

Vycházíme z úvahy, že strom s průměrem koruny cca 5 m (tj. plochou cca 20 m²), který je dostatečně zásoben vodou, odpaří za slunných dnů více než 100 litrů vody denně (cca 70 kWh) a zužitkuje tak podstatnou část slunečního záření (cca 80 %) na ochlazení prostřednictvím výparu.

Naopak v noci vodní pára kondenzuje na chladnějších místech, čímž dochází k jejich oteplení a návratu vody do krajiny. Strom tedy působí jako přirozené klimatizační zařízení s dvojitou funkcí ochlazování za slunečního svitu a oteplování při poklesu teplot. S ohledem na počet slunných dnů v roce a střídavou dostupnost vody můžeme předpokládat, že v průměru z 1 m² zapojeného lesa za rok evapotranspiruje 800 l vody

400 stromů/ha x 140 kWh/den a strom x 200 dnů x 2 Kč/kWh =

22 400 000 Kč ročně

(800 l/m² a rok x 1,4 kWh x 10 000 x 2 Kč/kWh = 22,4 mil. Kč ročně)

3. podpora krátkého vodního cyklu, vrácených 600 litrů/m² za rok znamená roční službu z 1 ha lesa:

(600 litrů/m²) x cca 2,85 Kč (cena litru destil. vody) x 10000 =

Lubomír Nát **17 100 000 Kč ročně**

Celkem služeb z 1 ha lesa

43 400 000 Kč ročně