

# EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

## a metody jejich měření

Doc. Ing. Josef Seják, CSc.

Motto:

**„Být ekologicky vzdělán znamená porozumět principům organizace ekologických společenstev (tj. ekosystémů) a užívat tyto principy pro vytváření udržitelných lidských společností“**

F. Capra, Tkáň života, Nová syntéza mysli a hmoty, Academia 2004, s. 264

**„Planetární regulační systém Lovelock stále více považoval za naprosto ústřední záležitost, máme-li pochopit život na Zemi“**

Lynn Margulisová, Symbiotická planeta, Nový pohled na evoluci, Academia 2004, s. 122

# Proč jsou ekosystémy nenahraditelné?

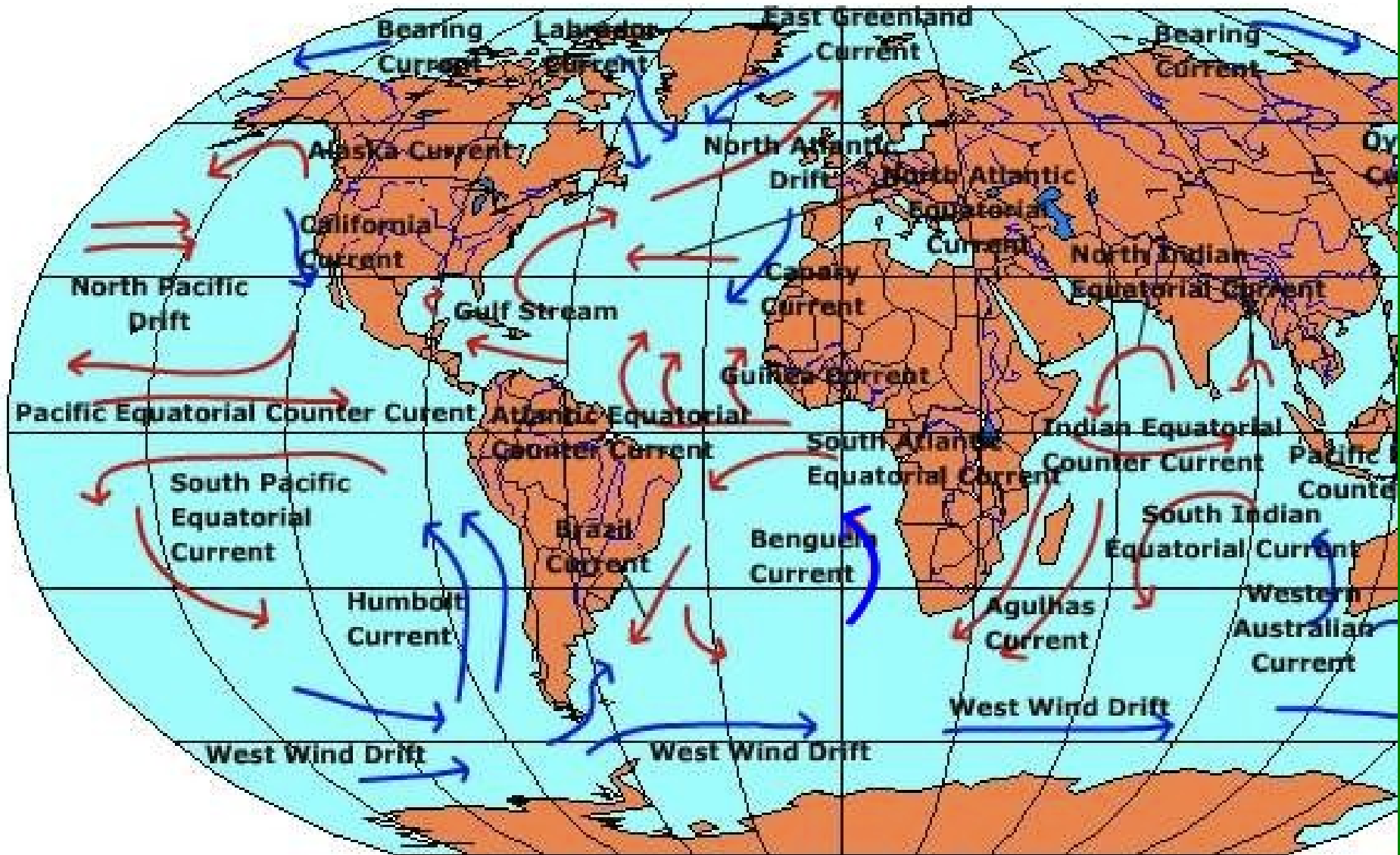
- Chceme-li pochopit podstatu nenahraditelnosti ekosystémů, musíme se podívat do historie vzniku života na Zemi a pochopit, v jakých souvislostech a zákonitostech se život od svého počátku vyvíjí.
- Život na vychládající, z hvězdného prachu a gravitace před 4,5 mld. let utvořené a následně převážně vodou pokryté Zemi, se objevil asi před 3,8 mld. let. Rozšířil se z první jednoduché bezjaderné, na síře a teple závislé, živé buňky (Archea), pro níž byl kyslík jedem. Velmi záhy potom se objevily i fotosyntetizující bakterie. Život se asi tři miliardy let rozvíjel jen v mikrosvětě bakterií, sinic a dalších mikrobů, kteří vytvořili základní rovnováhu producentů a konzumentů kyslíku. Díky fotosyntetizujícím mikrobům již před cca 2 mld. let dosáhl obsah kyslíku v atmosféře asi 15 % současného stavu a tvořila se již ochranná ozónová vrstva Země.
- Lidský druh, savci, primáti a hominidi (mnohobuněčné organismy) se mohli vyvinout teprve po přibližně třech mld. let fungování mikroforem života (bakterií, sinic, řas, kvasinek), které vytvořily a udržují nám známé složení atmosféry, ochrannou ozonovou vrstvu, napomohly a napomáhají vzniku půd, vegetace na kontinentech, tvoří organickou součást těl živočichů i rostlin atd.

# ŽIVOTADÁRNÉ EKOSYSTÉMY

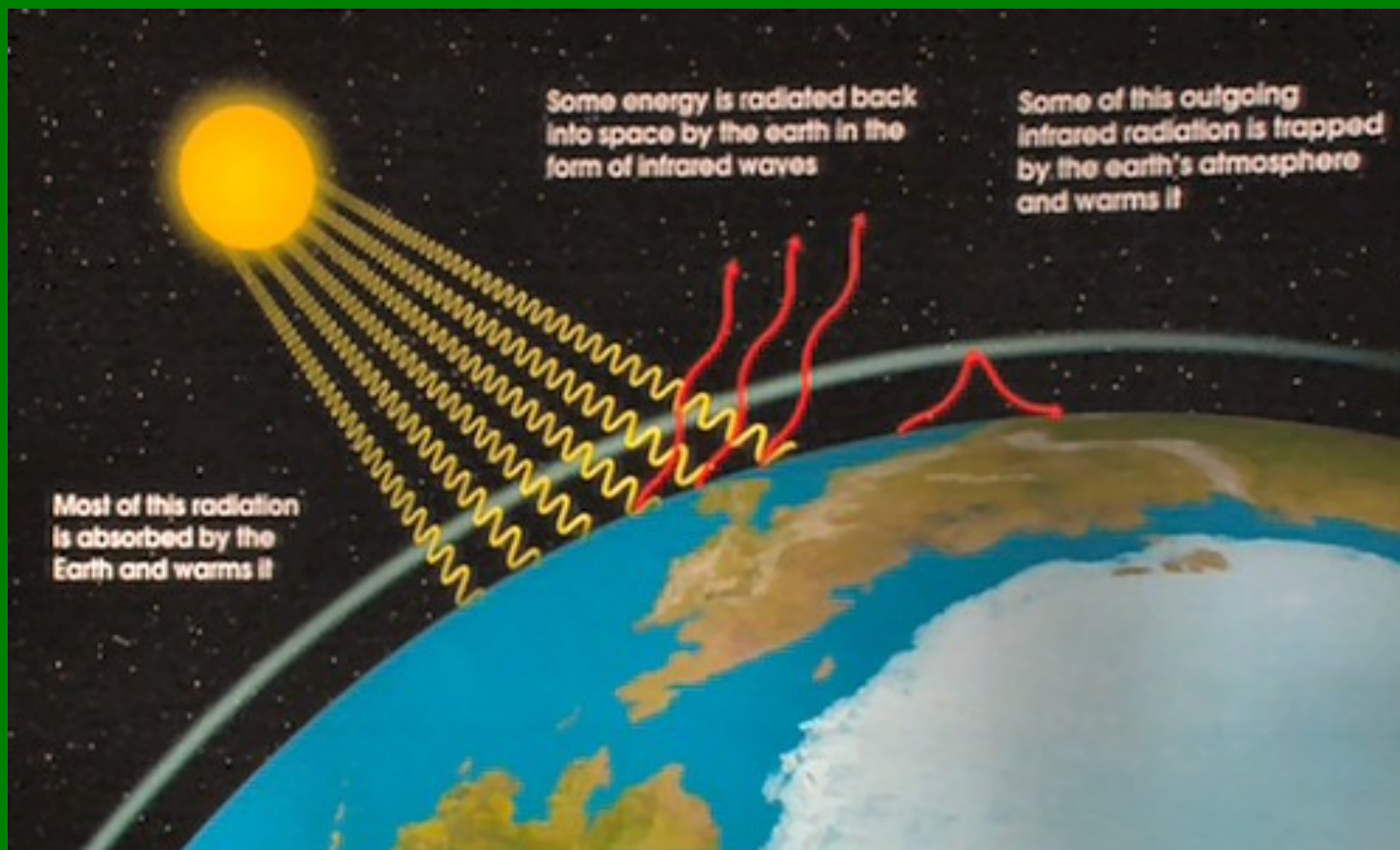
- **Co jsou ekosystémy? Pro mnohé z vás triviální otázka, ne tak pro běžného občana.**
- Funkční soustava živých a neživých složek ŽP, spojených tokem energie, výměnou látek a informací.
- **Co jsou životodárné (autotrofní) ekosystémy? Čím jsou ekosystémy užitečné člověku, společnosti?**
- 1. **zásobovací služby: potraviny, vodu, dřevo, vlákna, palivo, ale také**
- 2. **podpůrné služby: tvoří úrodnou půdu, čistí ovzduší a vodu,**
- 3. **regulační služby: chrání proti škodlivému ultrafialovému záření, kontinuálně regulují složení atmosféry, zmírňují klimatické extrémny, udržují biodiverzitu, regulují nemoci, rozkládají organický odpad,**
- 4. **kulturní služby: jsou zdrojem estetických, duchovních, výchovných a rekreačních hodnot atd.**

**Životodárné ekosystémy na kontinentech fungují v symbióze energie-voda-vegetace**

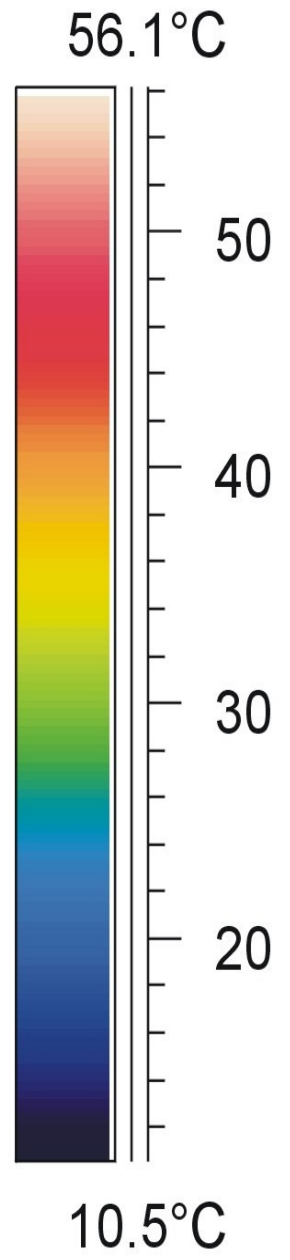
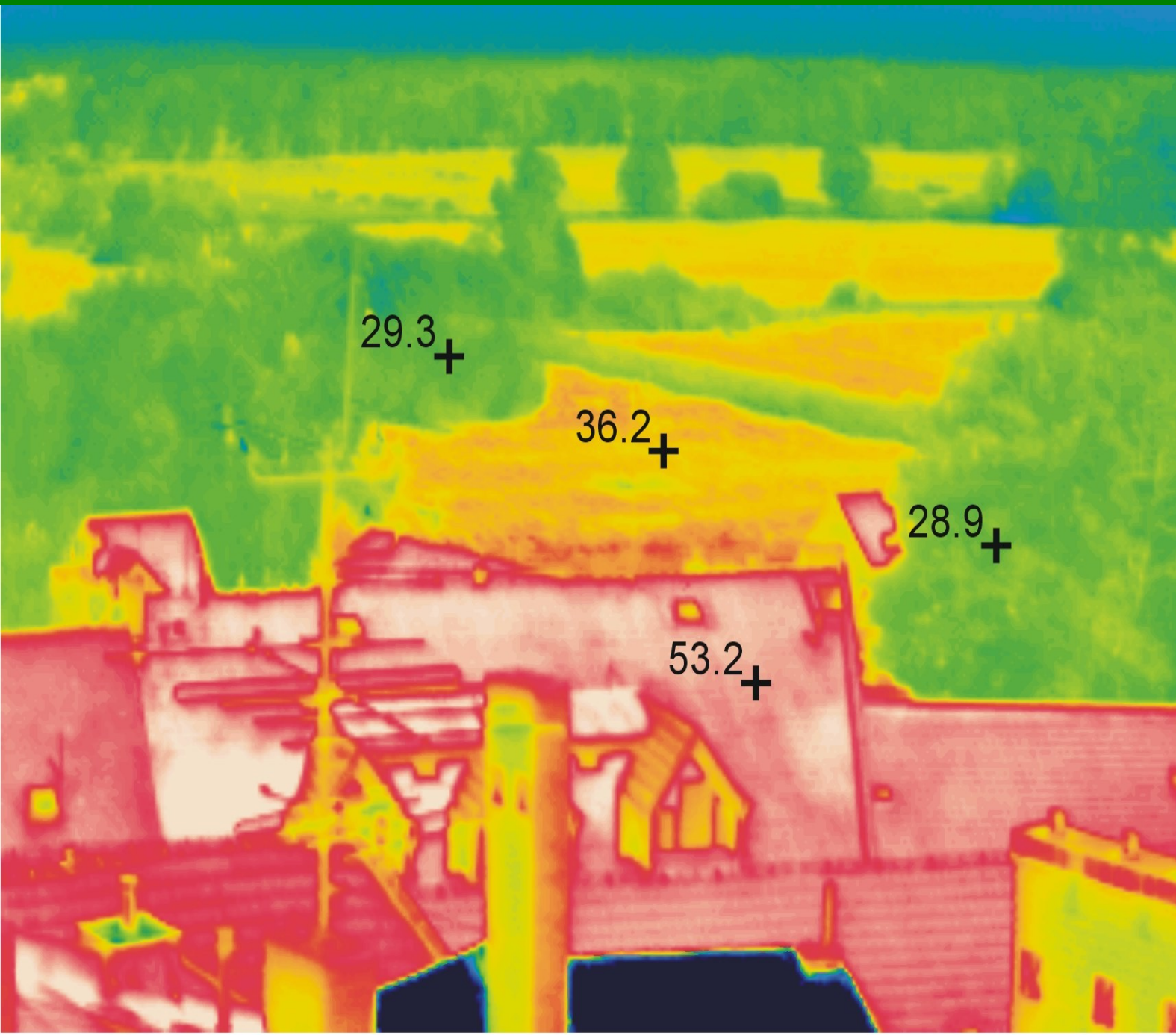
Je to energie slunce a voda v kapalné formě v podobě oceánských proudů (oceány a moře), směřujících od rovníku k pólům, která zajišťuje základní ohřívání kontinentů.



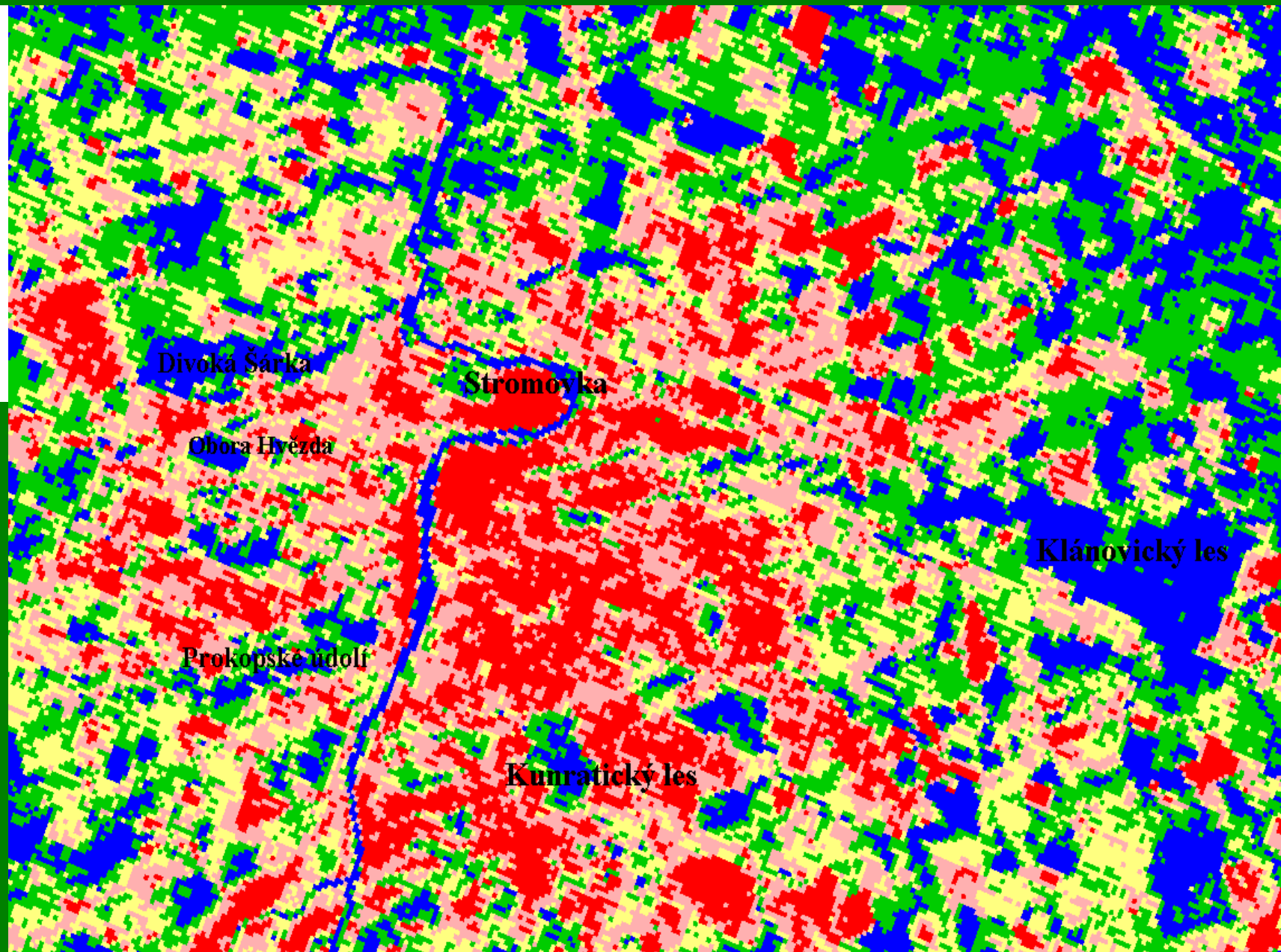
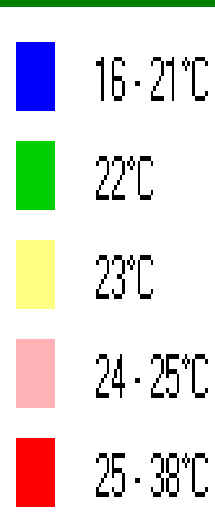
Jsou to energie slunce a voda v plynné podobě v atmosféře skleníkového atmosférického obalu a skupenské přeměny vody, které umožňují udržovat teploty na Zemi v rozsahu příznivém pro existenci života.



**A je to symbióza energie slunce-voda-vegetace, které umožňují na pevninách udržovat teploty v rozsahu příznivém pro existenci života.**



# Praha, teploty povrchů, slunný 28. červenec 2005, 9.30, 23x34 km, (multispektrální a termická data Landsat TM a ETM+)



# Metody hodnocení služeb ekosystémů

## 1. poptávkové (preferenční) metody

Lidé tradičně hodnotí pouze ty části přírody, které jim poskytují bezprostřední užitek (HH). Anthropocentrické přístupy k hodnocení přírodních zdrojů (jako zdrojů budoucích užitků) byly rozpracovány již v polovině 19. století (Faustmann 1849). Ve všech případech se ocenění odvozovalo z odhadu budoucích užitků přírodních zdrojů. V rámci tohoto utilitárního přístupu začali v posledních desetiletích odborníci experimentálně hodnotit i netržní statky a služby přírody a to prostřednictvím odvozených a hypotetických tržních přístupů, zejména dotazováním se jednotlivců, kolik jsou ochotní platit za jednotlivé služby ekosystémů.

Všechny tyto utilitární, poptávkové či preferenční přístupy (odhalené či stanovené preference, jako CVM, TCM, hedonické hodnocení atd.) trpí ve vztahu k hodnocení služeb ekosystémů jedním podstatným defektem. Hodnocení jsou prováděna spotřebiteli, kteří ještě zdaleka nezahrnuli služby ekosystémů do svého hodnotového systému.



# Míra podhodnocení poptávkovými metodami

- Prvním známým příkladem globálního hodnocení služeb ekosystémů světa je stat' Costanza et al. (1997). Tým autorů odhadl roční hodnotu 17 služeb 16 biotů na 16-54 bilionů USD (bilion= $10^{12}$ ) s průměrem 33 bilionů USD za rok, což byl přibližně dvounásobek ročního světového HDP.
- Použijeme-li nákladů známého experimentu Biosféra 2, můžeme odhadnout míru podhodnocení v Costanzově stati. Biosféra 2 byl ambiciózní projekt, v němž 8 lidí chtělo přežít dva roky v umělém ekosystému hermeticky uzavřeného skleníku 3.15 akru. Tento neúspěšný projekt s náklady 200 milionů USD odhalil, že lidé nejsou zatím schopni vytvářet vyvážené ekosystémy.
- Vyžadoval-li projekt Biosféra 2 investici 200 milionů USD pro 8 lidí, pak celkovou hodnotu ekosystémů světa lze odhadnout na 165 biliard USD ( $165 \times 10^{15}$ ). Použitím 5% diskontní míry dospějeme k odhadu ročních služeb ekosystémů světa (Biosféry I) ve výši 8 biliard USD ( $8 \times 10^{15}$ ), což znamená pětisetnásobek ročního světového HDP.

# Metody hodnocení služeb ekosystémů

## 2. nákladové expertní metody (biophysical appr-s)

Alternativním teoretickým konceptem k hodnocení služeb ekosystémů je použití nákladů náhrady těchto služeb. Tento přístup hodnotí, kolik stojí náhrada jednotlivých služeb přirozených ekosystémů, pokud je zabezpečujeme technologickou cestou (např. protipovodňovou službu mokřadního ekosystému lze ocenit náklady na výstavbu umělé hráze). Jak Costanza et al. píší: “Dalším způsobem jak uvažovat o službách ekosystémů, je určit, co by stála jejich náhrada technologickou, umělou cestou.” (Costanza et al. 1997, p. 255).

S ohledem na to, že většina životodárných služeb ekosystémů ještě nevstoupila do hodnotového systému většiny lidí (a tudíž odhalovaná poptávka je značně podhodnocená) jeví se metoda náhradních nákladů jako nezbytná pro vyjádření „druhého ostří“ ekonomické hodnoty služeb ekosystémů, jejich existenčního významu pro lidský druh.

# Netržní hodnocení služeb ekosystémů

## 3. analýzy vložené energie (emergie)

Třetím důležitým přístupem k hodnocení služeb ekosystémů je analýza vložené energie (emergy analysis), i.e. analýza energie ztělesněné v ekosystémech. Emergie měří práci přírody a lidí při vytváření produktů a služeb. Emergie je definována jako disponibilní energie jednoho druhu, která byla přímo či nepřímo nutná na vytvoření služby či produktu (jednotky: emjouly).

Teorie emergie vychází z axiomu, že veškeré reálné bohatství životního prostředí vzniká z práce geobiosféry (Odum H.T. 1996, p. 35). Slunce, příliv a odliv a teplo zemského nitra jsou tři hlavní zdroje energie (sluneční svit: 42 %, přílivová energie: 15%, a teplo zemského nitra : 43 %).

Emergy analýza ztělesněné energie identifikuje úplné náklady energie jako výrazu přístupu ze strany nabídkové křivky (který je širší než pracovní teorie hodnoty).

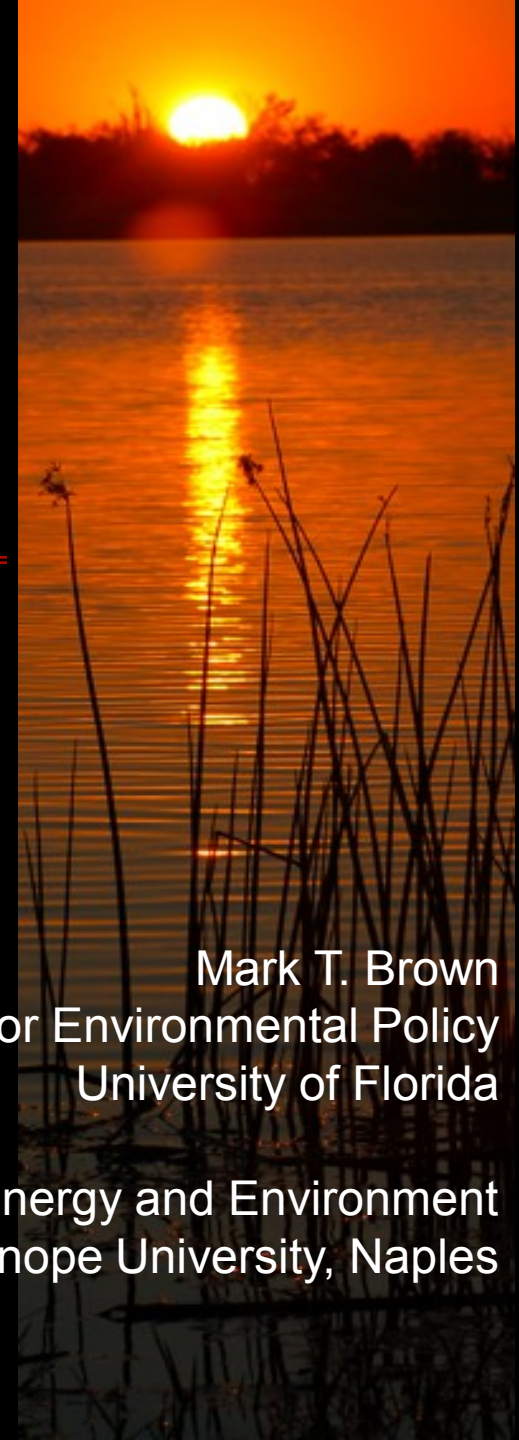
# Facets of Sustainability:

---

## Integrating Energy, Ecology and Economics

Mark T. Brown  
Center for Environmental Policy  
University of Florida

Fulbright Distinguished Chair in Energy and Environment  
Parthenope University, Naples



# Význam energie, vegetace a vody podle teorie živých systémů

- **Rodící se teorie živých systémů vychází ze systémové podstaty života na Zemi. Vychází z poznání, že systém je více než suma jeho částí. Smysl každé jednotlivé části živého systému lze pochopit jen je-li posuzována v kontextu celého systému.**
- **Život v biosféře Země je založen na citlivé rovnováze producentů a konzumentů kyslíku. Jestliže lidé odstraňují přirozenou vegetaci z kontinentů a zničili polovinu fotosyntetizujícího života v mořích a oceánech, nemusí být daleko doba, kdy se začne měnit podíl kyslíku v atmosféře. Lidský druh je na stávajících 21 % kyslíku existenčně závislý.**
- **Zeleň ve městech nelze dosud ničím adekvátně nahradit. Zástavbami a odstraňováním vegetace lidé ohrožují narušení svých existenčních podmínek.**

# **Metodika SP/2d3/99/07: kombinace biofyzikálního přístupu a nákladů náhrady**

- **Z pohledu teorie živých systémů jen zelenomodrá planeta (v symbióze sluneční energie-vody-vegetace) umožňuje existenci lidského druhu.**
- **Ze symbiózy sluneční energie-vody-vegetace jsme vyšli v projektu SP/2d3/99/07 a propočítali v národním rámci čtyři služby ekosystémů ČR. Ekosystémy jsme rozdělili do 22 skupin podle intenzity funkcí, které v nich probíhají.**

# Podpůrné a regulační služby ekosystémů ČR

Pořadové číslo	Funkční skupina	Rozloha [km <sup>2</sup> ]	Služby ekosystémů [Kč.m <sup>-2</sup> .rok <sup>-1</sup> ]				Souhrn služeb ekosystémů	
			Klimatizační služba <sup>1</sup>	Podpora malého vodního cyklu <sup>2</sup>	Produkce <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	Podpora biodiverzity <sup>4</sup>	Relativní hodnota [Kč.m <sup>-2</sup> .rok <sup>-1</sup> ]	Celková suma [mld. Kč.rok <sup>-1</sup> ]
1	Vodní plochy	675	1680	1425	623	12	3740	2524
2	Rašeliniště	23	2240	1853	74	36	4202	98
3	Ostatní mokřady	364	2240	1853	760	26	4878	1775
4	Extenzivně využívané mezofilní louky a pastviny	2601	1680	855	392	30	2957	7690
5	Intenzivně využívané mezofilní louky a pastviny	5579	1400	855	518	8	2781	15517
6	Degradované mezofilní louky, pastviny a lada	4609	1120	499	298	8	1924	8868
7	Suché uzavřené trávníky (TTP)	40	1120	285	263	30	1698	68
8	Suché mezernaté trávníky (TTP)	172	840	214	151	30	1235	213
9	Křoviny suchomilné (xerotermní)	426	1120	428	298	20	1865	796
10	Křoviny mezofilní	1959	1400	855	396	20	2671	5232
11	Křoviny mokřadní	17	1680	1354	434	28	3496	58
12	Suché bory	298	1120	641	336	31	2128	633
13	Ostatní jehličnaté lesy	6050	1400	1140	581	25	3146	19031
14	Jehličnaté lesy poškozené	8222	1120	855	466	12	2453	20168
15	Listnaté lesy	6636	1960	1710	669	34	4372	29015
16	Listnaté lesy degradované, kulticenózy	1632	1400	998	480	14	2891	4717
17	Lužní lesy	924	2240	1995	760	37	5032	4648
18	Solitérní stromy, aleje	1276	1400	855	532	15	2802	3577
19	Orná půda: biotopy obilovin a okopanin	27605	840	214	336	6	1396	38535
20	Orná půda: biotopy pícnin a trvalé polní vegetace	141	1120	499	739	6	2363	334
21	Plocha bez vegetace	2938	280	71	0	0	351	1032
22	Biotopy skalních stanovišť	113	560	285	74	29	948	108
23	Ostatní přírodní a přírodě blízké biotopy	3780	1647	1262	560	25	3495	13211
24	Ostatní více antropicky ovlivněné biotopy	2787	959	432	359	7	1757	4896

**Celkem ČR**

78869

182743

# Srovnání výkonu hlavních skupin ekosystémů ČR

ČR=78 869 km<sup>2</sup>, suma čtyř služeb= 182 743 mld. Kč/rok, HDP 3689 mld.

Lesy a křoviny	km <sup>2</sup>	mld. Kč	Kč m <sup>-2</sup> rok <sup>-1</sup>
Křoviny suchomilné (xerothermní)	426	796	1865
Křoviny mezofilní	1959	5232	2671
Křoviny mokřadní	17	58	3496
Suché bory	298	633	2128
Ostatní jehličnaté lesy	6050	19031	3146
Jehličnaté lesy poškoz.	8222	20168	2453
Listnaté lesy	6636	29015	4372
Listnaté lesy degrad.	1632	4717	2891
Lužní lesy	924	4648	5032
Soliterní stromy, aleje	1276	3577	2802
Celkem	27440	87875	
<b>Podíl v %</b>	<b>0,35</b>	<b>0,48</b>	

Travní porosty	km <sup>2</sup>	mld. Kč	Kč m <sup>-2</sup> rok <sup>-1</sup>
Extenzivně využívané mezofilní louky a pastv.	2601	7690	2957
Intenzivně využívané mezofilní louky a pastv.	5579	15517	2781
Degradované mezofilní louky, pastviny a lada	4609	8868	1924
Suché uzavř. trávníky (TTP)	40	68	1698
Suché mezernaté trávníky (TTP)	172	213	1235
Celkem	13001	32356	
<b>Podíl</b>	<b>0,165</b>	<b>0,177</b>	

Orné půdy	km <sup>2</sup>	mld. Kč	Kč m <sup>-2</sup> rok <sup>-1</sup>
orná půda: obilov., okop.	27605	38535	1396
orná půda: pícn. trav. veg.	141	334	2363
Celkem	27746	38869	
<b>Podíl</b>	<b>0,35</b>	<b>0,21</b>	

Vodní plochy	km <sup>2</sup>	mld. Kč	Kč m <sup>-2</sup> rok <sup>-1</sup>
vodní plochy	675	2524	3740
<b>Podíl</b>	<b>0,01</b>	<b>0,014</b>	



# Hodnoty ekologických a ekonomických funkcí území ČR

(ekol. funkce dle BVM, ekon. funkce dle zákona o oceňování majetku a prováděcí vyhl. č. 3/2008 Sb.)

LAND COVER 1:100000	Body	Hodnota biotopů	Roční služby ekosystémů	Hodnota ekosystémů	Úřední cena	
	průměr	Kč/m <sup>2</sup>	Kč/m <sup>2</sup>	Kč/m <sup>2</sup>	Kč/m <sup>2</sup>	
1.1.1. Souvislá městská zástavba	0-2,4	0-30	669	13380	35-2250	dle velik. osady
1.1.2. Nesouvislá městská zástavba	10,2	126	1946	38920	35-2250	dle velik. osady
1.2.1. Průmyslové a obchodní areály	0-2,9	0-33	797	15940	35-2250	dle velik. osady
1.2.2. Silniční a železniční síť s okolím	8,2	101	1445	28900	35-2250	dle velik. osady
1.2.3. Přístavy	8,3	103	1747	34940	35-2250	dle velik. osady
1.2.4. Letiště	11,9	147	1989	39780	35-2250	dle velik. osady
1.3.1. Oblasti současné těžby surovin	13,4	166	1080	21600	35-2250	
1.3.2. Haldy a skládky	7,9	98	2476	49520	1	
1.3.3. Staveniště	7,1	88	1055	21100	35-2250	
1.4.1. Městské zelené plochy	19,3	239	2659	53180	35-820	dle velik. osady
1.4.2. Sportovní a rekreační plochy	18,8	232	1986	39720	1-10	
2.1.1. Nezavlažovaná orná půda	11,2	138	1552	31040	2-10	dle okresů
2.2.1. Vinice	15,2	188	2211	44220	42	
2.2.2. Sady, chmelnice a zahradní plantáže	14,2	176	2205	44100	42	
2.3.1. Louky a pastviny	20,8	257	2562	51240	1-5	1880 Kč/m <sup>2</sup> s regul. t.
2.4.2. Směsice polí luk a trvalých plodin	14,1	174	2120	42400	1-10	dle okresů
2.4.3. Zemědělské oblasti s přiroz.vegetací	21,5	266	2495	49900	1-5	dle okresů
3.1.1. Listnaté lesy	40,7	503	3898	77960	30	
3.1.2. Jehličnaté lesy	26,2	324	3112	62240	22	
3.1.3. Smíšené lesy	28,5	352	3270	65400	26	
3.2.1. Přírodní louky	33	408	2721	54420	3	
3.2.2. Stepi a křoviny	53	655	3220	64400	1	
3.2.4. Přechodová stadia lesa a křovin	23,5	290	2660	53200	1	
3.3.2. Skály	39,8	492	2680	53600	1	
4.1.1. Mokřiny a močály	33,5	414	3968	79360	1	
4.1.2. Rašeliniště	53,3	659	4201	84020	1	
5.1.1. Vodní toky	23,1	286	3470	69400	10	
5.1.2. Vodní plochy	18,7	231	3702	74040	10	

# Z výsledků ekonomického hodnocení čtyř služeb ekosystémů lze učinit následující závěry:

- 1. peněžní hodnocení ukazují, že ekosystémy listnatých lesů mají vyšší hodnotu ročních služeb (4400-5000 Kč/m<sup>2</sup>) než ostatní přirozené ekosystémy. Výsledky hodnocení za ČR potvrzují, že samoorganizovaný vývoj ekosystémů směrem ke klimaxové podobě listnatého lesa je směřováním k maximálnímu využití energo-materiálových toků v ekosystémech při minimalizaci ztrát látek z jejich území.**
- 2. Peněžní hodnoty služeb ekosystémů výrazně, a to nejčastěji až o několik řádů, převyšují ekonomické užitky z využívání území k ekonomickým účelům. Přesto ekonomickému využití k účelům vlastního prospěchu vlastníka příp. uživatele území je dávana přednost.**
- 3. Vládou chystaná privatizace Lesů ČR bude protispolečenským aktem vůči občanům ČR, který ohrozí udržení životodárných podmínek.**
- 4. Výsledky propočtů peněžních hodnot ekologických služeb ekosystémů zároveň zvýrazňují potřebu vrátit kompetence v územním plánování do resortu životního prostředí a ochranu přírody a krajiny pojmout v udržitelné podobě integrovaného posuzování ekologických, ekonomických a sociálních stránek rozvoje území ČR.**

# K čemu jsou peněžní hodnoty služeb ekosystémů využitelné

- Netržní služby ekosystémů jsou tradičně lidmi užívány zdarma jako volně přístupné.
- ***Proč je tedy peněžně hodnotit?***
- **Vážný globální argument je, že v průběhu 20. st. lidé v rámci ekonomických činností zničili polovinu nejcennějších ekosystémů světa. Je ohrožena dlouhodobá rovnováha fungování biogeochemických cyklů mezi autotrofními a heterotrofními ekosystémy (mezi vegetací a živočichy).**
- **Je to všude podobné – peníze tečou tam, kde se ničí prostředí.**

- ***Nepovede to ke kupčení s ekosystémy?***

**Naopak: v ČR pomocí kvantifikace pozemkových a těžebních rent (energetické zdroje jsou akumulovanou prací přírody) je třeba zdanit bezpracné zisky uhlobaronů a dalších subjektů využívajících přírodní zdroje ČR, protože nejde o zisky, ale o služby přírody patřící celému národu.**

**Navíc: znalost hodnot ekosystémů umožňuje vyhodnocovat ekologicko-ekonomickou efektivnost projektů revitalizací přírody tak, aby se předcházelo mrhání veřejnými prostředky.**

# Jaký je stav s využitím metodiky hodnocení ekosystémových služeb v České republice?

- Metoda hodnocení biotopů, kterou již Zemanova vláda určila svým usnesením č. 207/2002 k zakotvení a která poskytuje základní plošnou ochranu přírody a krajiny a která podle úkolů SPŽP 2004-2010 měla být zavedena do konce roku 2010 do praxe, bude letos zavedena jako doporučená metodika AOPK.
- Metodika hodnocení služeb ekosystémů ČR byla publikována v r. 2010 a je nutný určitý čas k jejímu přijetí v odborných kruzích a k jejímu následnému uvedení alespoň do praxe rozhodování o území.

**Knižní publikaci „Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů ČR“ najdete na :**

*<http://fzp.ujep.cz/projekty/HodnoceniFunkciASluzebEkosystemuCR.pdf>*

**Děkuji Vám za pozornost !**