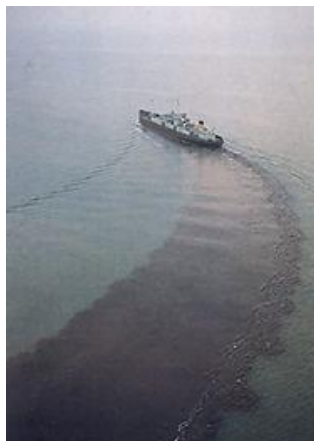
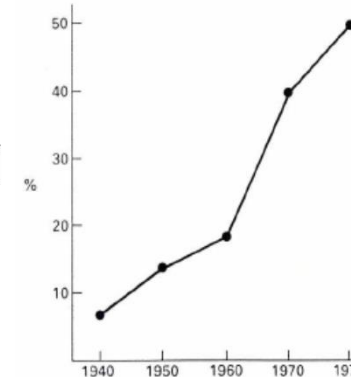


Ochrana přírody

(semestrální přednáška)

Degradace biotopů znečištěním životního prostředí

doc. Dipl.-Biol. Jiří Schlaghamerský, Ph.D.
Ústav botaniky a zoologie P F MU



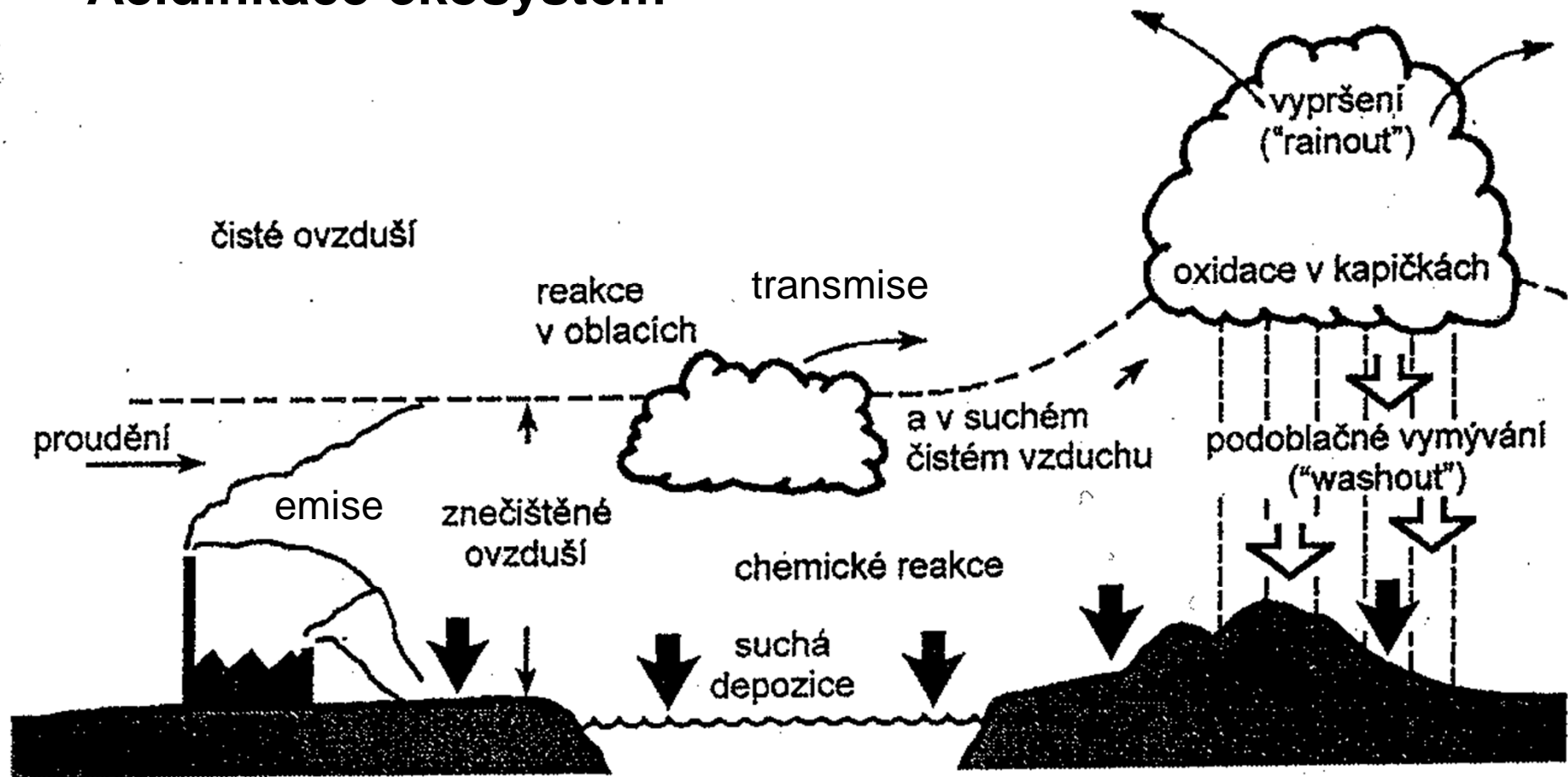
J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Acidifikace ekosystémů



Odumělý smrkový les v Jizerských horách

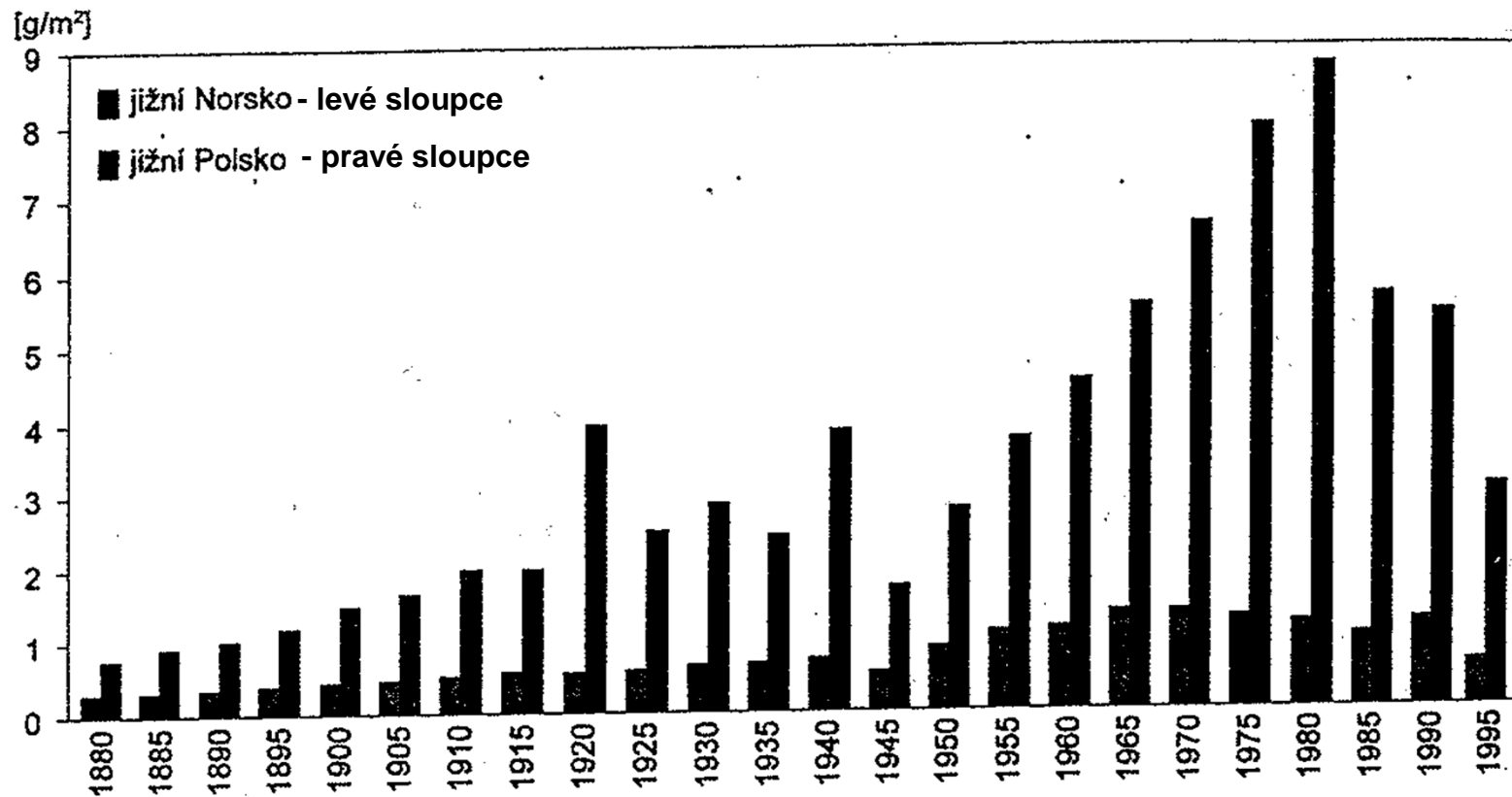
Acidifikace ekosystémů



Obr. 11.1 Procesy vedoucí k atmosférické depozici (Porteous, 2000)

Acidifikace ekosystémů

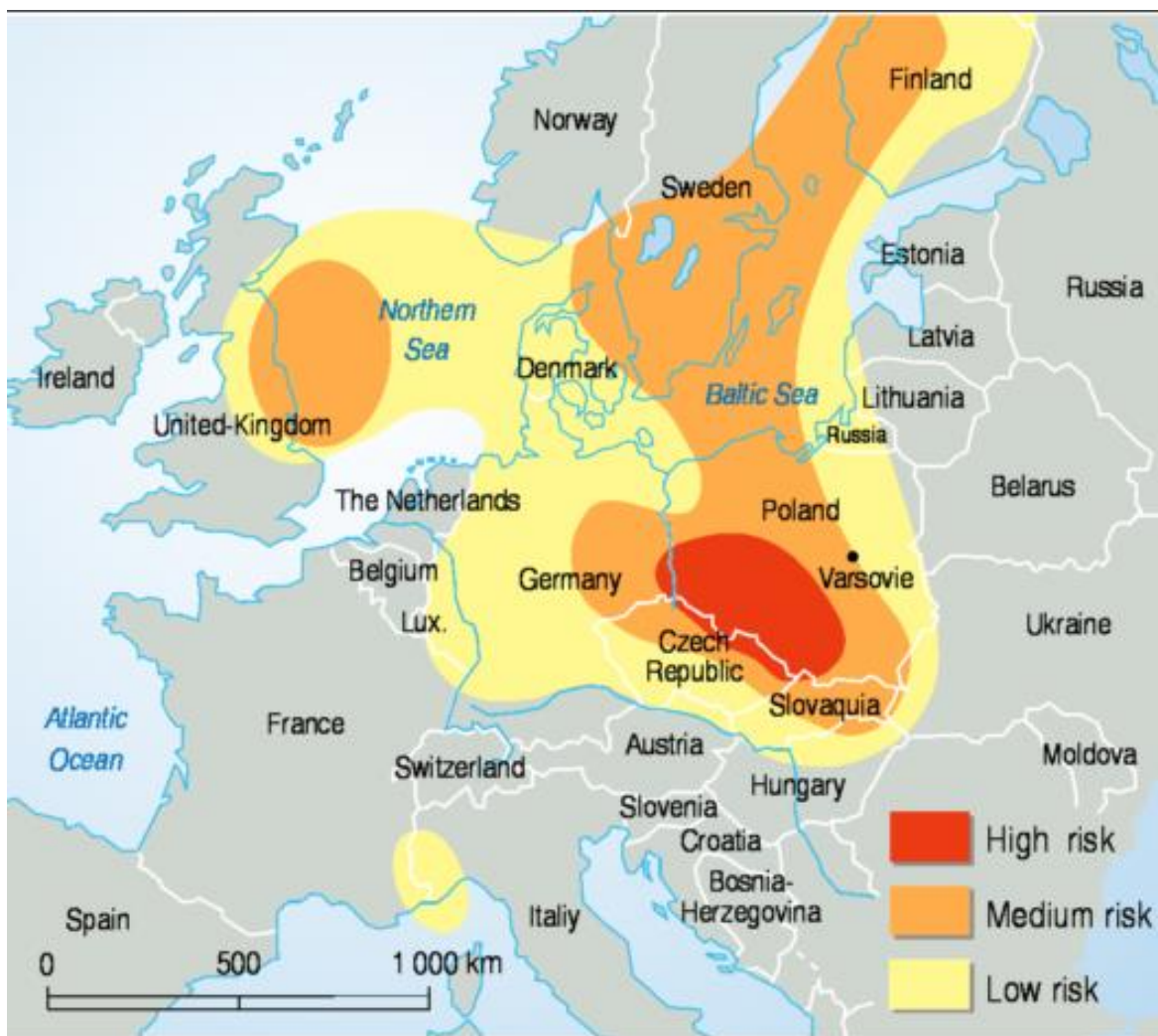
Depozice (spad) síry vlivem kyselých dešťů v blízkosti emisních zdrojů (jako
Polsko: s černý trojúhelníky) a ve velké vzdálenosti od nich (jako Norsko; vliv
transmise - dálkového přenosu); důležitý pokles v Norsku vlivem důležitých
redukce emisí v západní Evropě



Obr. 11.3 Depozice síry v jižním Norsku a jižním Polsku, 1880–1995 (EEA, 1998)

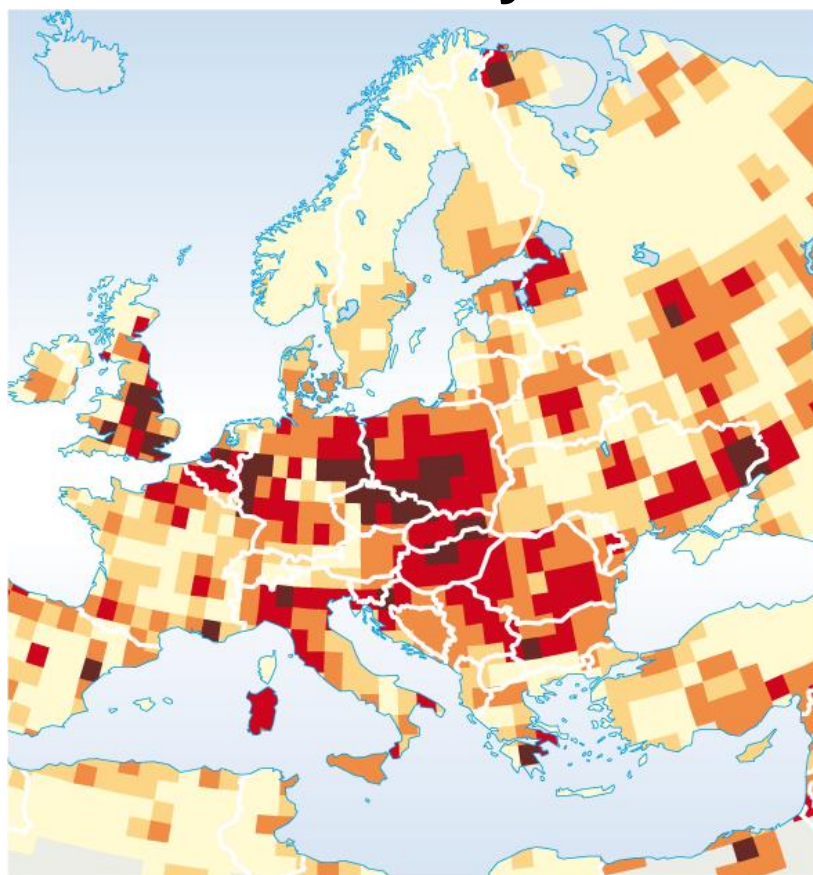
Zdroj: Hlavňová a Janouzková (2004): Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší, nakladatelství Karolinum, Praha.

Acidifikace ekosystémů



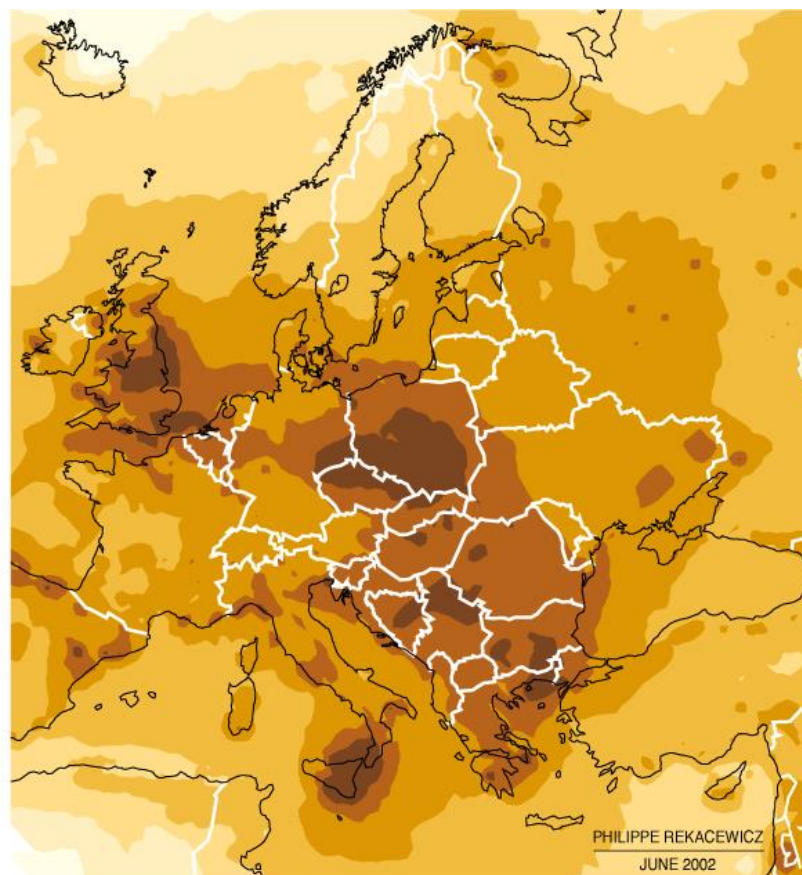
Riziko kyselých srážek v Evropě v 80. letech 20. století

Acidifikace ekosystémů



Sulphur emissions at the end of 1990's (tons per year)

2,000 7,000 25,000 75,000



Sulphur emissions in 1997 (mg per m² and per year)

50 100 200 500 1,000 2,000



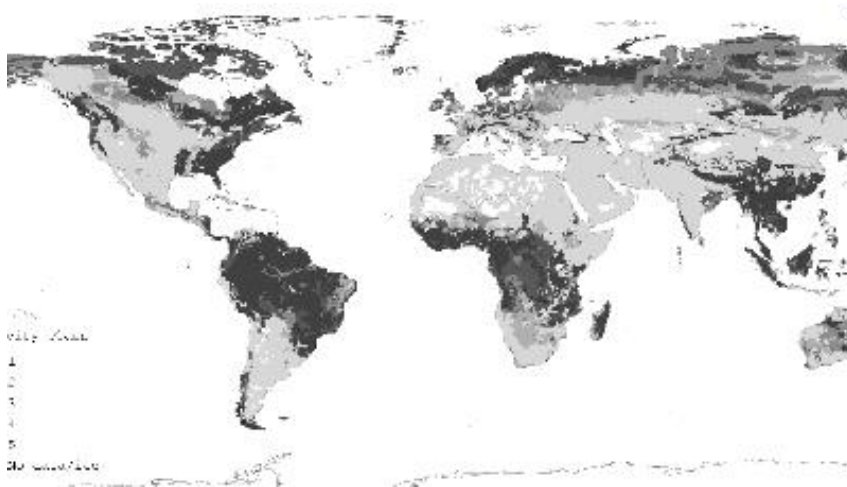
Sources: UNEP/GRID-Arendal, European Environment Agency; *AMAP Assessment Report : Arctic Pollution Issues*, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 1998, Oslo; European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP); Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe, 1999. Adapted from *Le Monde Diplomatique*, July 2000.

**Pozor, popisek k obrázku vpravo je patrně chybný, v hmotnosti na plochu a rok se uvádí depozice (spad) ne emise!
Emise se uvádí jako látkový tok (hmotnost látky na časovou jednotku).**

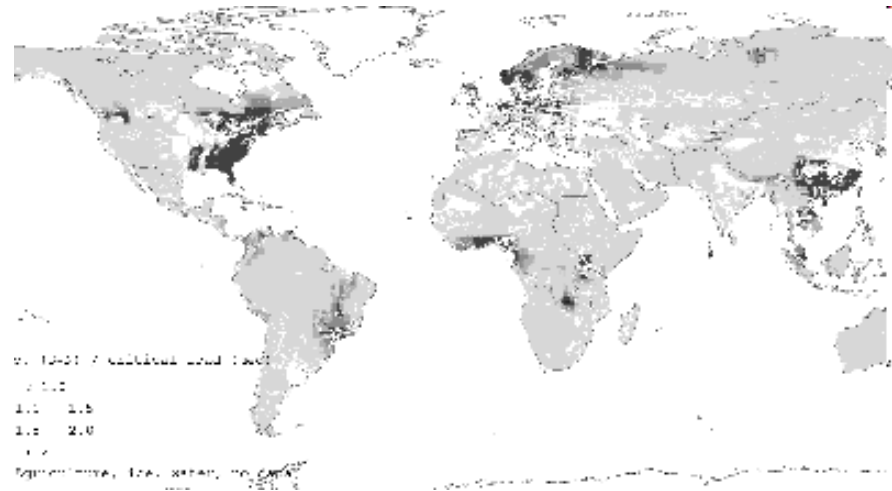
Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Sulphur emissions. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2002. Dostupné na:
<http://maps.grida.no/go/graphic/sulphur-emissions>. (sta0eno 8. 11. 2011)

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Acidifikace ekosystémů

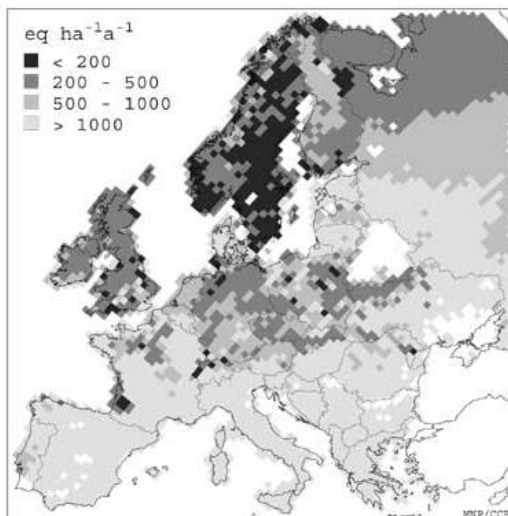


Citlivost vůči kyselé depozici (čím tmavší odstín na mapě, tím vyšší).



Oblasti kde byla překročena kritická mez acidifikace půdy (stav v r. 1992)

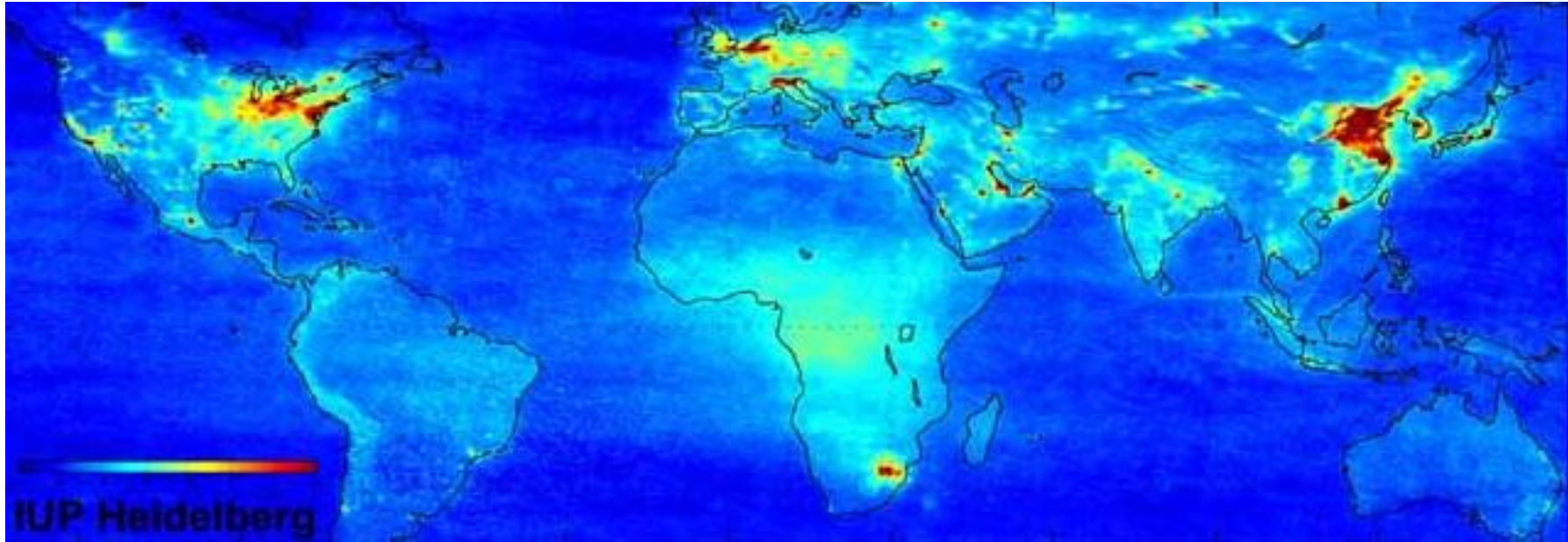
Zdroj: A. F. Bouwman and D. P. van Vuuren (1999) Global assessment of acidification and eutrophication of natural ecosystems. Report UNEP/DEIA&EW/TR.99-6 and RIVM 402001012.)



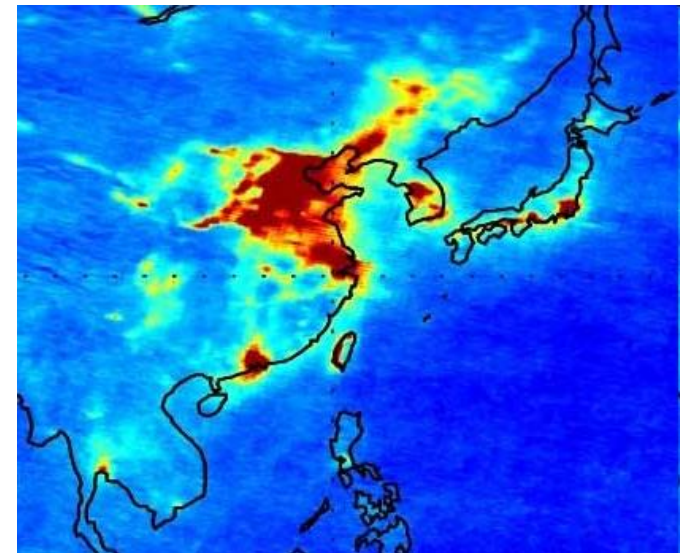
Citlivost ekosystémů v Evropě na acidifikaci: kritická zátěž 0 (depozice hydrogenových iontů), která danou oblast (95 % její plochy) ještě nepoškodí

Zdroj: Max Posch (2003): Coordination Centre for Effects / RIVM, Nizozemsko

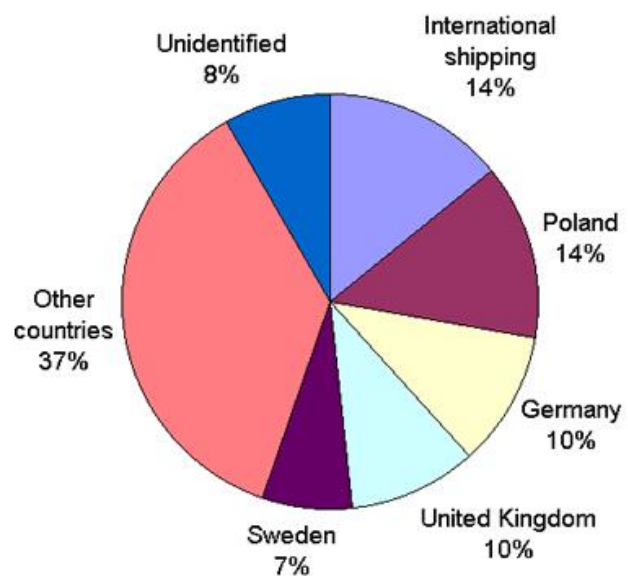
Acidifikace ekosystémů



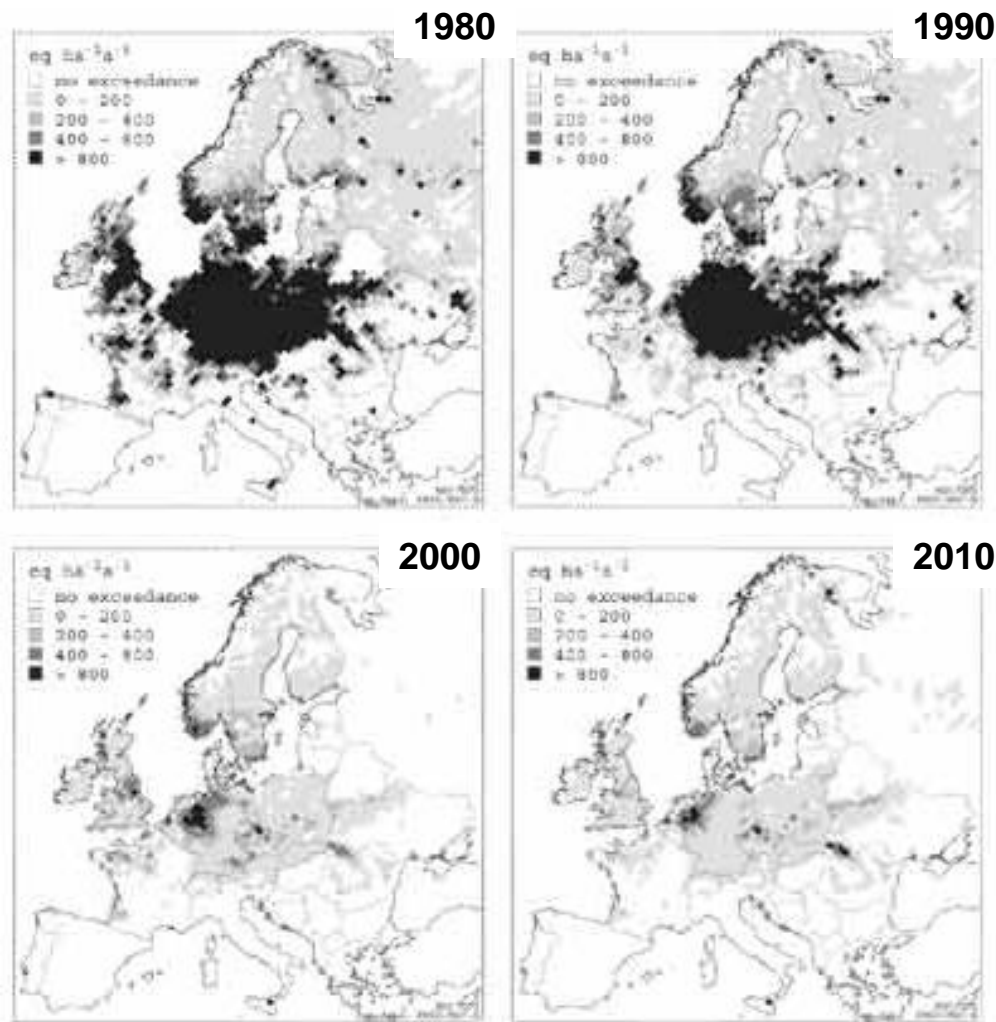
Hlavní oblasti kde dnes dochází k emisím způsobujícím kyselý déšť : hlavním emitentem zkorodivních se stává Čína (razantní růst průmyslové výroby, velká spotřeba uhlí s nadprůměrným obsahem síry, nárůst automobilové dopravy z dosud relativně nízké úrovně, nedostatečná protie emisní opatření).



Acidifikace prostředí



Průměr kyselých depozic ve střední Evropě (Zdroj: EMEP Report 1/2000)



Oblasti Evropy, kde byla překročena kritická mez acidifikace prostředí (údaje pro r. 2010 jsou prognózou z r. 2003). Zdroj: Max Posch (2003): Coordination Centre for Effects / RIVM, Nizozemsko

Acidifikace ekosystémů

Srovnání atmosférické depozice v ČR a v evropských státech (cca 1990)

Země, oblast	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	(NO ₃ + NH ₄)-N
kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹				
Celková depozice				
SRN	16,0	6,3	7,3	13,6
Rakousko	11,3	5,3	7,1	12,4
Švýcarsko	18,9	5,9	8,1	14,0
Francie	12,6	5,2	3,8	9,8
Belgie	16,8	7,6	14,4	22,0
Holandsko	8,0	5,7	13,1	18,7
Švédsko	7,6	2,5	3,3	5,8
Maďarsko	17,2	4,9	9,7	14,6
Krušné hory	31,7	10,6	14,0	24,6
Jizerské hory	33,4	11,7	11,6	23,3
Krkonoše	13,0	8,8	10,9	19,7
Šumava	10,0	6,3	8,5	14,8
Českomoravská vysočina	12,7	6,1	7,8	13,9
Mokrá depozice				
Praha - Libuš	8,0	3,1	4,9	8,0
Hradec Králové	8,9	3,7	6,2	9,9
Košetice	5,3	3,0	3,3	6,6
Svratouch	6,4	3,2	3,9	7,1
Ústí n. L.	16,2	4,8	9,3	14,1

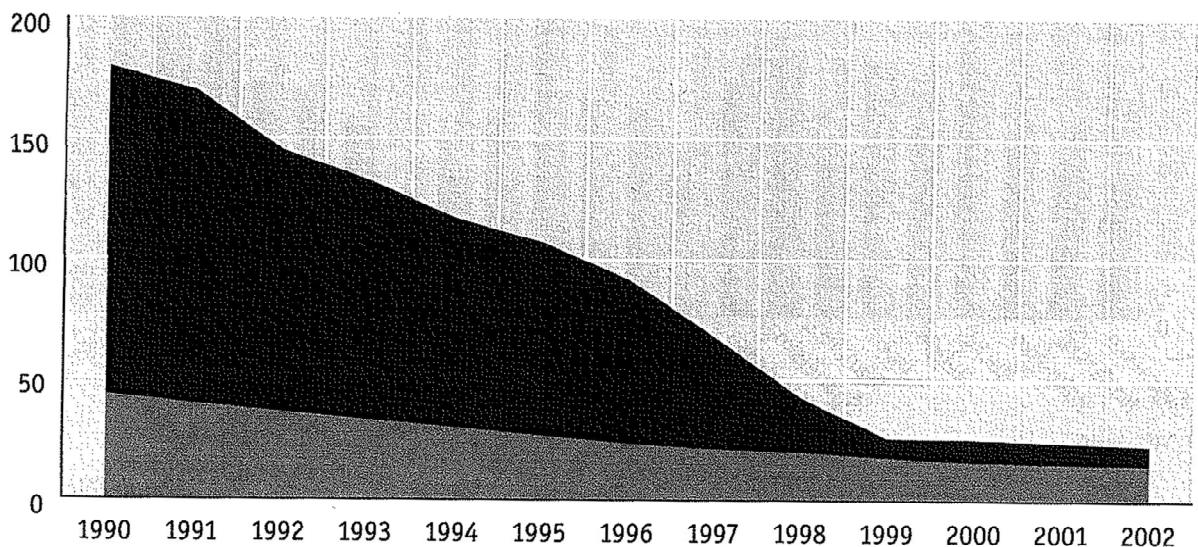
eská pohorí

eská města

Zdroj: ČHMÚ (podle Brechlera - 1990, Škody - 1992, Šantrocha - 1993)

Acidifikace ekosystémů

Trend měrných emisí SO₂ (v kg/os.rok) v České republice a v EU 15 v letech 1990–2002



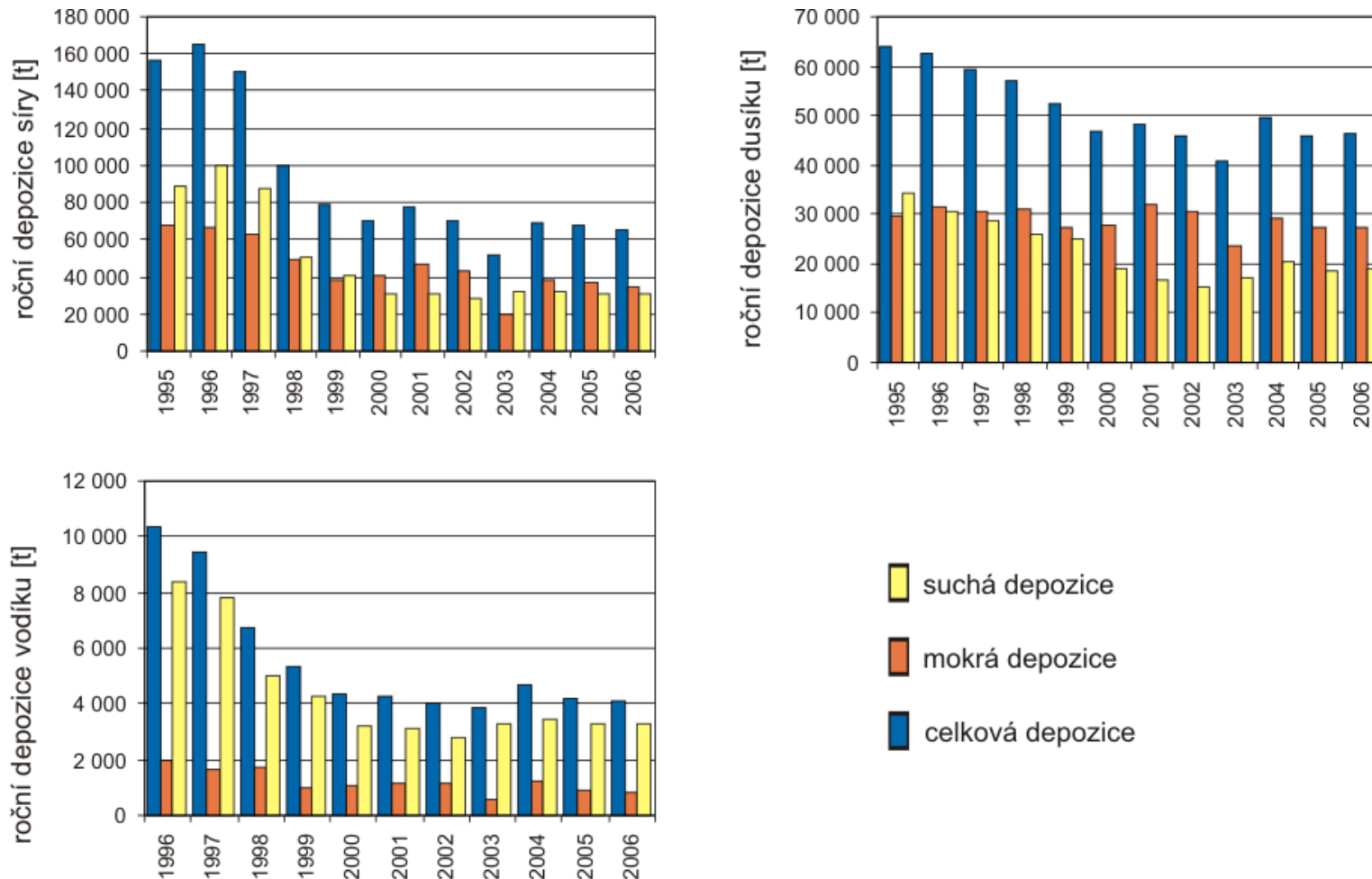
Graf 4.3

■ EU 15
■ Česká republika

Zdroj: EMEP, EEA



Acidifikace ekosystémů



Vývoj roční depozice síry (SO_4^{2-} -S, SO_2 -S), oxidovaných forem dusíku (NO_3^- -N, NO_x -N) a vodíku na plochu České republiky, 1995-2006

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

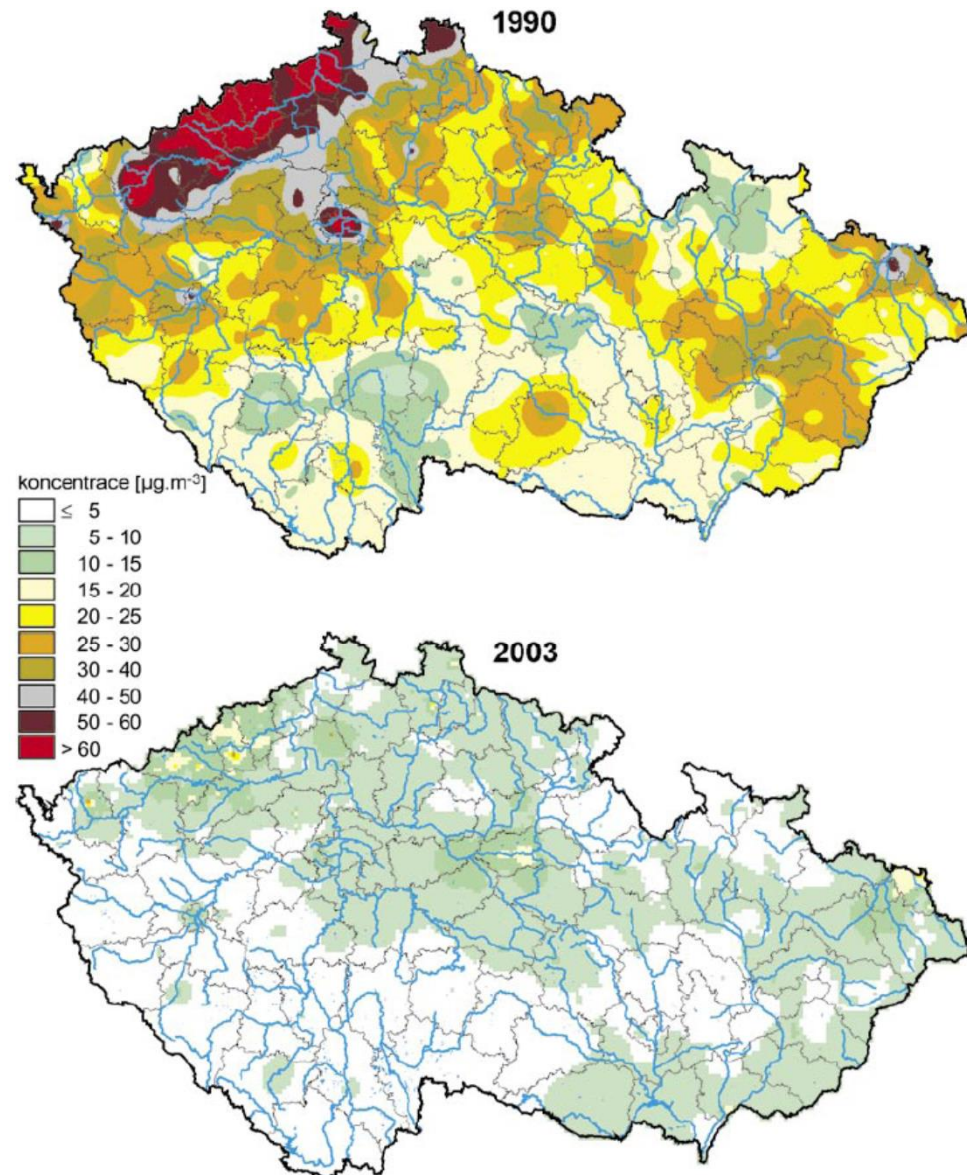
Acidifikace ekosystémů v ČR



Elektrárna Prunéřov (severní Čechy)

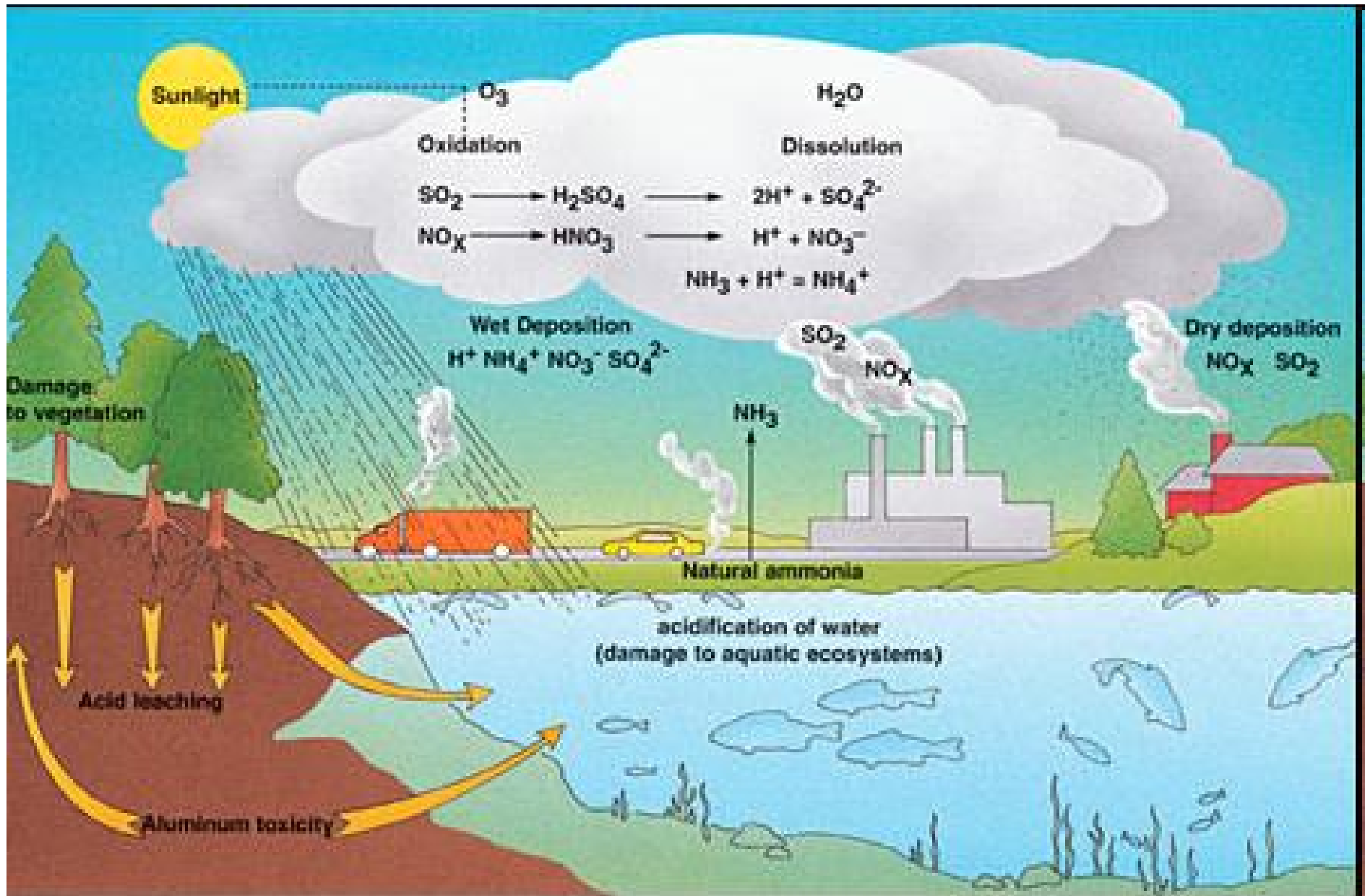


Ostrava

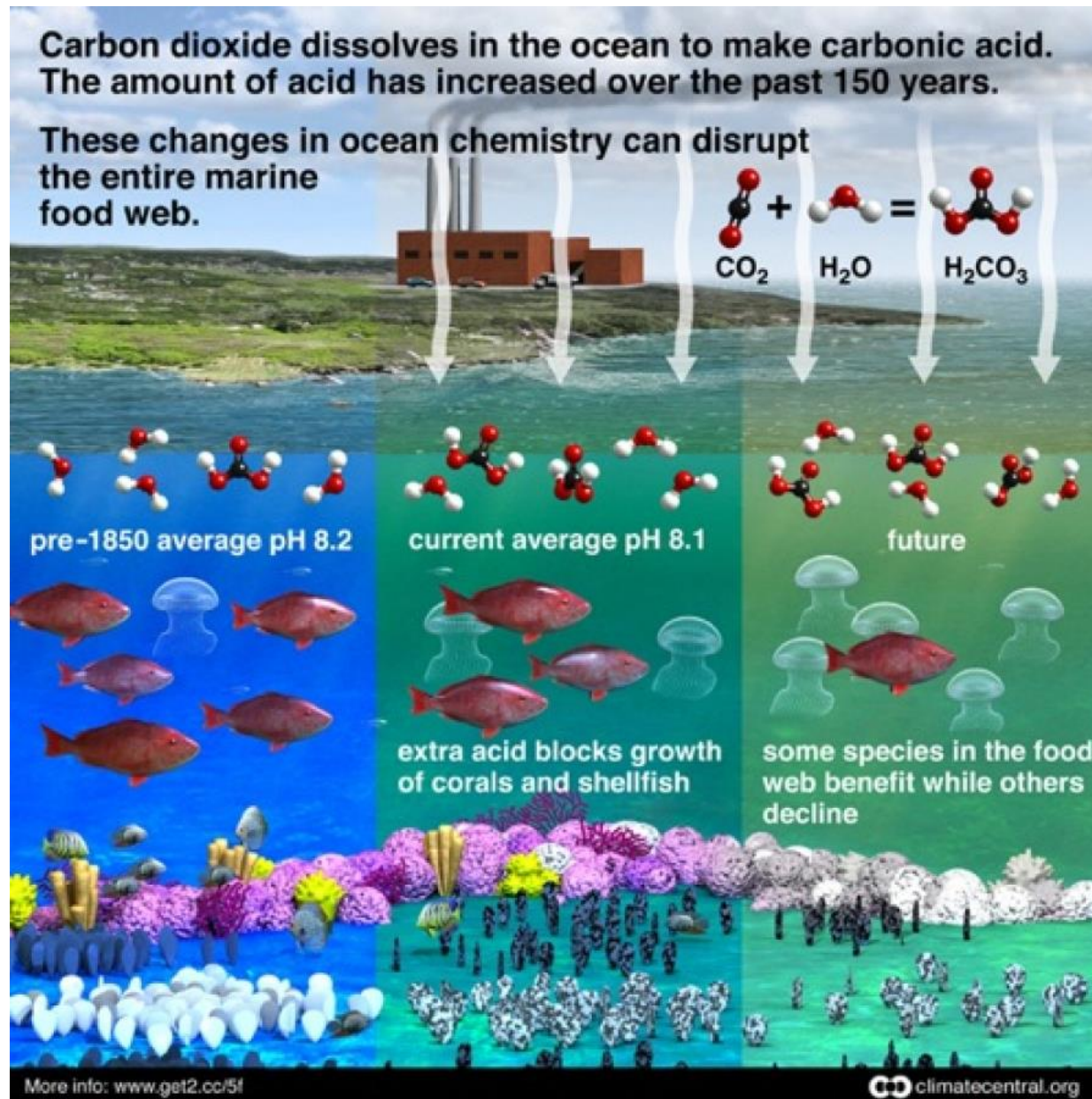


Obr. 8. Průměrné roční koncentrace SO_2 na území ČR v letech 1990 a 2003 (Zdroj: Český hydrometeorologický ústav).

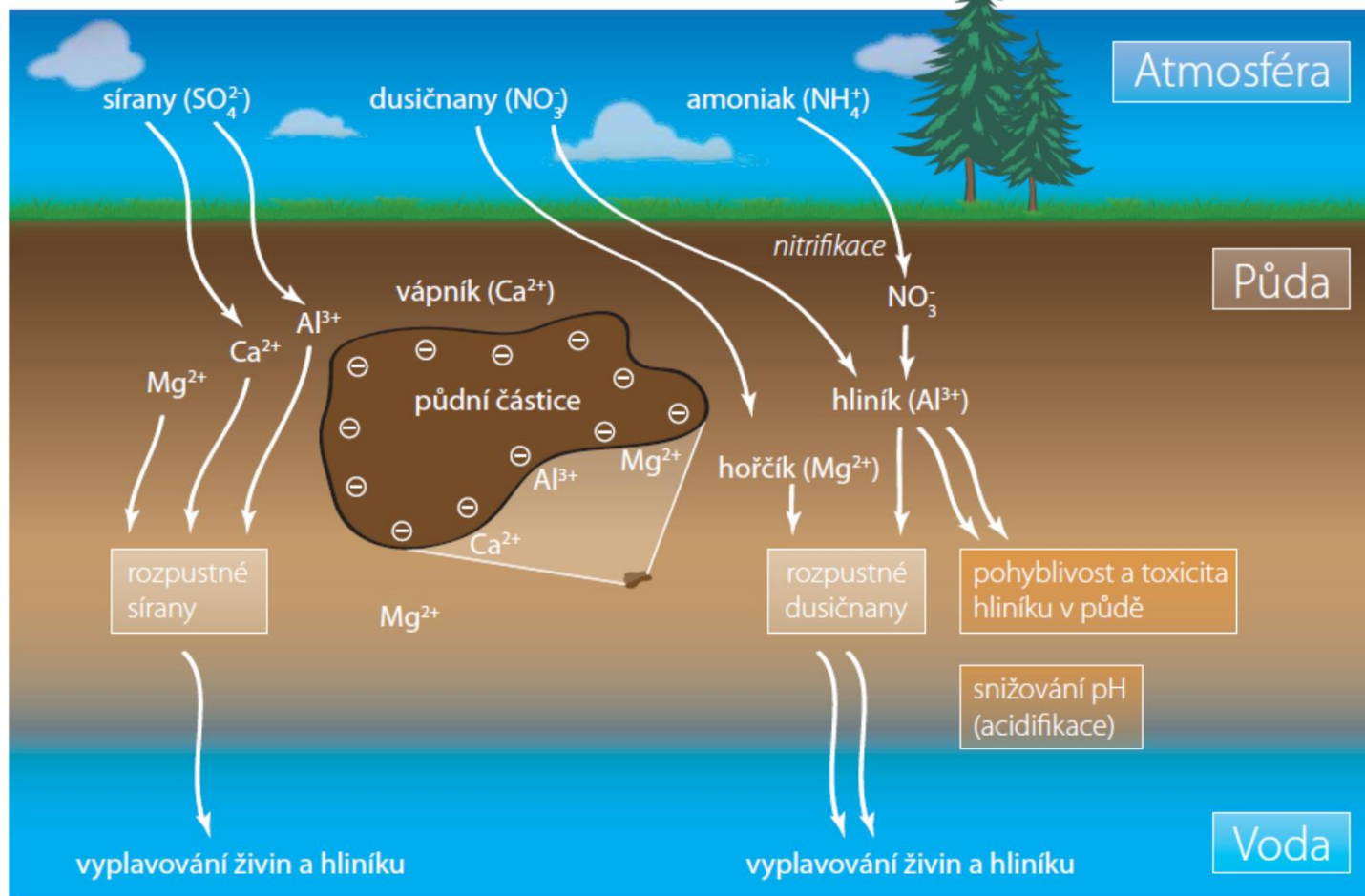
Acidifikace ekosystémů : suchozemských i vodních



Acidifikace ekosystémů : oceánů a moří vlivem emisí CO₂



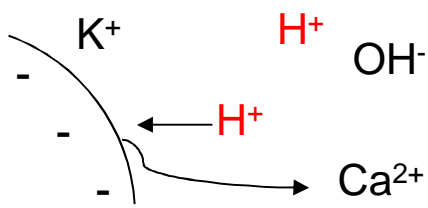
Acidifikace ekosystémů



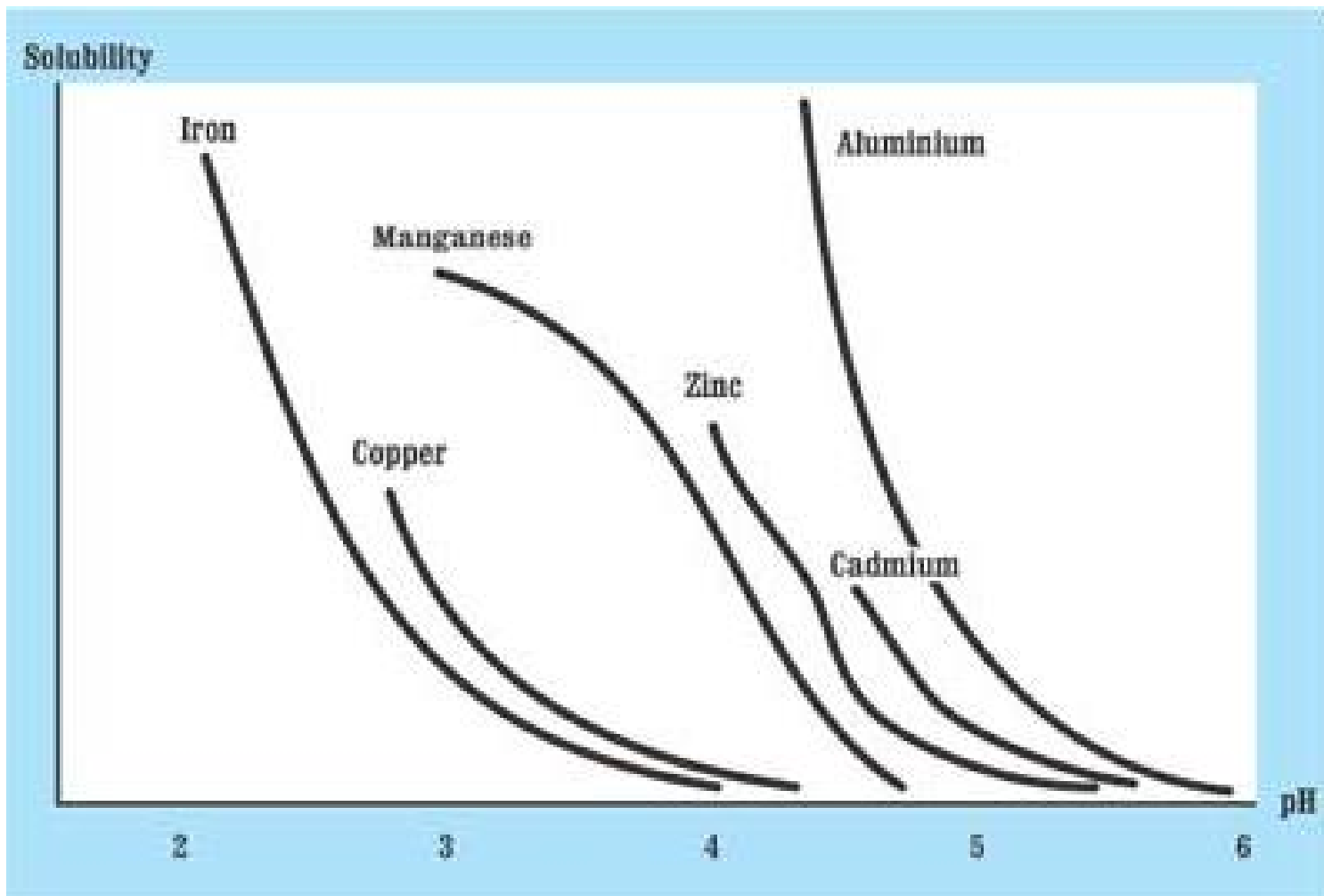
V půdě jsou koloidní částice (jílové minerály, hydroxyoxidy a organická hmota), které mají na svém povrchu negativní náboj. Na základě elektrostatických sil tak přitahují kladně nabitě ionty (kationty) a udržují je v těsné blízkosti částice. Tyto takzvané výměnné vazby jsou méně pevné než vazby chemické. Kořeny tak mohou kationty vápníku (Ca^{2+}), hořčíku (Mg^{2+}), draslíku (K^+), amoniaku (NH_4^+) i jiné živiny z půdy snadno získávat, přičemž kationty nejsou z půdy vyplavovány. Stejný mechanismus v půdě zadržuje trojmocné kationty hliníku (Al^{3+} , viz rámeček 32). Kationty vázané na půdních částicích mohou být také vyměněny za vodíkové ionty (H^+) v půdním roztoku. Tím se snižuje kyselost vody vytékající z půdy a mluvíme o neutralizační kapacitě půdy.

Acidifikace půdy:

Pufrovací kapacita půdy (přírodní ústojivost)

pufrovací zóna (systém)	pH půdy	chemické reakce
karbonátová	6.2 - 8.6	$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
silikátová	5.0 - 6.2	$[(-\text{SiO}_4)\text{Al}]^- + 4 \text{H}^+ + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow (-\text{SiOH})_4 + [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
kationtové výměnné kapacity	4.2 - 5.0	
hliníku	3.0 - 4.2	$[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{3+} + 15 \text{H}^+ + 21 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6 [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
železa	3.0 - 3.5	$\text{FeOOH} + 3 \text{H}^+ + 4 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

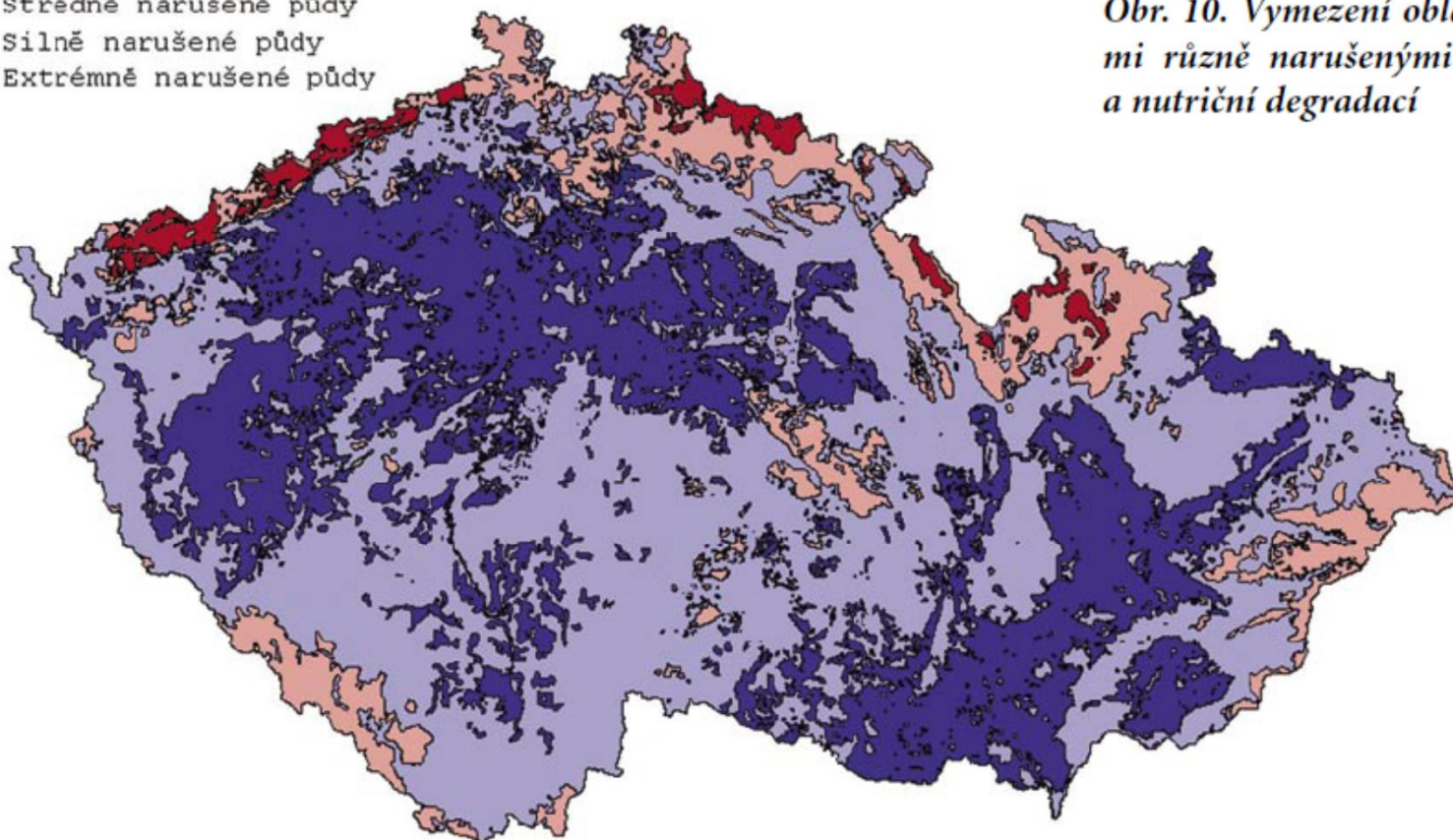
Acidifikace ekosystémů



Rozpustnost kovů ve vodě v závislosti na pH

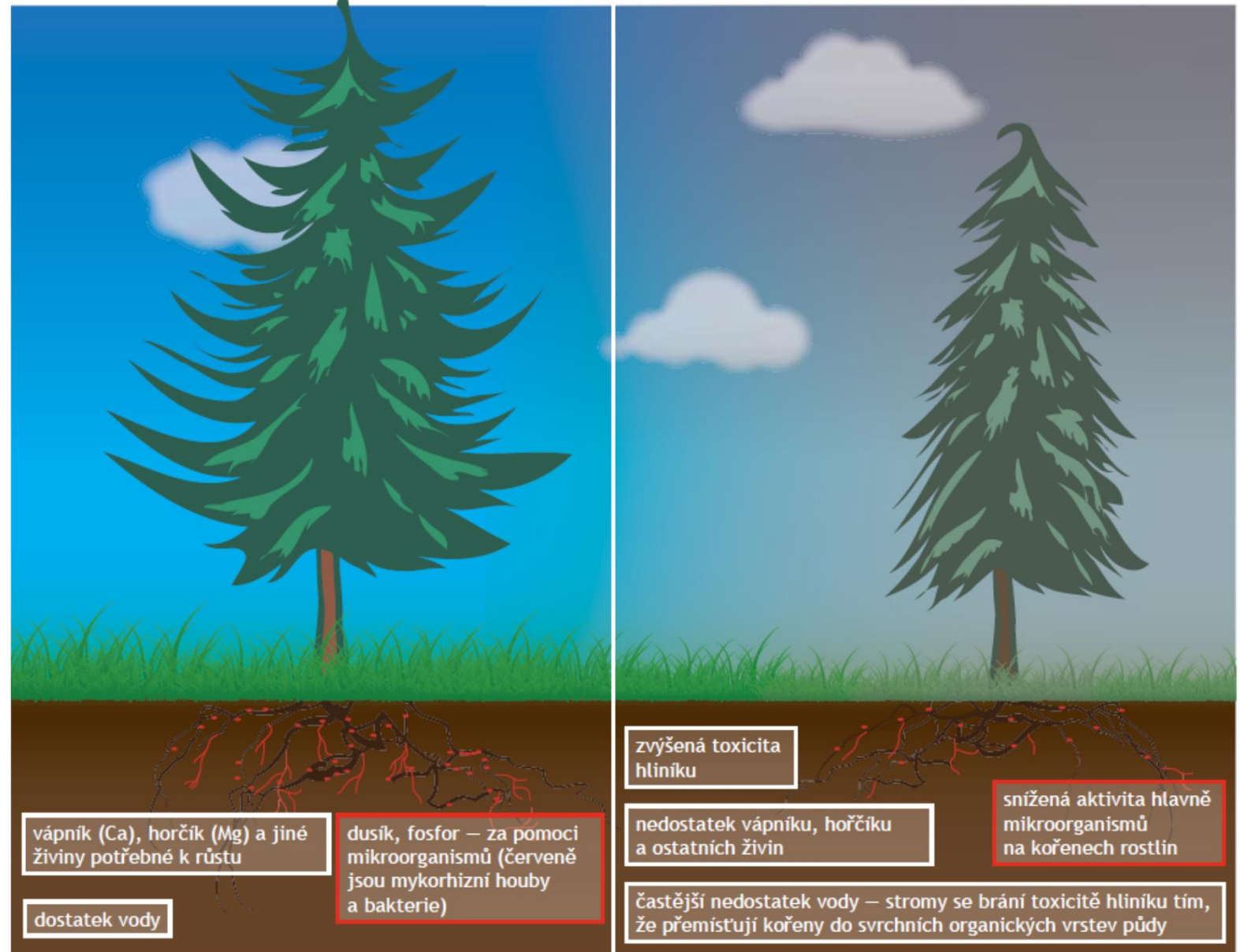
Acidifikace půdy v ČR

- Mírně narušené půdy
- Středně narušené půdy
- Silně narušené půdy
- Extrémně narušené půdy



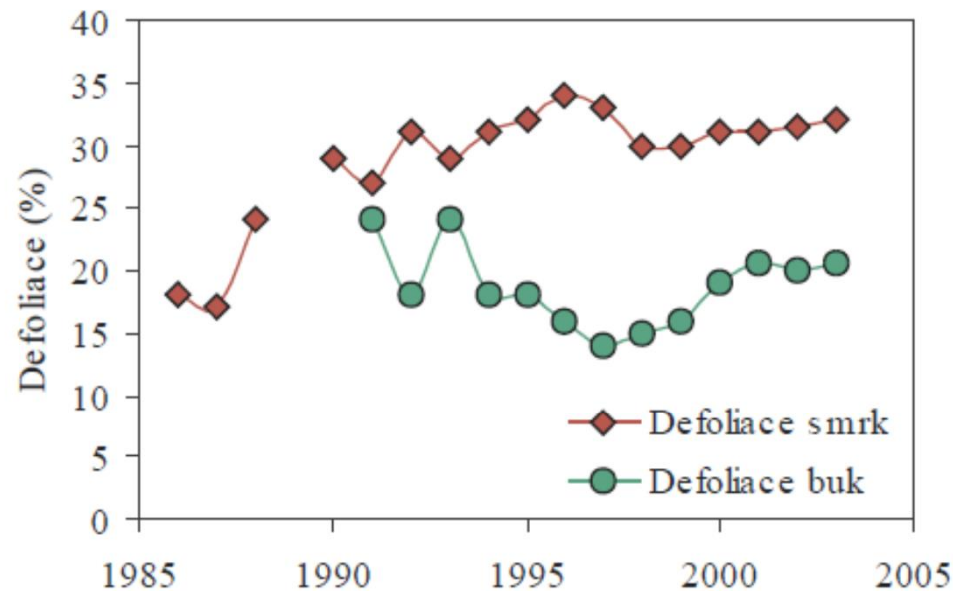
Obr. 10. Vymezení oblastí s půdami různě narušenými acidifikací a nutriční degradací

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím
Acidifikace ekosystémů



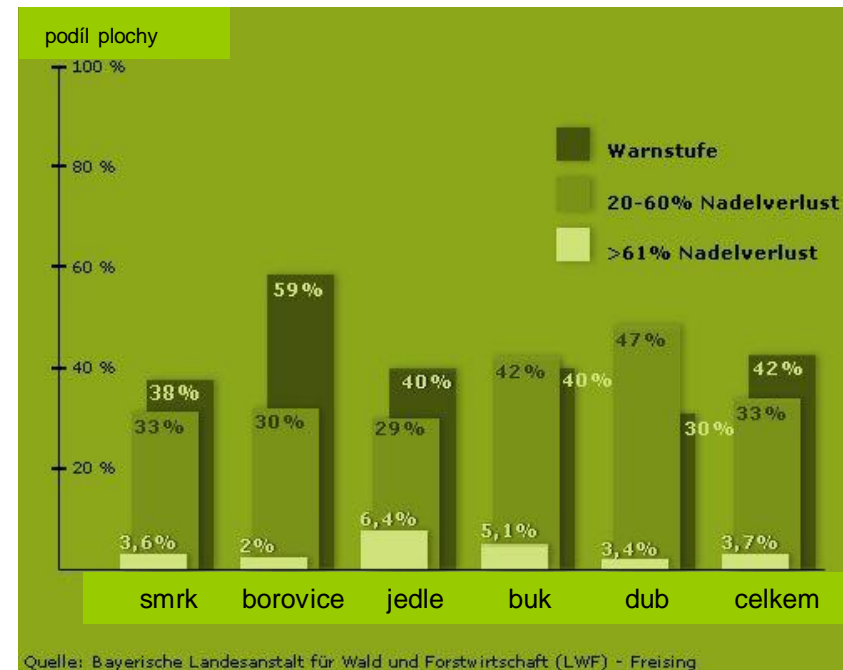
Zdroj: Šantrková a Vrba (ed.): Co vypráví zůvavské smrky, Správa NP a CHKO Šumava, Jihoeská univerzita a SPE, Vimperk, 2010.

Acidifikace ekosystémů



Obr. 9. Průměrná defoliace smrku a buku na území České republiky v letech 1986 – 2003. Vyšší defoliace znamená vyšší ztrátu jehlic či listů (Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR).

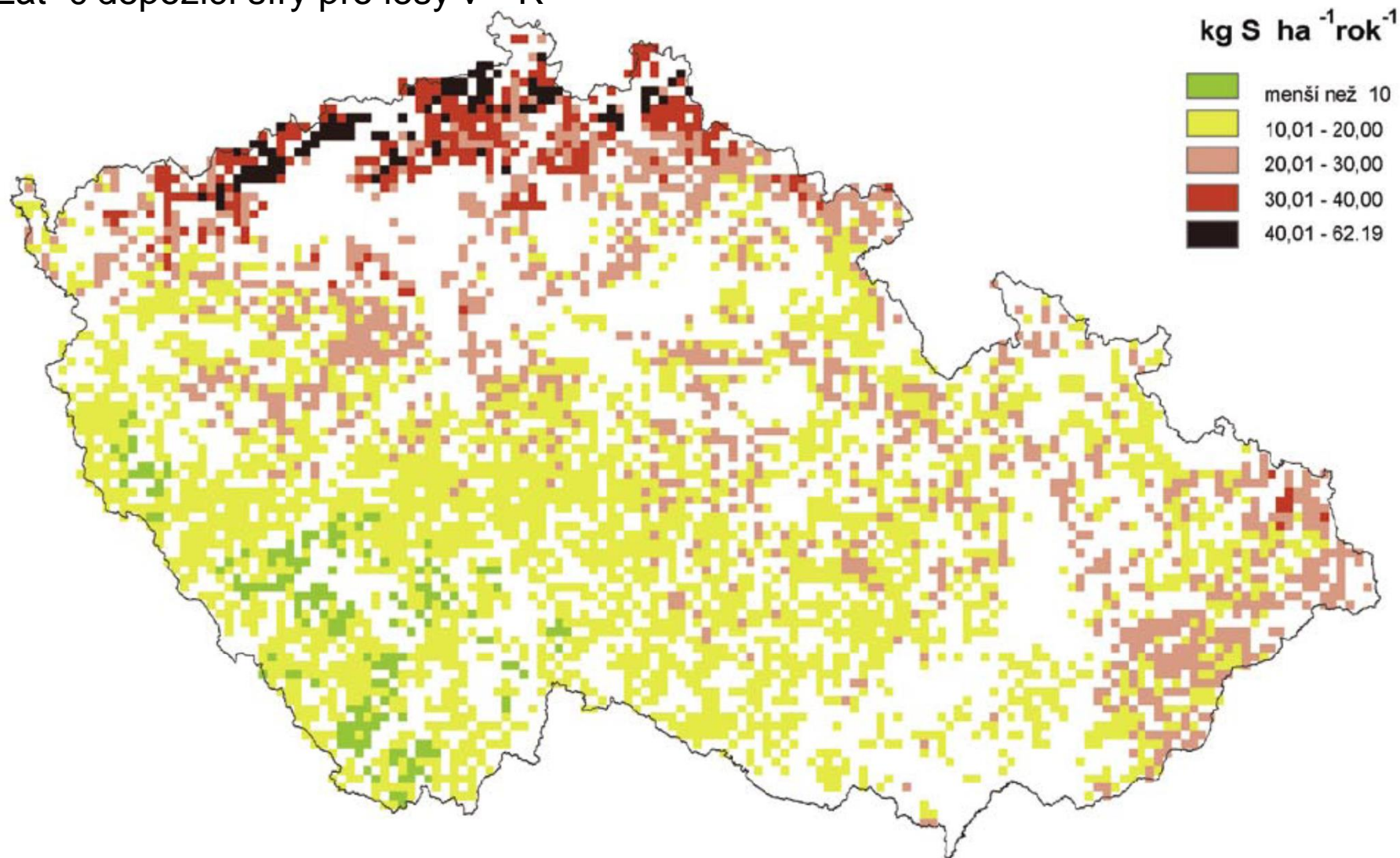
Zdroj: Hruzka a Kopáček: Kyselý déšť stále s námi. zdroje, mechanismy, úinky, minulost a budoucnost. MŽP ČR, Praha, 2005



Ztráta listů (jehlic/listů) u jednotlivých druhů lesních dřevin v Bavorsku v procentech rozlohy lesní plochy: Tmavě zelené sloupce - stupeň vydání varování, středně zelené - ztráta 20-60% listů, světle zelené - ztráta od 61% výše.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Zátěž depozicí síry pro lesy v ČR

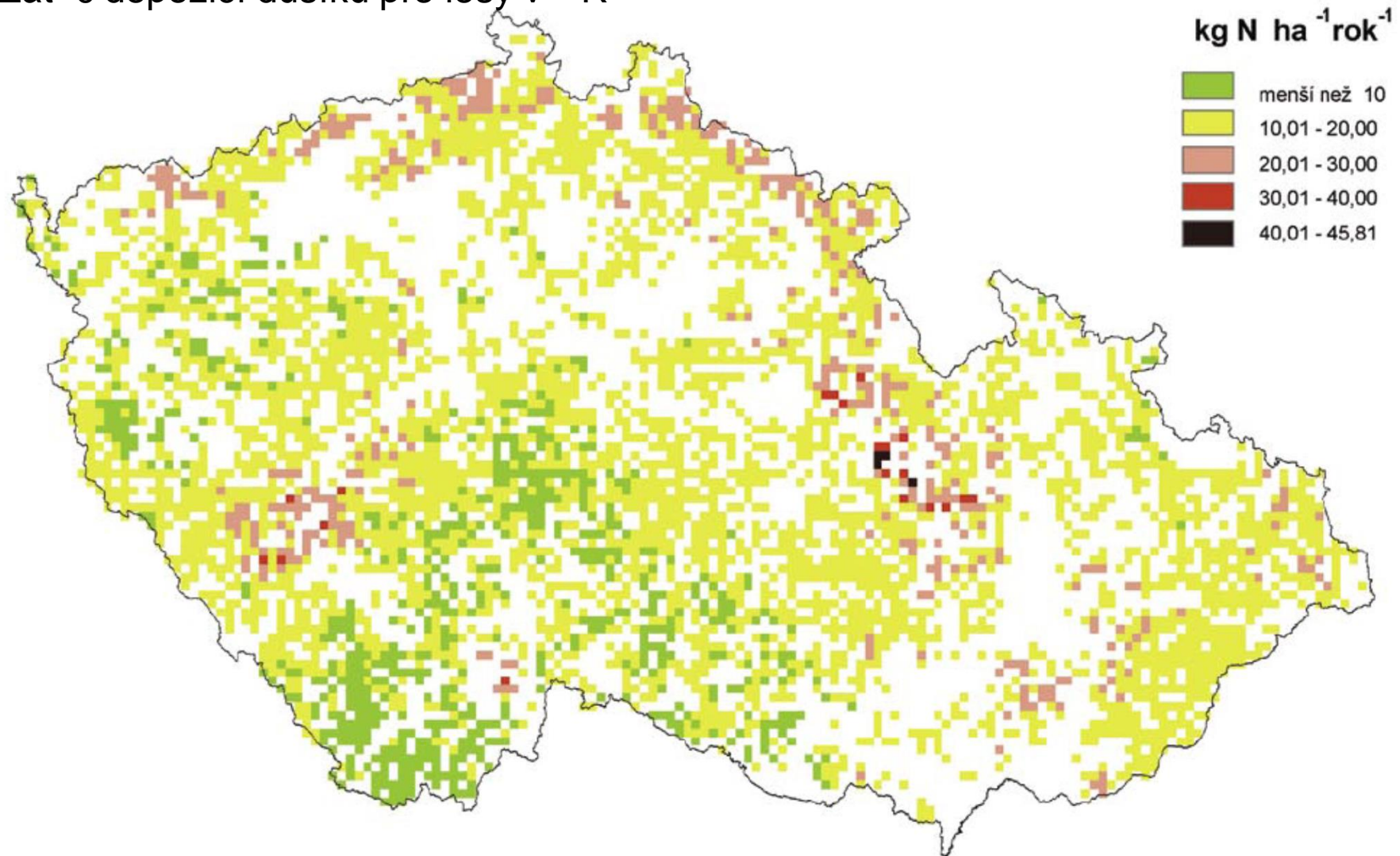


Obr. 13. Kumulované překročení kritické zátěže síry pro lesní ekosystémy v letech 1990 – 2001 (Data: Irena Skořepová, Česká geologická služba).

Zdroj: Hruzka a Kopáček: Kyselý déž stále s námi. zdroje, mechanismy, účinky, minulost a budoucnost. MŽP ČR, Praha, 2005

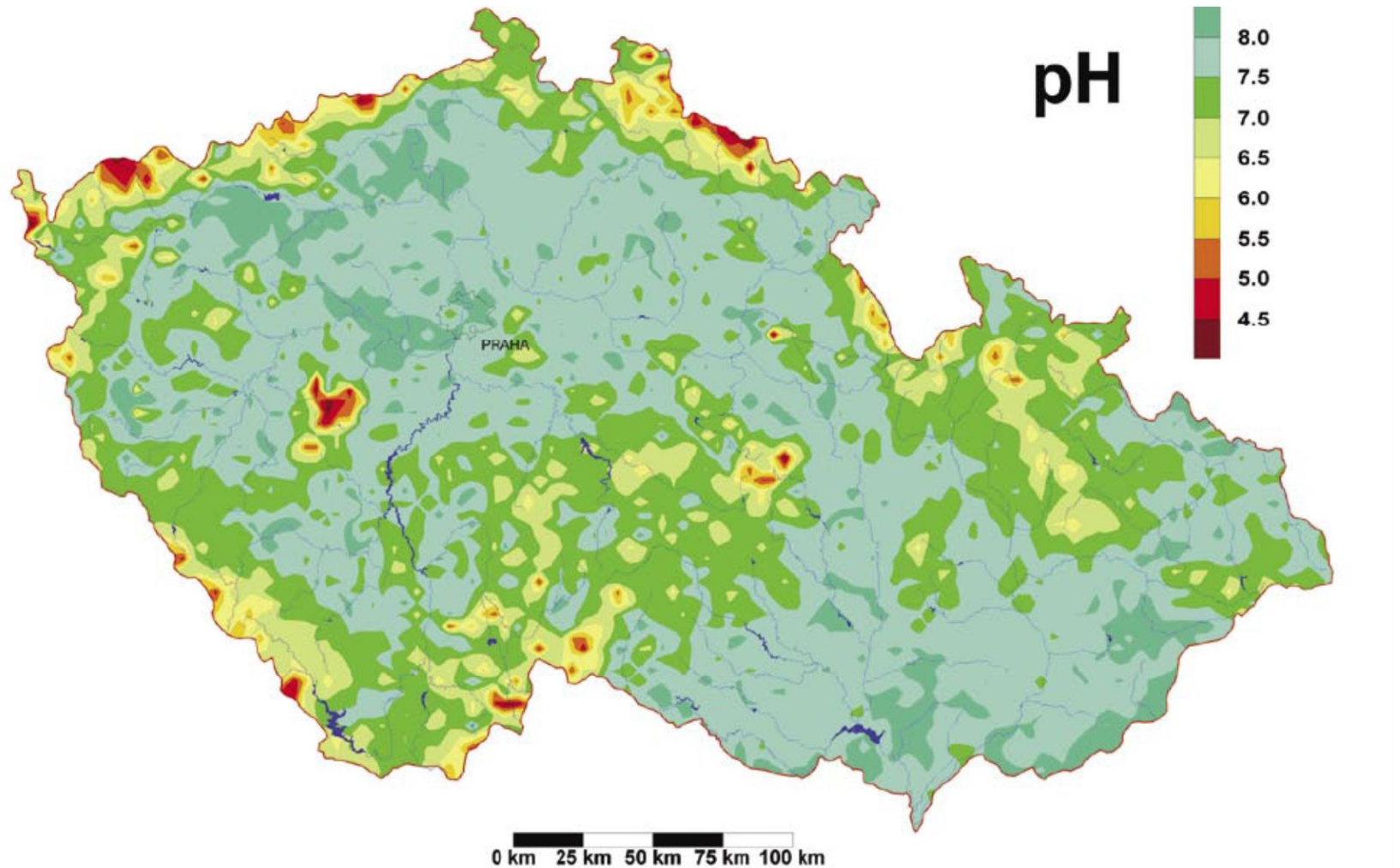
J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Zátěž deponí dusíku pro lesy v ČR



Obr. 14. Kumulované překročení kritické zátěže nutričního dusíku pro lesní ekosystémy v letech 1990 – 2001 (Data: Irena Skořepová, Česká geologická služba).

Acidifikace povrchových vod v ČR

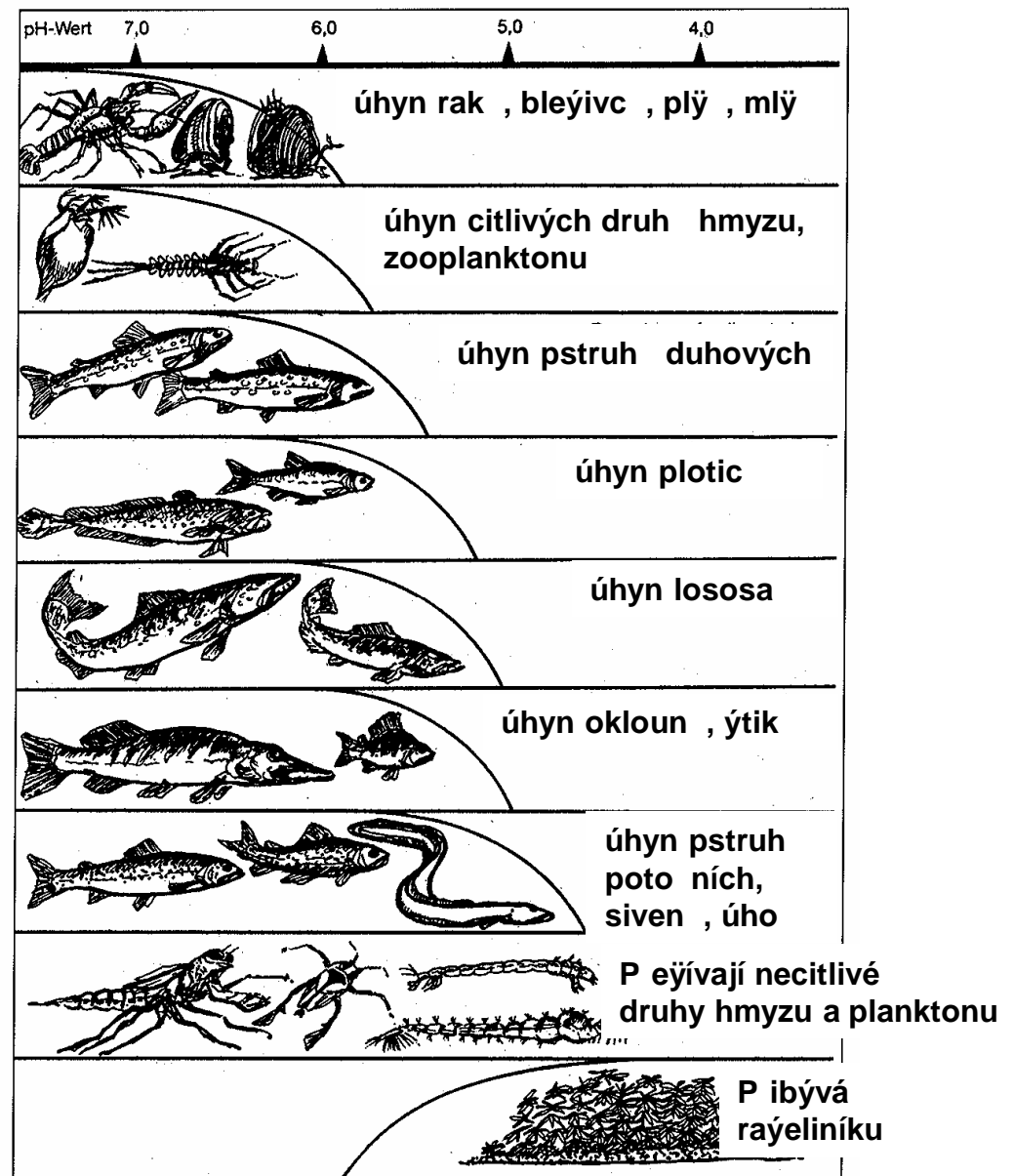


Obr. 18. pH povrchových vod za běžných stavů na přelomu 80. a 90. let 20. století (Zdroj: Vladimír Majer, Česká geologická služba).

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředí

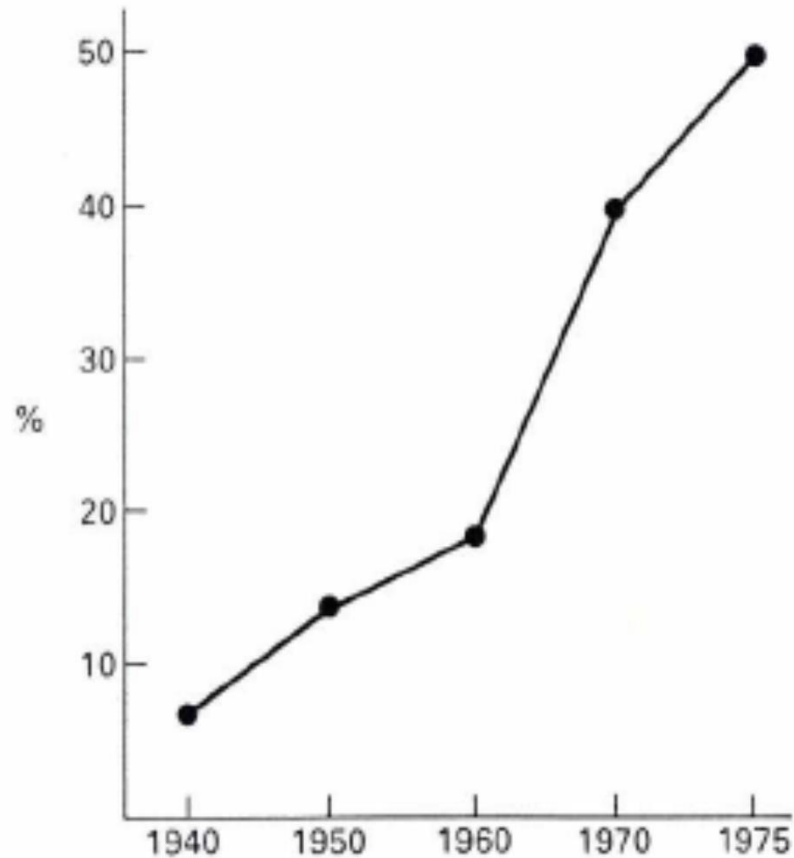
Acidifikace - či okyselení
vody v důsledku kyselých depozic:

Tolerance vodních organismů
v klesajícím pH vody

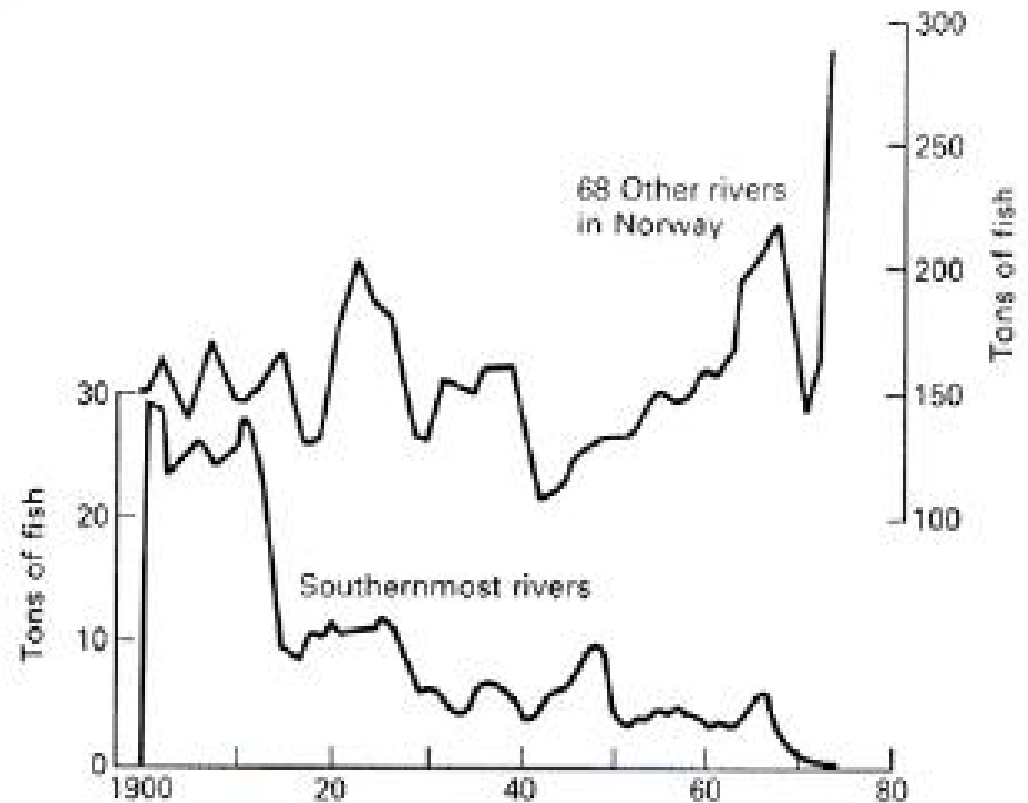


J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

D sledky acidifikace vod na příkladu Skandinávie



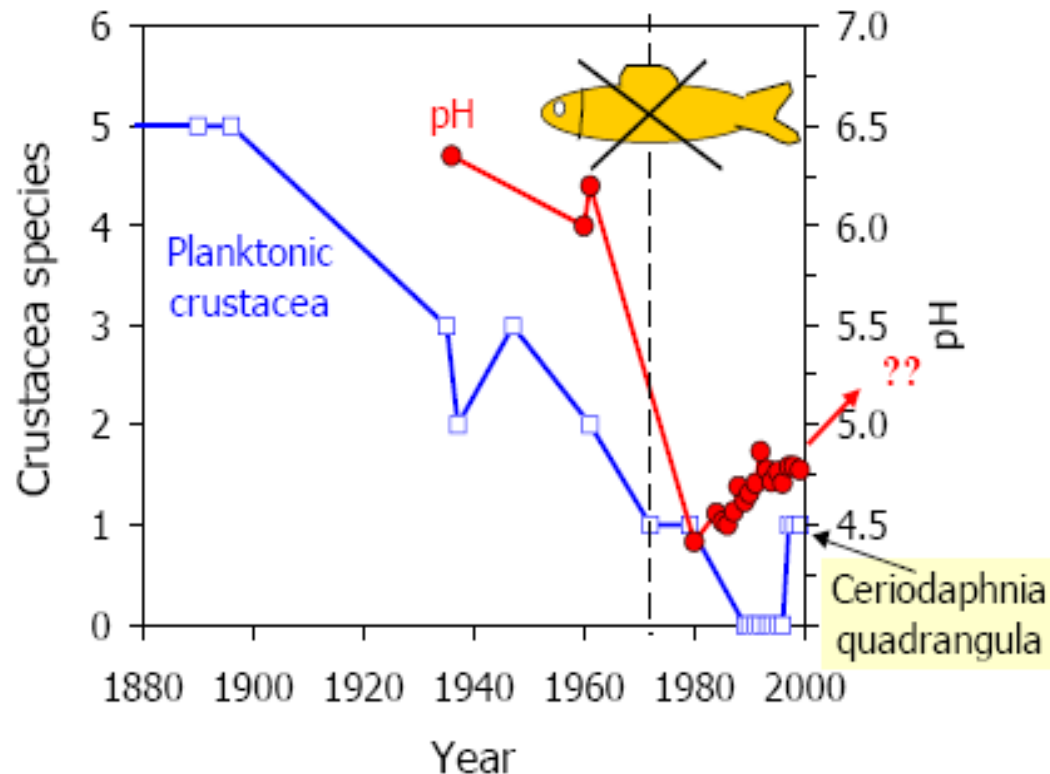
Procento skandinávských jezer bez výskytu pstruha (n = 2850)



Úlovek lososa v řekách na jihu Norska (postížených kyselými dešti) a v 68 dalších, nepostížených tocích

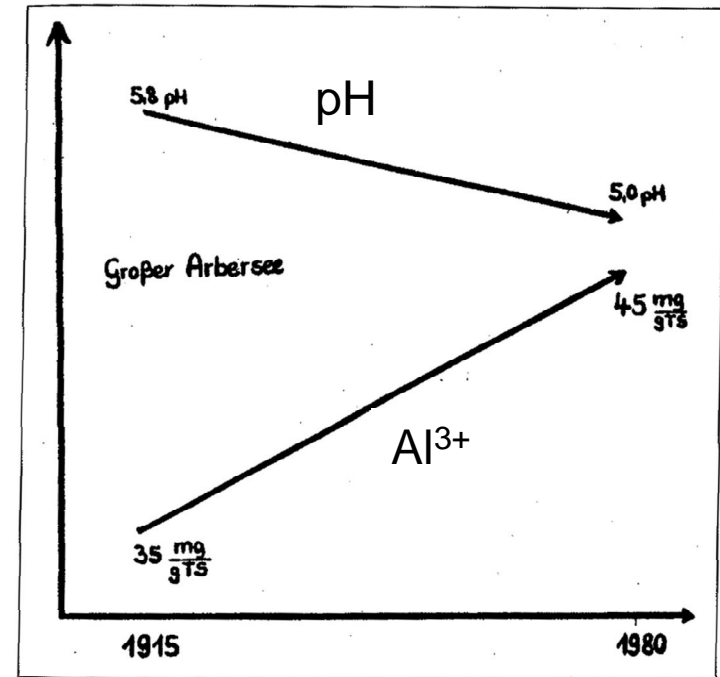
J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředí

Acidifikace stojatých vod na příkladu Němavy:



Úbytek početů druhů planktonních koryz a úplné vyhynutí ryb ve znečištěných jezerech v závislosti na vývoji kyselosti vody.

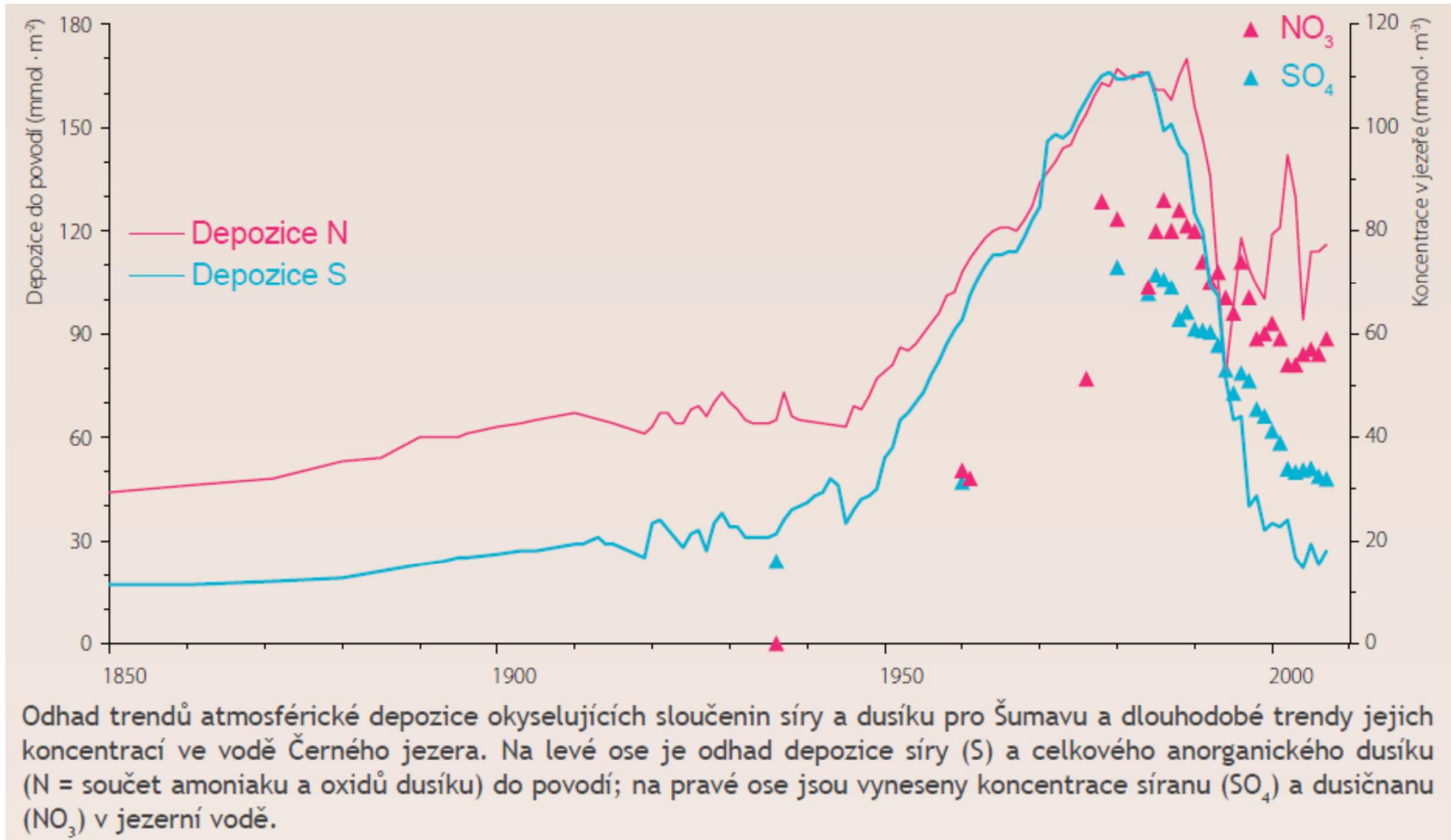
Zdroj: Jiří Kopaček, Hydrobiologický ústav AV ČR



Nárůst koncentrace iontů hliníku v závislosti na poklesu pH v jezeře Grosser Arbersee (Velké Javorské jezero, bavorská strana Němavy)

Zdroj: Bauer, R. et al. (1995): Lerneinheit Industrie und Umweltschutz. Aufgabenfeld: Emissionen. Siemens AG, München. - upraveno

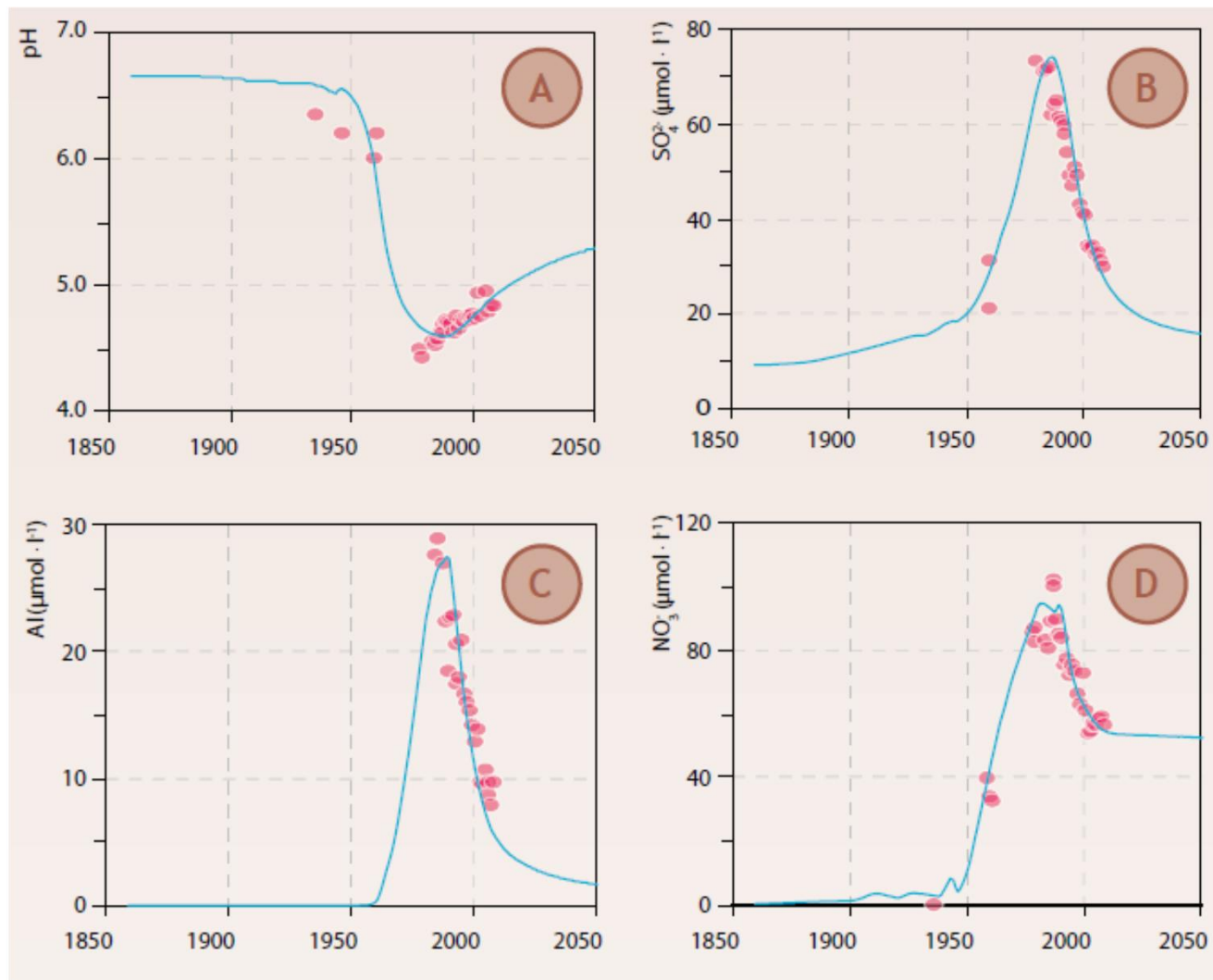
Acidifikace stojatých vod na příkladu Šumavy: Černé jezero



Zdroj: Šantrková a Vrba (ed.): Co vypráví šumavské smrčiny, Správa NP a CHKO Šumava, Jihočeská univerzita a SPE, Vimperk, 2010.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

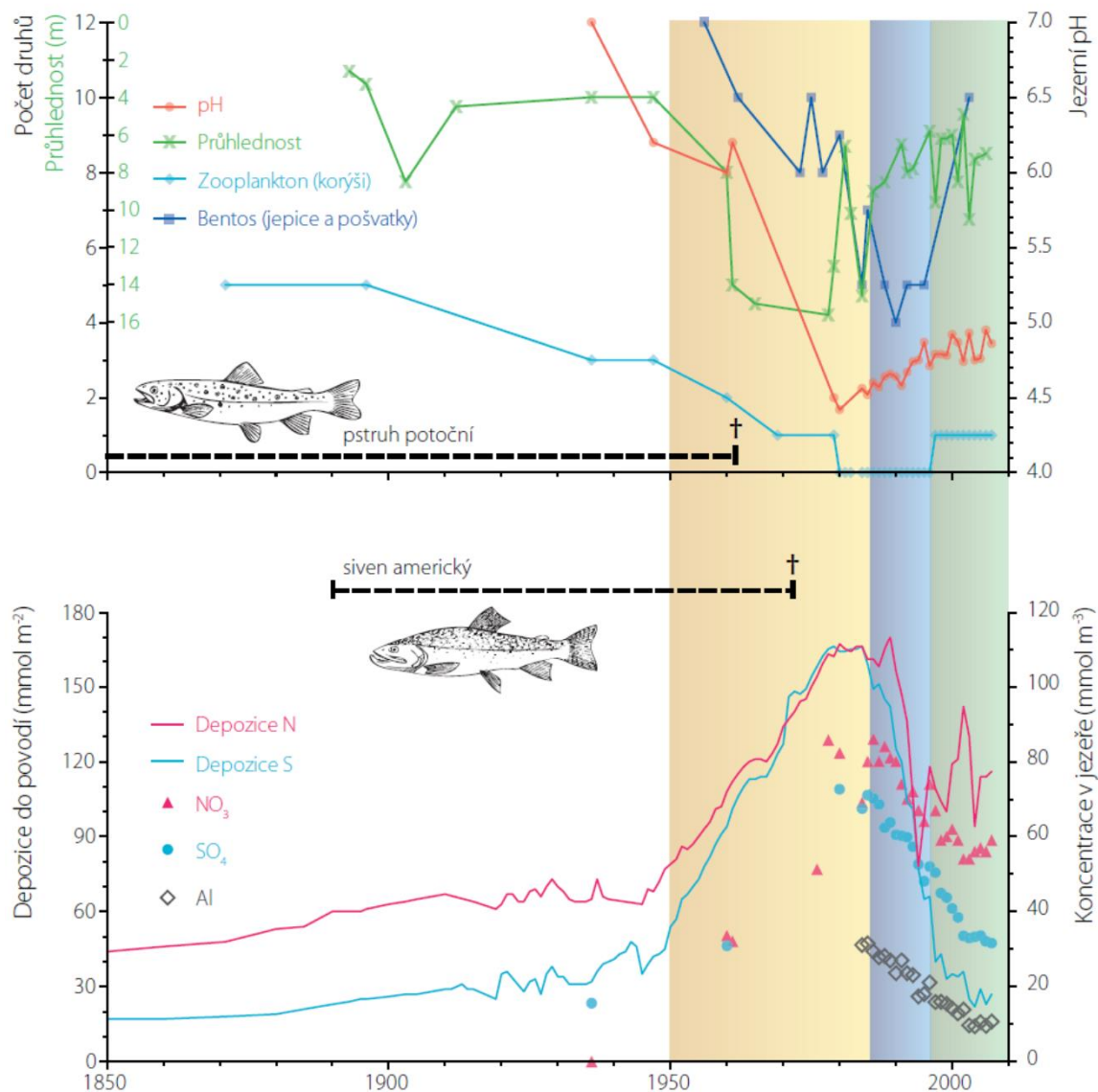
Acidifikace stojatých vod na příkladu Černého jezera: Černé jezero



Rekonstrukce vývoje acidifikace Černého jezera pomocí modelu MAGIC7 (plné čáry) a skutečné hodnoty naměřené v jezerní vodě (červené body): A – kyselost (pH), B – sírany (SO_4), C – hliník (Al), D – dusičnany (NO_3). Upraveno podle Majera a kol. (2003).

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

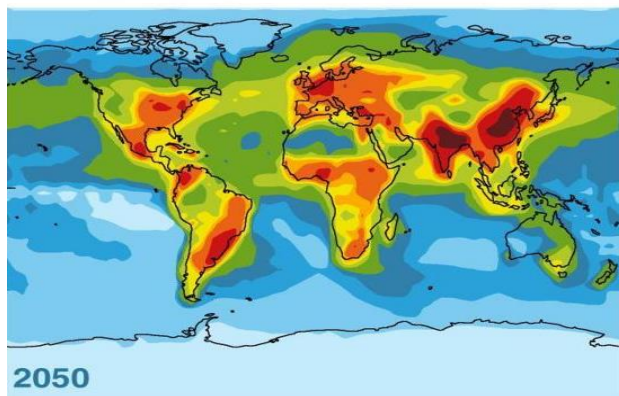
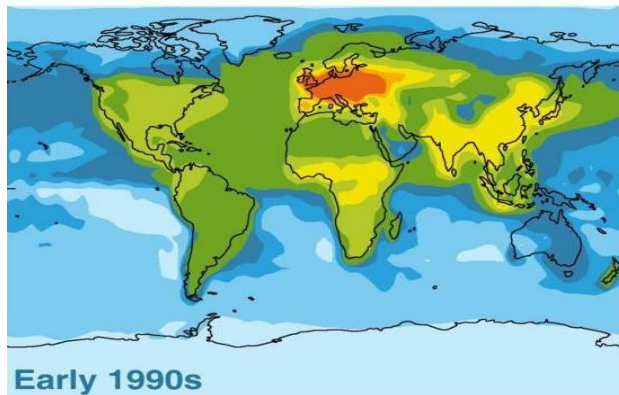
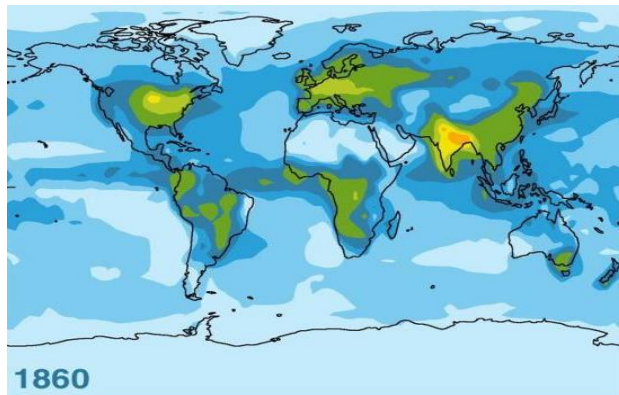
Acidifikace stojatých vod na příkladu řumavy: černé jezero



Acidifikace a zotavování Černého jezera: počet druhů zooplanktonu (nápadní korýši ulovení planktonní sítí v planktonu) a bentosu (larvy jepic a pošvatek – osa vlevo nahoře, levá stupnice); průhlednost jezerní vody (osa vlevo nahoře, pravá stupnice); jezerní pH (osa vpravo nahoře) a koncentrace síranu (SO₄), dusičnanu (NO₃) a hliníku (Al – osa vpravo dole); odhad trendů atmosférické depozice síry (S) a celkového anorganického dusíku (N) do povodí (osa vlevo dole); výskyt rybích druhů naznačují čárkované úsečky (†, poslední pozorování druhu). Barevně rozlišena období vrcholné acidifikace (žlutě), chemického (modře) a biologického (zeleně) zotavování.

Zdroj: Šantrková a Vrba (ed.): Co vypráví řumavské smrčiny, Správa NP a CHKO řumava, Jihoeská univerzita a SPE, Vimperk, 2010.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím



Source: Galloway et al. 2004

Odhad celkové atmosferické depozice (mokrě i suché) reaktivního dusíku v r. 1860, za átkem 90. let 20. století a v r. 2050 (prognóza).

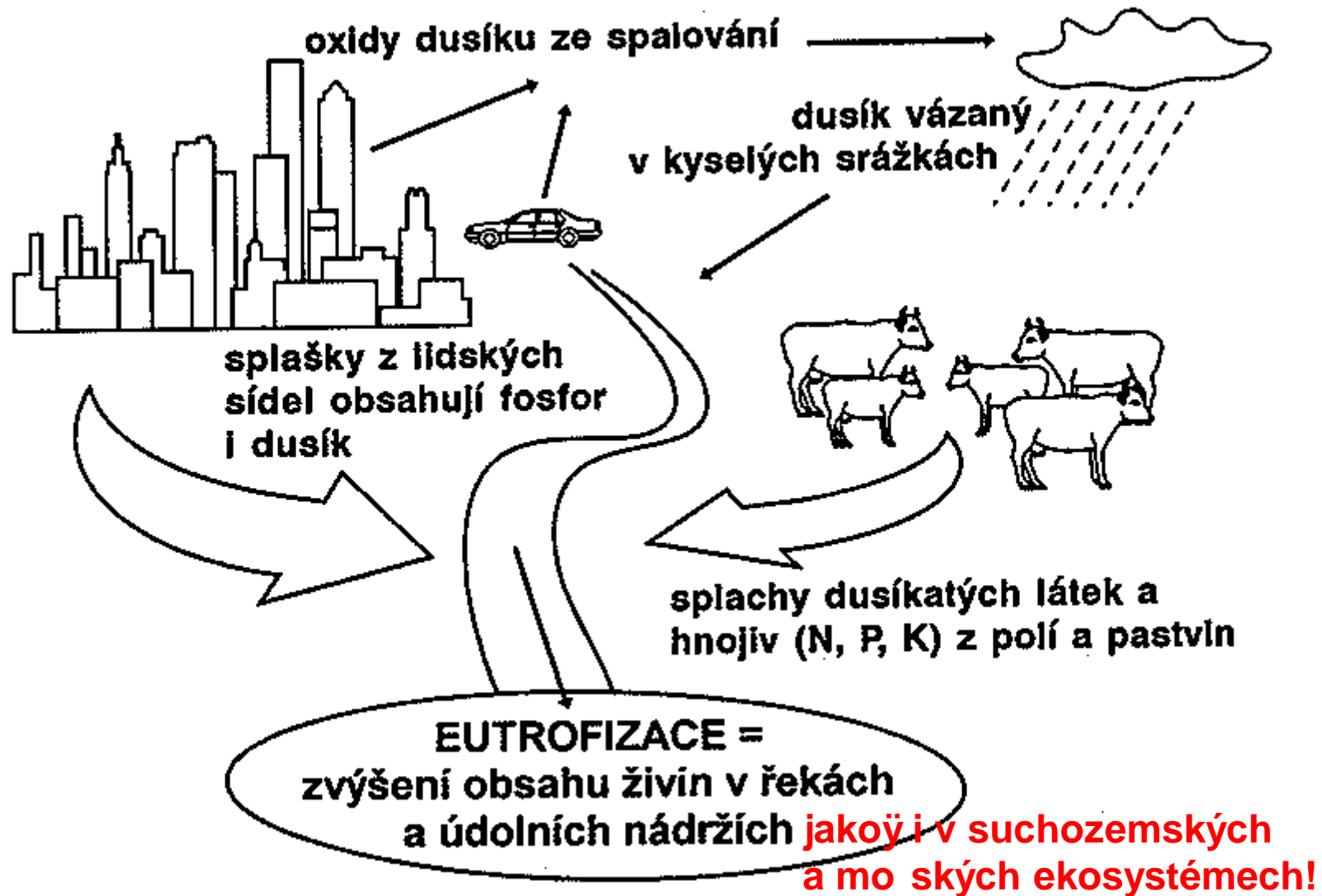
Atmosferická depozice v sou ásnosti představuje cca 12 % reaktivního dusíku vstupujícího globálně do suchozemských a pob eón -mo ských ekosystém (v n kterých regionech představuje výzší podíl, nap . v USA cca 33 %).

Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Estimated total reactive nitrogen deposition from the atmosphere (wet and dry) in 1860, early 1990s, and projected for 2050.

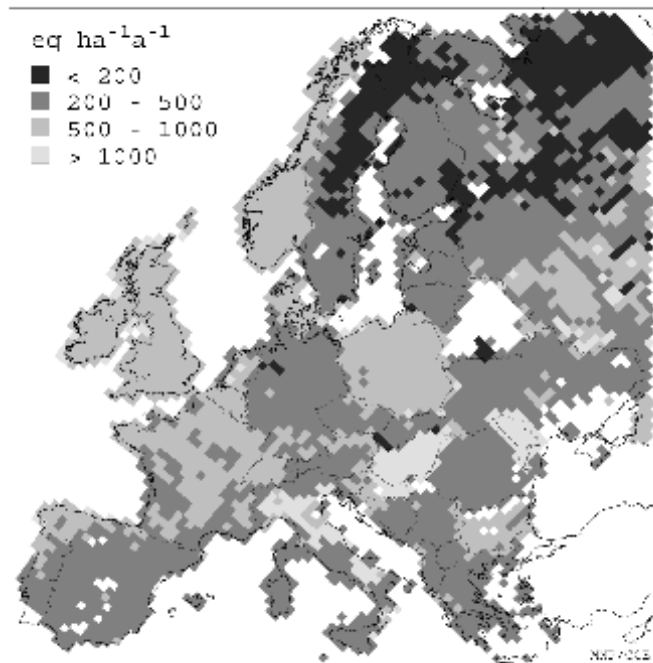
UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2005. Dostupné na:

<http://maps.grida.no/go/graphic/estimated-total-reactive-nitrogen-deposition-from-the-atmosphere-wet-and-dry-in-1860-early-1990s-and-2050>. (sta0eno 8. 11. 2011).

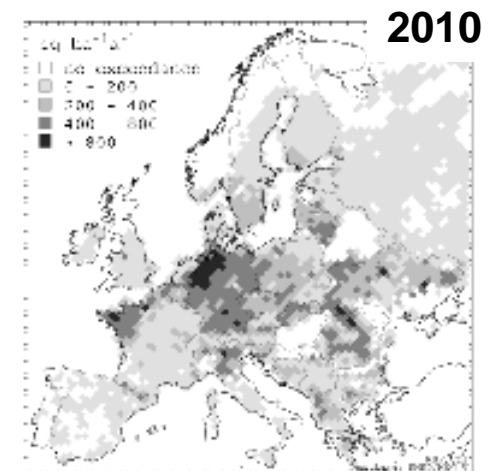
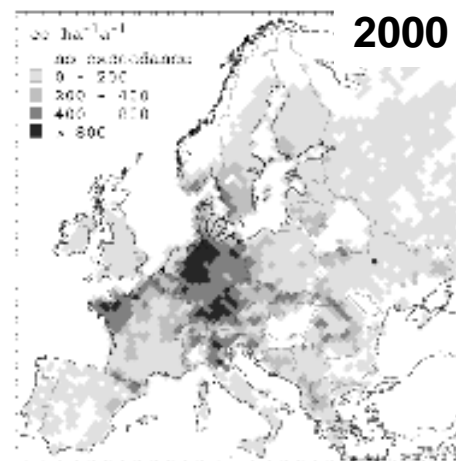
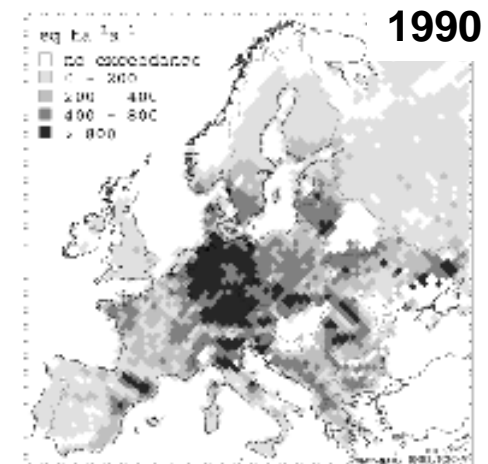
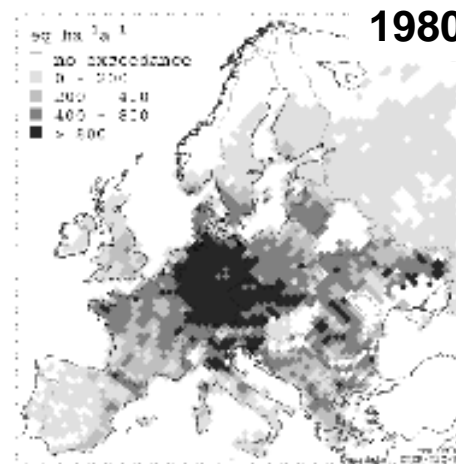
Eutrofizace = obohacení ekosystému živinami



Eutrofizace a obohacení ekosystému živinami



Kritická zátěž pro depozici dusíku (čím tmavší odstín, tím je oblast více znečištěna dusíkem)



Oblasti Evropy, kde byla překročena kritická mez eutrofizace půdy (údaje pro r. 2010 jsou prognózou z r. 2003).

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: suchozemské ekosystémy



Sphagnum capillifolium



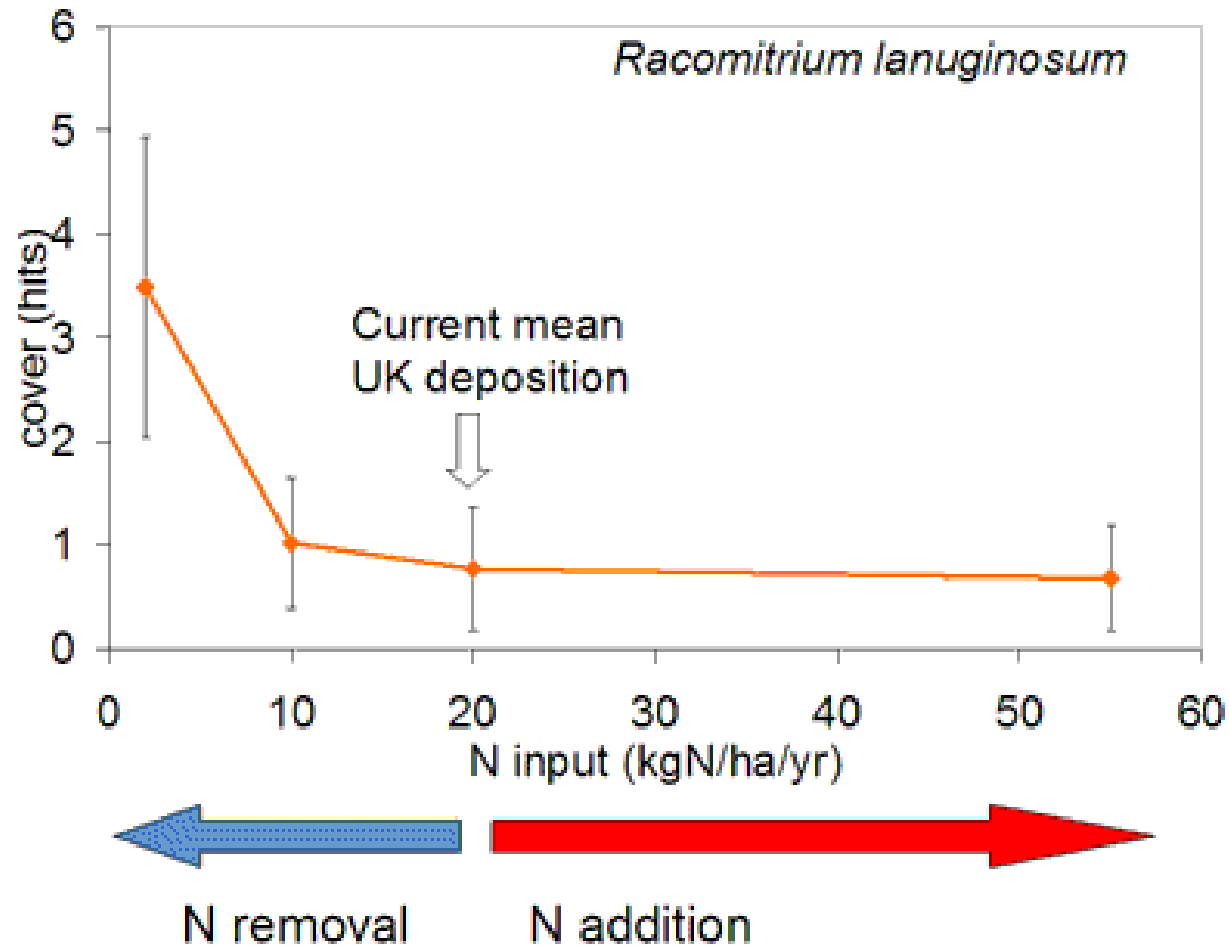
Polytrichum commune

Mnohé mechy a lizejníky reagují citlivě na depozici dusíku. Na obrázku jsou dva druhy mechu (razeliník a ploník) na lokalitě Whim Bog v jihovýchodním Skotsku. Zdravý mech vlevo byl vystaven atmosférické koncentraci pávku ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), odumřelý mech vpravo byl vystaven rovní průměrné koncentraci $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Zdroj: Ian Leith, Centre for Ecology and Hydrology in Edinburgh, UK.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: suchozemské ekosystémy



Pokryvnost mechu *Racomitrium lanuginosum* při různých dávkách dusíku v travinném ekosystému ve Velké Británii. K největšímu úbytku dochází mezi 5 a 10 kg N na hektar a rok.

Zdroj: Bridget Emmett, Centre for Ecology and Hydrology in Bangor, UK

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředí

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: vodní tělesa



Přehnojené vodní těleso s vodním květenem

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: vodní tělesa

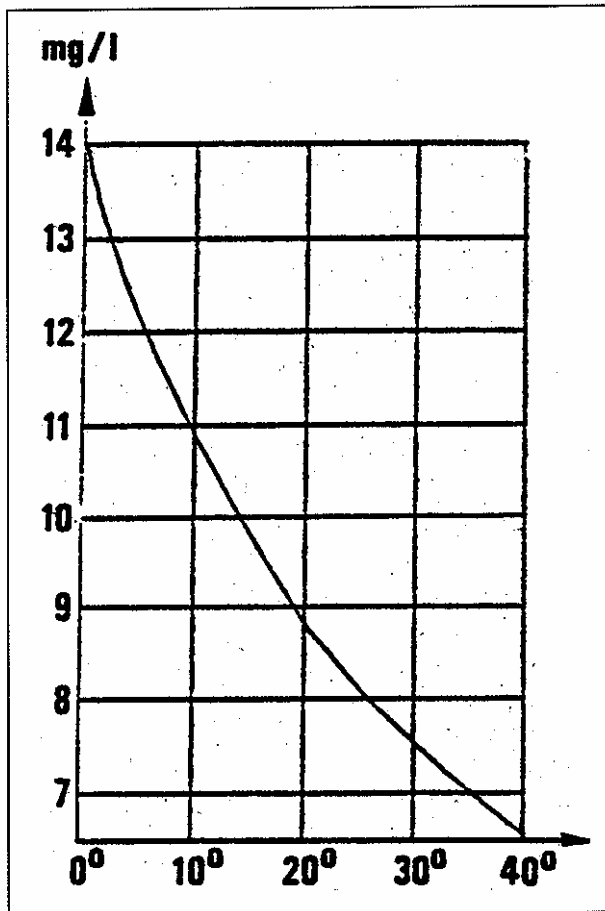


Vodní květ na vodní nádrži Orlík



J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: vodní tělesa



Obsah kyslíku ve vodě
v závislosti na teplotě

Důsledkem nedostatku kyslíku vlivem eutrofizace
a následných rozkladných procesů

Zdroj: Bauer, R. et al. (1995): Lerneinheit Industrie
und Umweltschutz. Aufgabenfeld: Emissionen.
Siemens AG, München. - upraveno

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředí

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: vodní tělesa



Vodní toky jsou méně náchylné k nedostatku kyslíku, okysličení vody mohou napomoci i jezy.

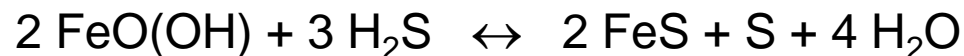
Eutrofizace – obohacení ekosystému živinami: vodní tělesa

Kromě prvotního přísunu dusíku, fosforu a případně dalších živin, probíhá v již eutrofním vodním tělese další proces, kterým jsou do vody uvolňovány fosforenany:

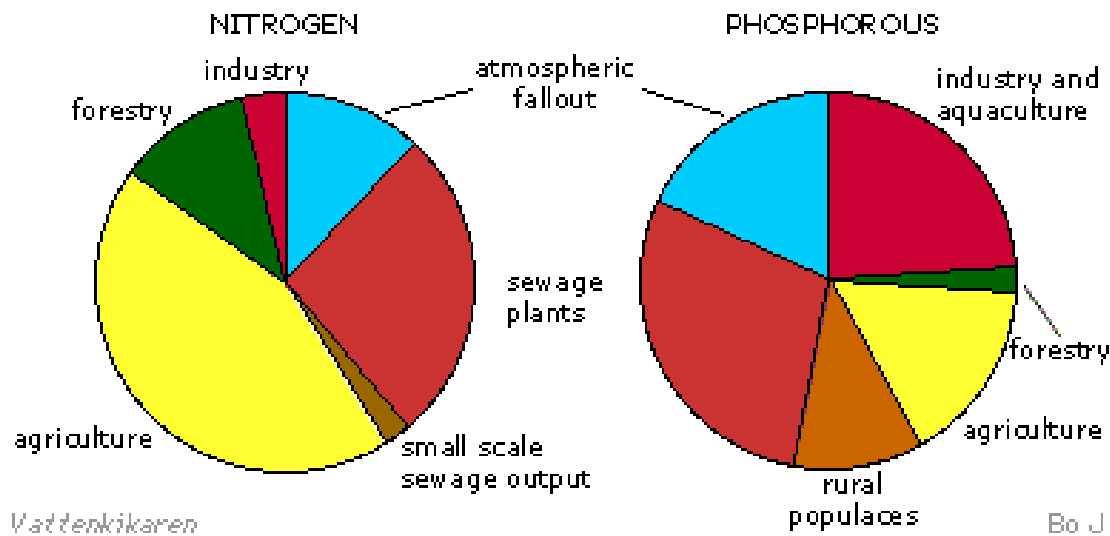
V průběhu eutrofizace dochází v důsledku rozkladu odumřelé biomasy k úbytku kyslíku v podvodním tělese, který může vést k dalšímu nárůstu obsahu fosforenanů ve vodě:

Za anaerobních podmínek v sedimentech dna dochází k redukci síranů (desulfurikaci).

Vzniklý sírovodík reaguje s hydroxidy a fosforenany Fe(III): vzniká siřeničnatý a uvolní se další fosforenany:



J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím
 Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: moře a oceány



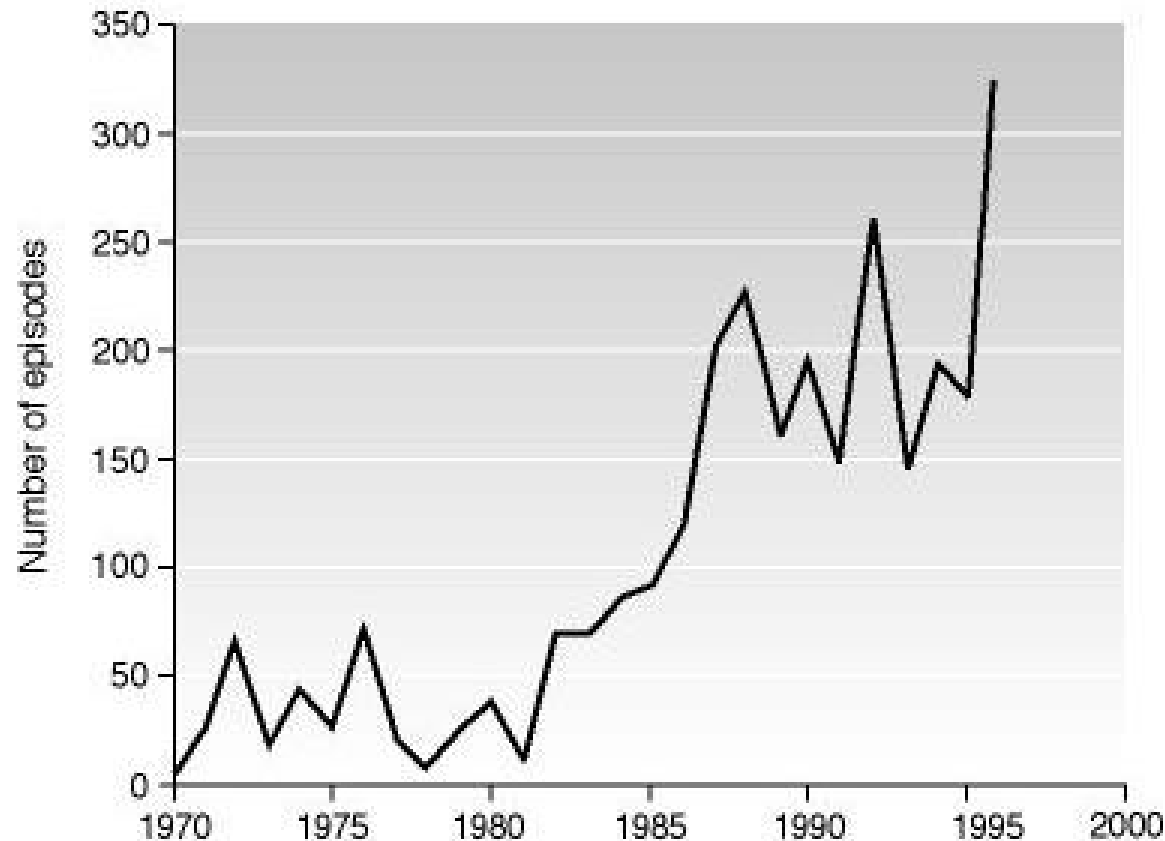
Zdroje eutrofizace Baltického moře podle zvědským pozorováním



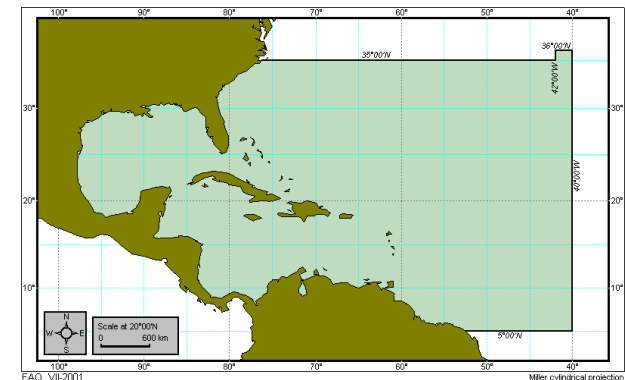
J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: moře a oceány

Harmful algal blooms in the West Central Atlantic, 1970-96



Source: Safeguarding the Health of the Oceans (Worldwatch).



Západní část středního Atlantiku jak ji definuje FAO (oblasti rybolovu)
(zdroj: <http://www.fao.org/fishery/area/Area31/en>)

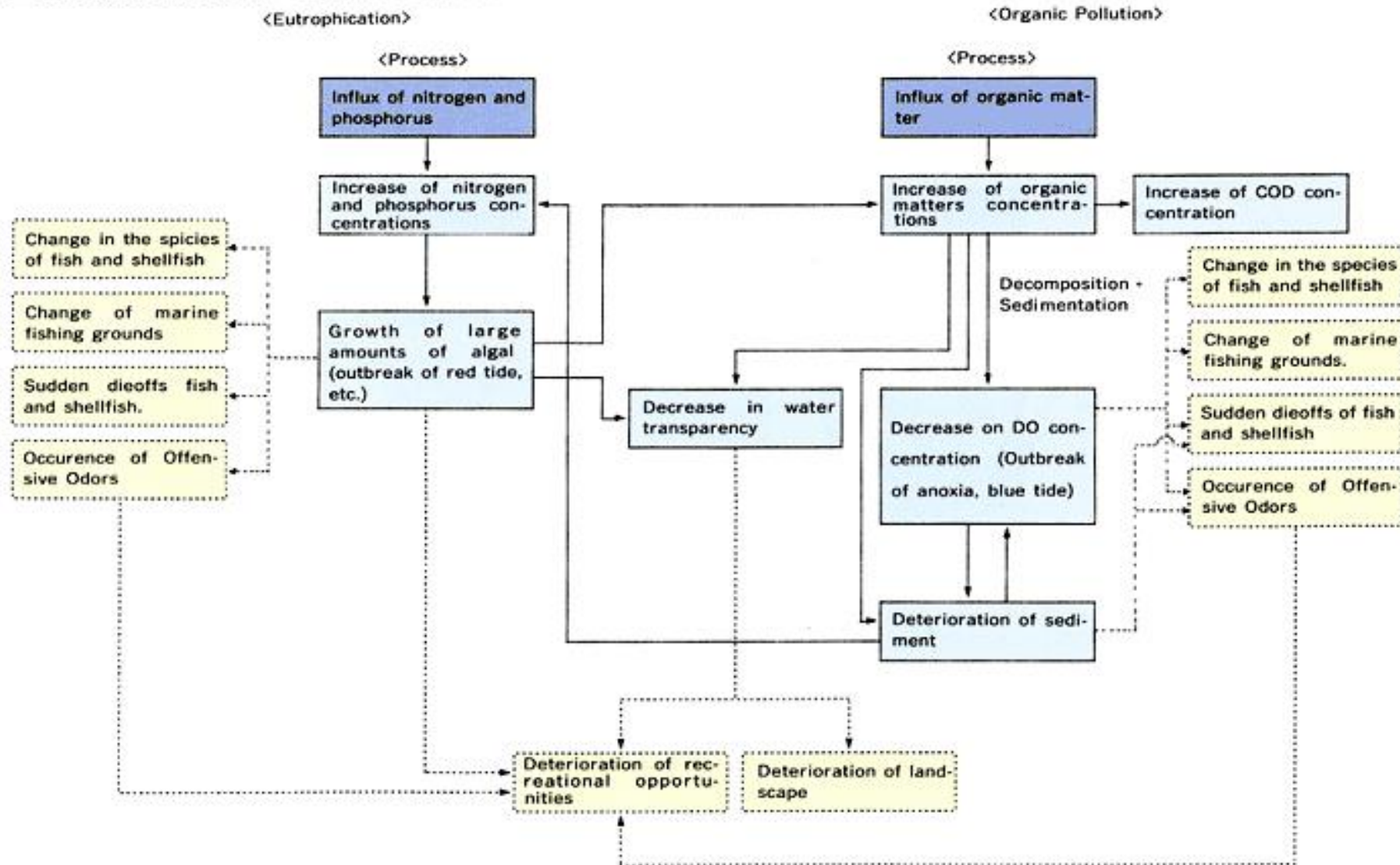
Výskyt škodlivého vodního květu v západní části středního Atlantiku, 1970-1996

Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Harmful algal blooms in the West Central Atlantic, 1970-96. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2001. Dostupné na: http://maps.grida.no/go/graphic/harmful_algal_blooms_in_the_west_central_atlantic_1970_96. Stačeno 8. 11. 2011.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Eutrofizace . obohacení ekosystému živinami: moře a oceány

■ Eutrophication and Organic Pollution

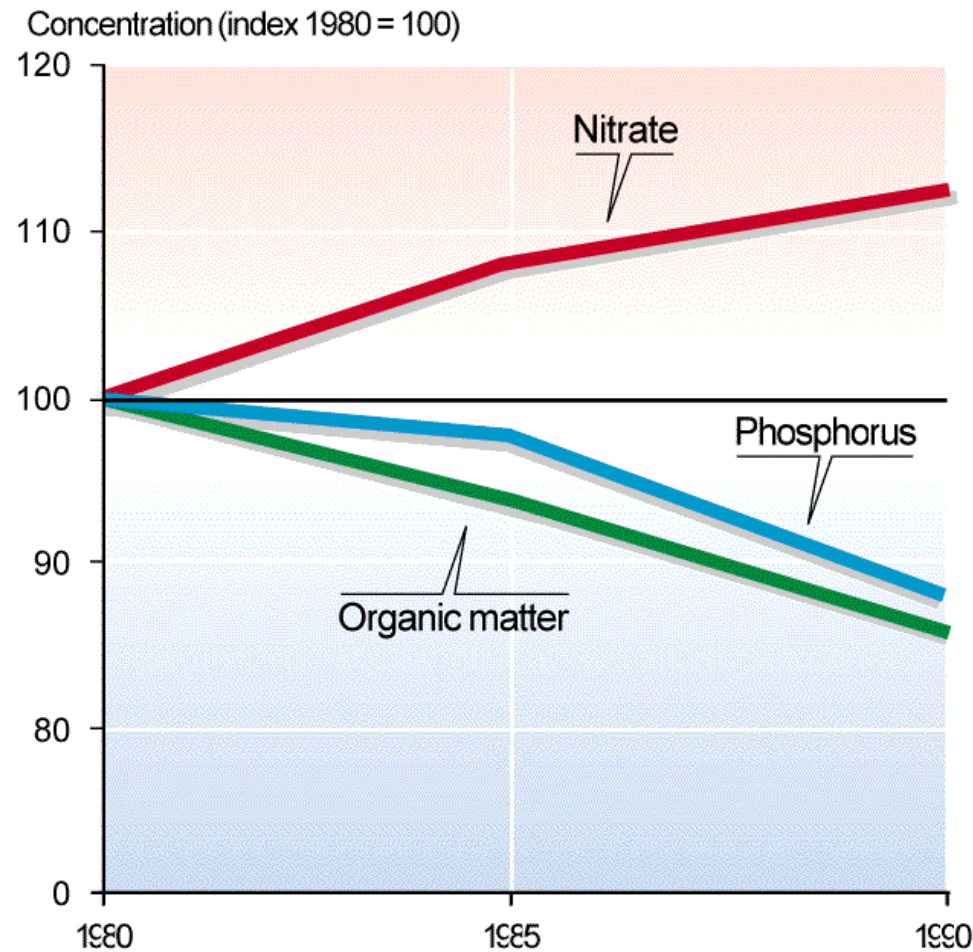


Vliv eutrofizace a obecní organického znečištění na mořský ekosystém

(DO . dissolved oxygen, rozpustný kyslík; COD . chemical oxygen demand, chemická spotřeba kyslíku)

**Znečištění vodních toků : Koncentrace organických látek, fosforu a dusičnanů
v řekách Evropské unie (tehdy 12 států) v letech 1980-1990**

Development of organic matter, phosphorus
and nitrate concentration in EU 12 rivers



Source : Environment in the European Union 1995, fig.4.7.3.



Znečištění povrchových vod

Typy znečištění vod

- odpadní vody hnilobné
- odpadní vody toxické
- odpadní vody s anorganickými kaly
- odpadní vody s tuky a oleji
- odpadní vody radioaktivní
- odpadní vody oteplené
- odpadní vody s mikrobiálním znečištěním / s patogenními zárodky

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředí

Znečištění vodních toků :

Vývoj čistoty toků v českých zemích v období 1940-1980

Tok	Třída	1940	1950	1960	1970	1980
Labe	Ia-II	87	63	30	4	3
	III-IV	13	37	70	96	97
Jizera	Ia-II	91	85	70	33	26
	II-IV	9	15	30	67	74
Vltava	Ia-II	72	53	55	50	45
	III-IV	28	47	45	50	55
Berounka	Ia-II	56	34	29	11	0
	III-IV	44	66	71	89	100
Ohře	Ia-II	99	92	46	6	21
	III-IV	1	8	54	94	79
Morava	Ia-II			11	11	11
	III-IV			89	89	89
Dyje	Ia-II			41	41	24
	III-IV			59	59	76
Odra	Ia-II			49	26	26
	III-IV			51	74	74

Znečištění vodních toků :

Porovnání stavu čištění odpadních vod v ČR a SRN v povodí Labe v r. 1991

	Počet obyvatel v městech nad 50 000 EO	Bez čištění	Mechanické čištění	Mechanické a částečně biologické čištění	Mechanické a úplné biologické čištění	Odstra- ňování fosforu	Odstra- ňování dusíku
	Počet měst nad 50 000 EO	počet EO	počet EO	počet EO	počet EO	počet EO	počet EO
		%	%	%	%	%	%
ČR	4 956	1 533	549	1 668	1 186	-	-
	28	31,3	11,1	33,7	23,9	-	-
SRN	22 722	1 475	5 100	873	15 274	8 581	2 470
	108	6,5	22,4	3,8	67,3	37,8	10,9

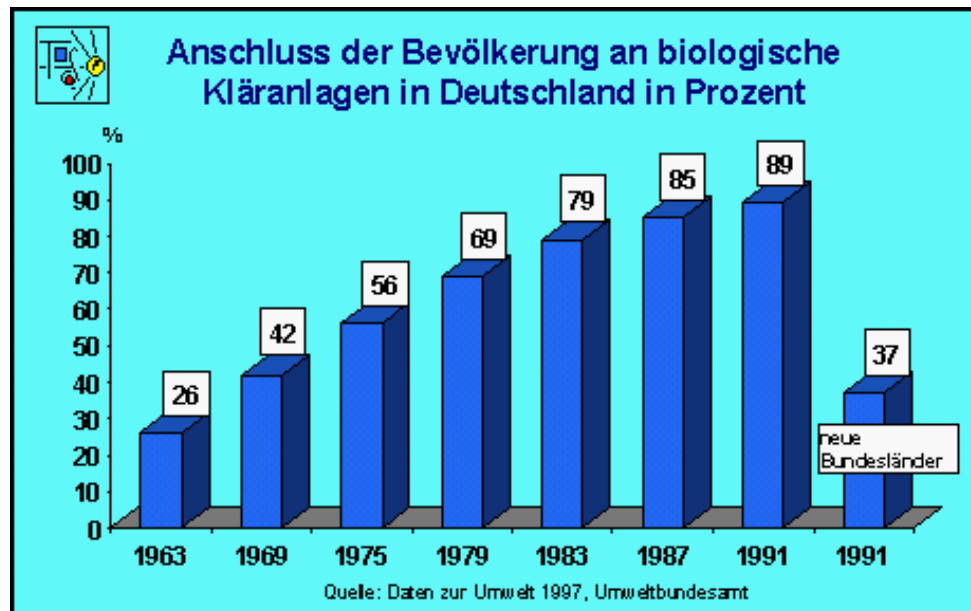
počet EO v tis. EO

Pramen: Naléhavý program Labe

EO = ekvivalentních obyvatel (denní množství odpadních vod produkované jedním obyvatelem; odpadní vody produkované jinde než v domácnostech jsou přepočítávány na odpovídající počet obyvatel)

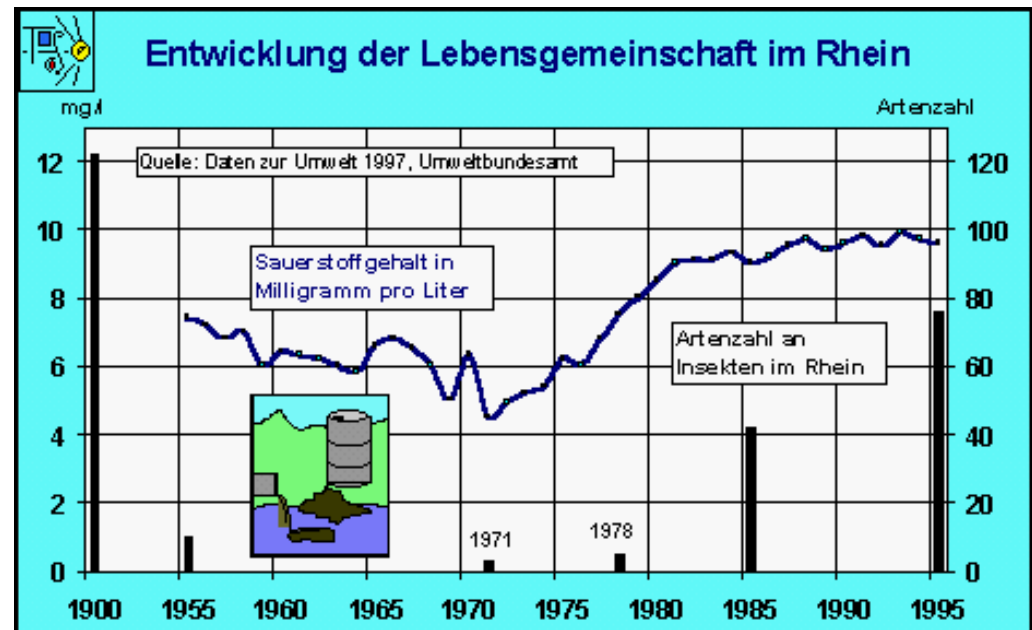
J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

Znečištění vodních toků :



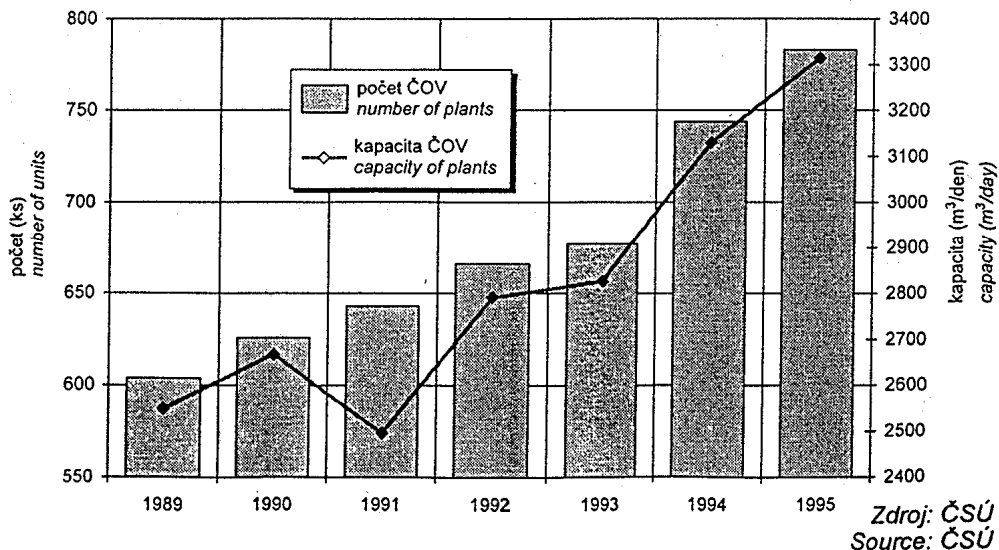
Napojení obyvatelstva na čistírny odpadních vod s biologickým stupněm v Německu v procentech: vývoj v SRN od r. 1963 do r. 1991; pravý sloupec - situace v nových spolkových zemích, tzn. bývalé NDR, v r. 1991.

Vývoj biocenózy v Rýně na příkladu početně druhů hmyzu s vodním stádiem (sloupce) ve vztahu k obsahu kyslíku ve vodě (mg/l; křivka)

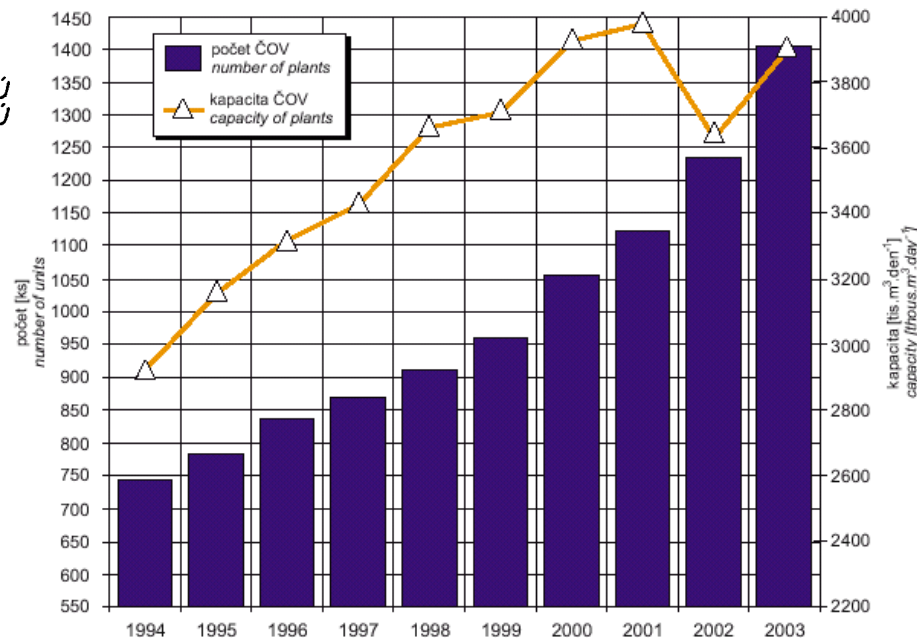


Znečištění vodních toků : úprava odpadních vod v Česku

Čistírny odpadních vod v letech 1990 - 1995
Waste water treatment plants during 1990 - 1995

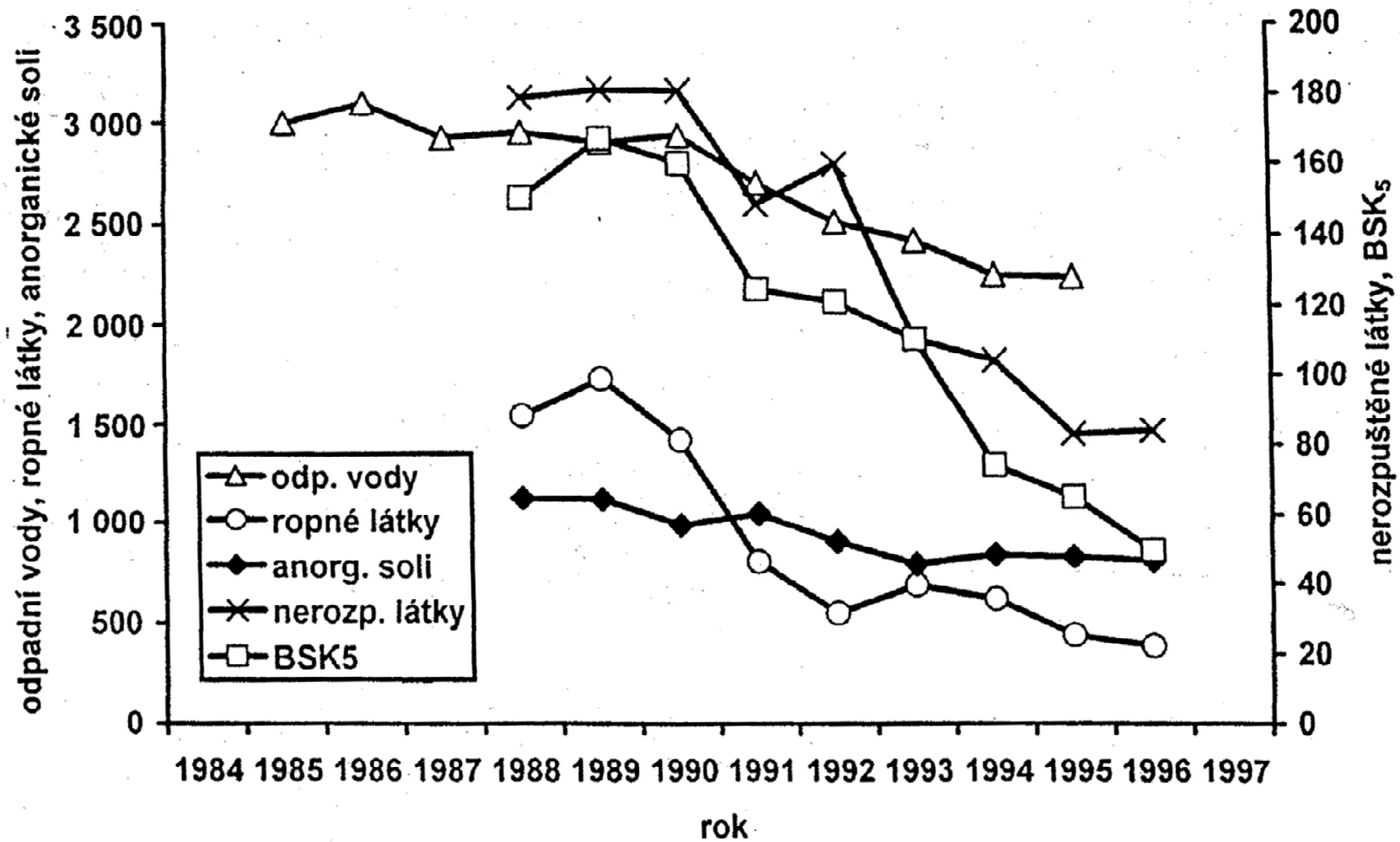


Obr. B2.3.6 Čistírny odpadních vod, 1994–2003
Waste water treatment plants, 1994–2003



Pozn.: Pokles kapacity v r. 2002 byl způsoben vyřazením části čistíren z provozu povodněmi.
Note: The decrease in capacity in 2002 was caused by disabling of some plants caused by the floods.

Znečištění vodních toků : Vývoj v ČR v letech 1985/1988 až 1995/1996



Registrované znečištění vody v ČR (odpadní vody v mil. m³, nerozpuštěné látky, anorganické soli a BSK₅ v tis. t, ropné látky v t)

BSK₅: Biochemická spotřeba kyslíku za pět dní a konstantních podmínek (20 °C, tma)

Znečištění moří



Vypouštění chemikálií z lodi před australským pobřežím

Znečištění moří



Výpust odpadních vod továrny u Antwerp (Belgie) do Severního moře



Vypouštění odpadních vod do Baltického moře z lodí (dnes zakázáno)

J. Schlaghamerský: Ochrana prírody - degradácie biotop znečistením prostredím

Znečistenie:

Havárie ropných tankerov na mori (a opatrenia k omezeniu znečistenia)

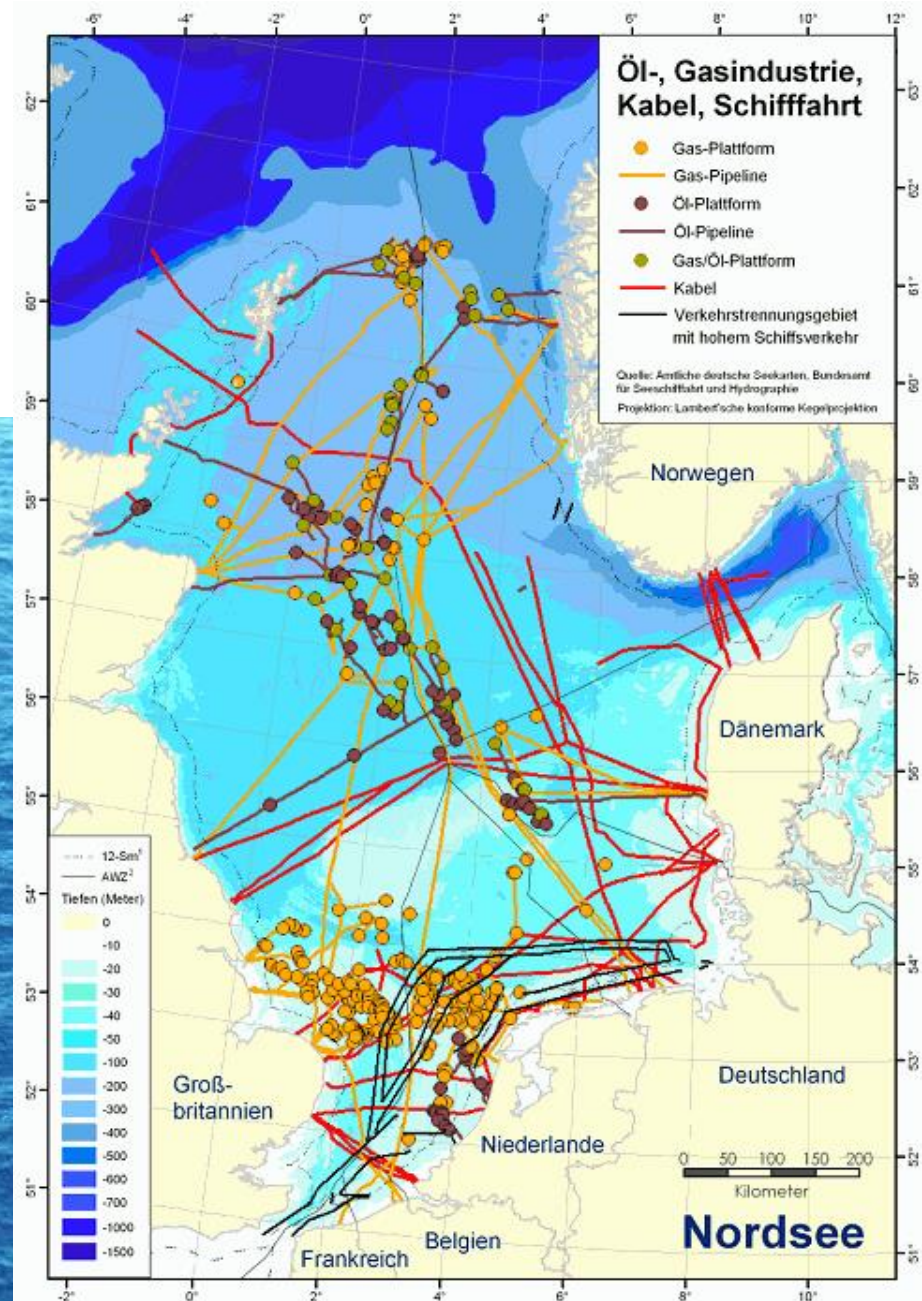


J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí



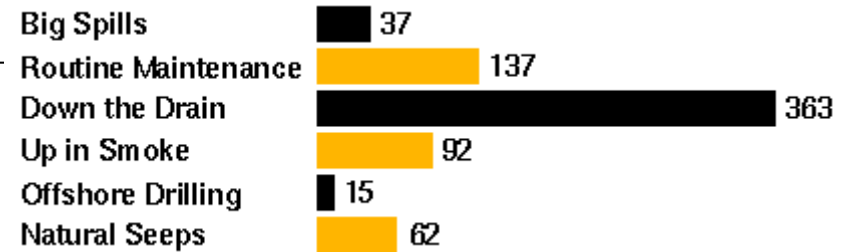
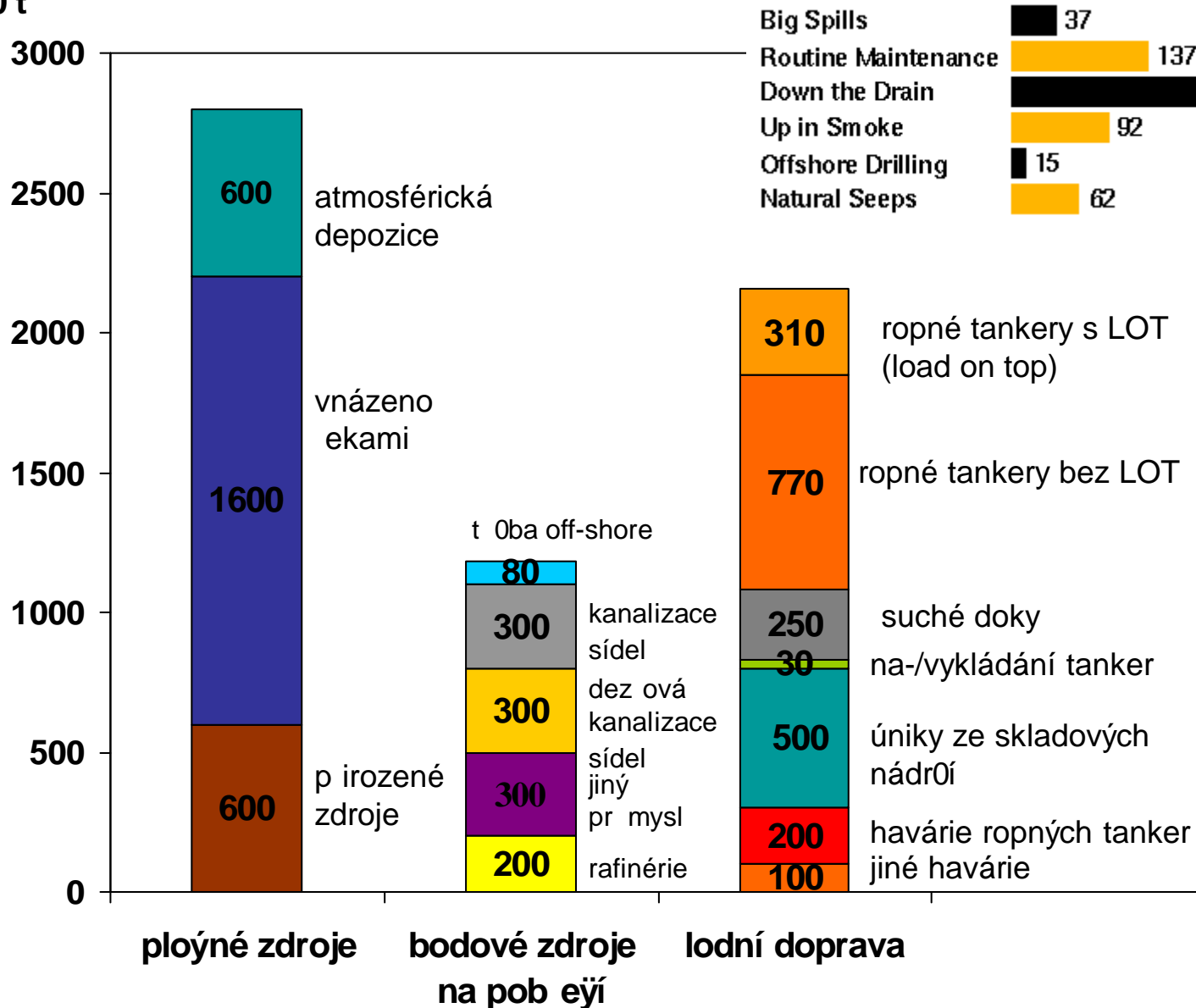
Znečištění moří

Tržba ropy a zemního plynu v oblasti mořského zelfu (off-shore) na příkladu Severního moře (mapa ukazuje polohu vrtných plošin pro těžbu zemního plynu a ropy, podmořských kabelů a hlavní lodní trasy).



Znečištění: ropa, ropné produkty

v 1000 t

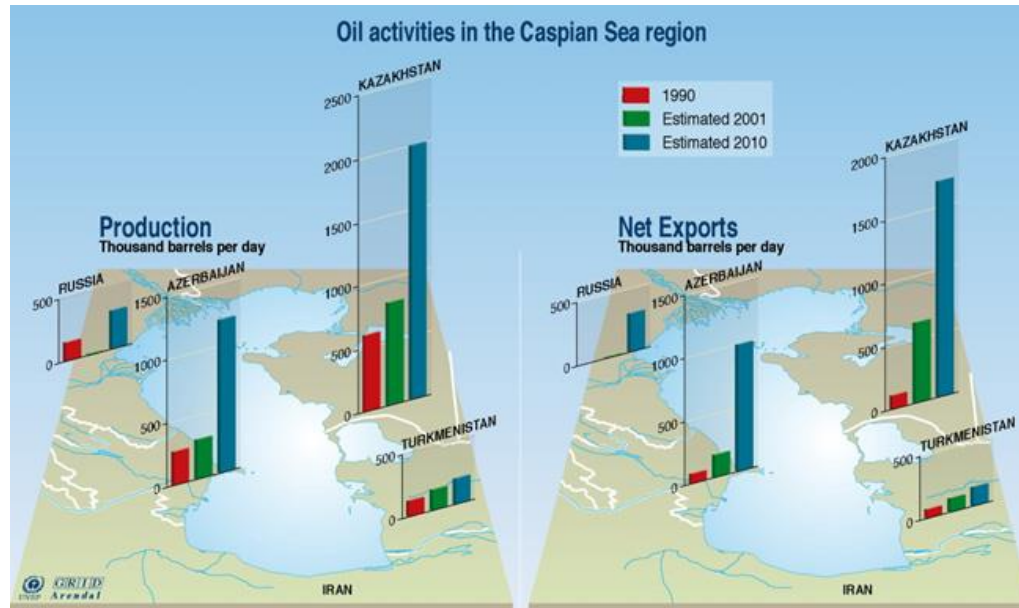


LOT: ropné nádrže byly nadále vymývány proudem horké mořské vody, avšak výsledná směs ropy s vodou nebyla vypouštěna do moře, ale přeerpána do zvláště nádrže. Během zpáteční plavby tankeru docházelo k oddělení tlučiny vody od lehké ropy, voda byla oderpána a nádrž shora doplněna novou ropou (load on top). Tato inovace 70. let byla provedena vymýváním nádrží proudem samotné přepravované ropy (tzv. Crude Oil Washing) koncem 70. let.

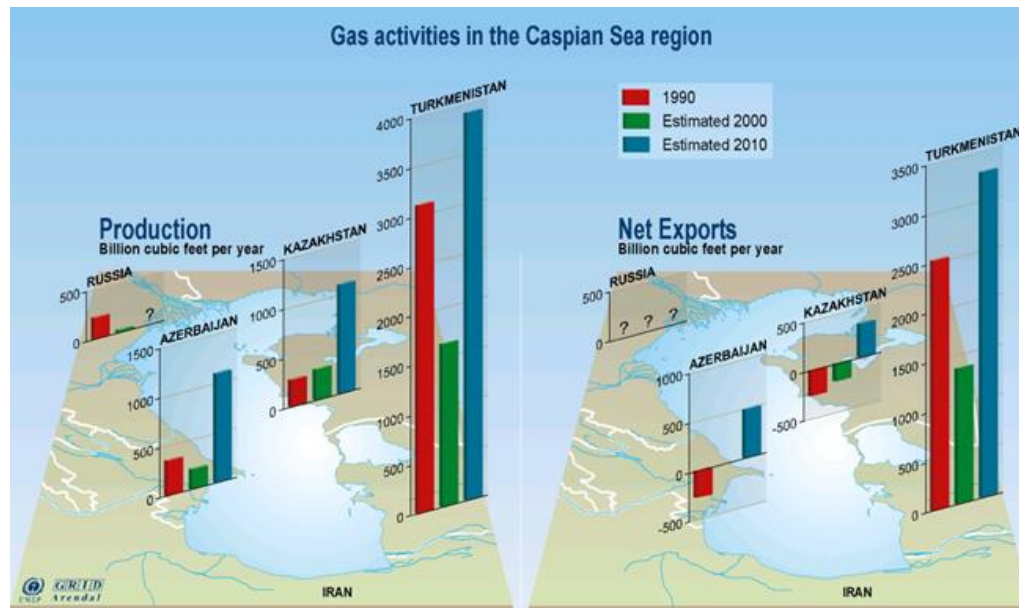
Zdroje znečištění svítoých mořích uhlovodíky (podle Esso AG, 70. léta; nahore novější data)

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí

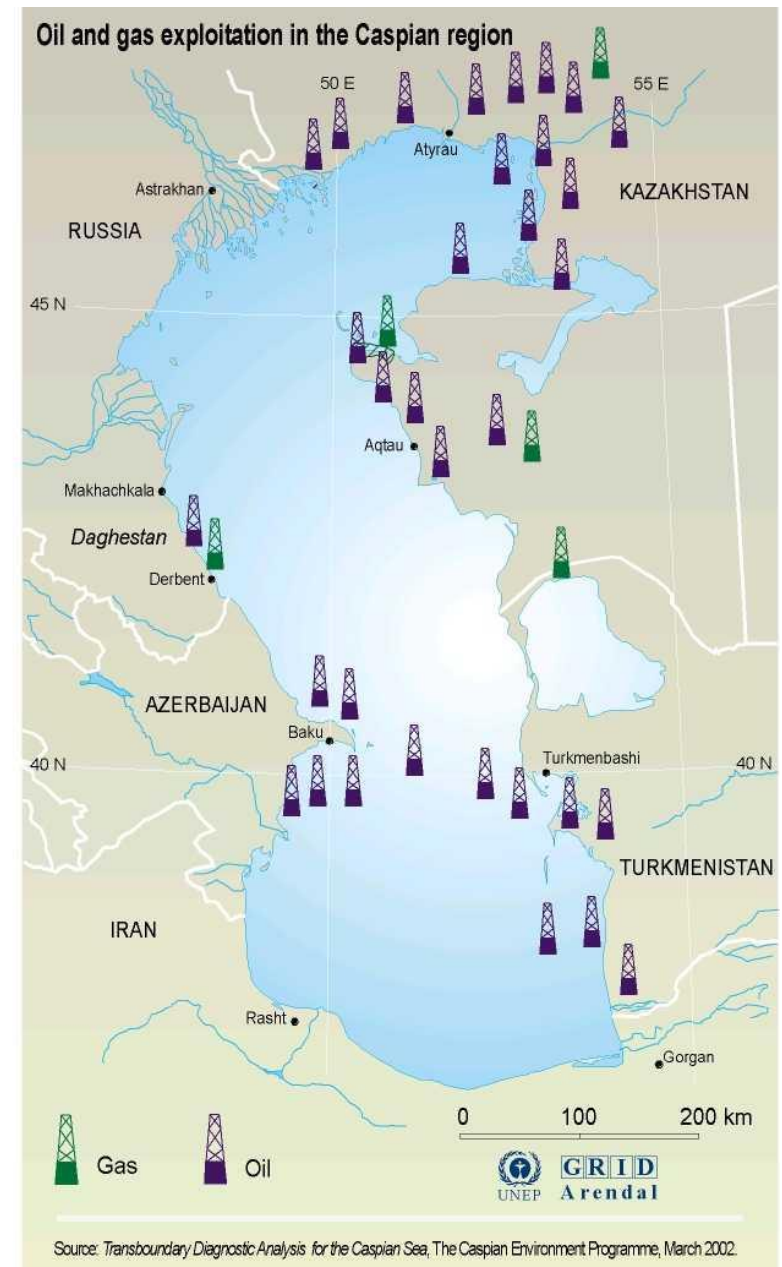
Znečištění prostředí: Kaspické moře - těžba ropy a zemního plynu



Source: Energy Information Administration, Washington DC, July 2002.



Source: Energy Information Administration, Washington DC, July 2002.



Source: Transboundary Diagnostic Analysis for the Caspian Sea, The Caspian Environment Programme, March 2002.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí



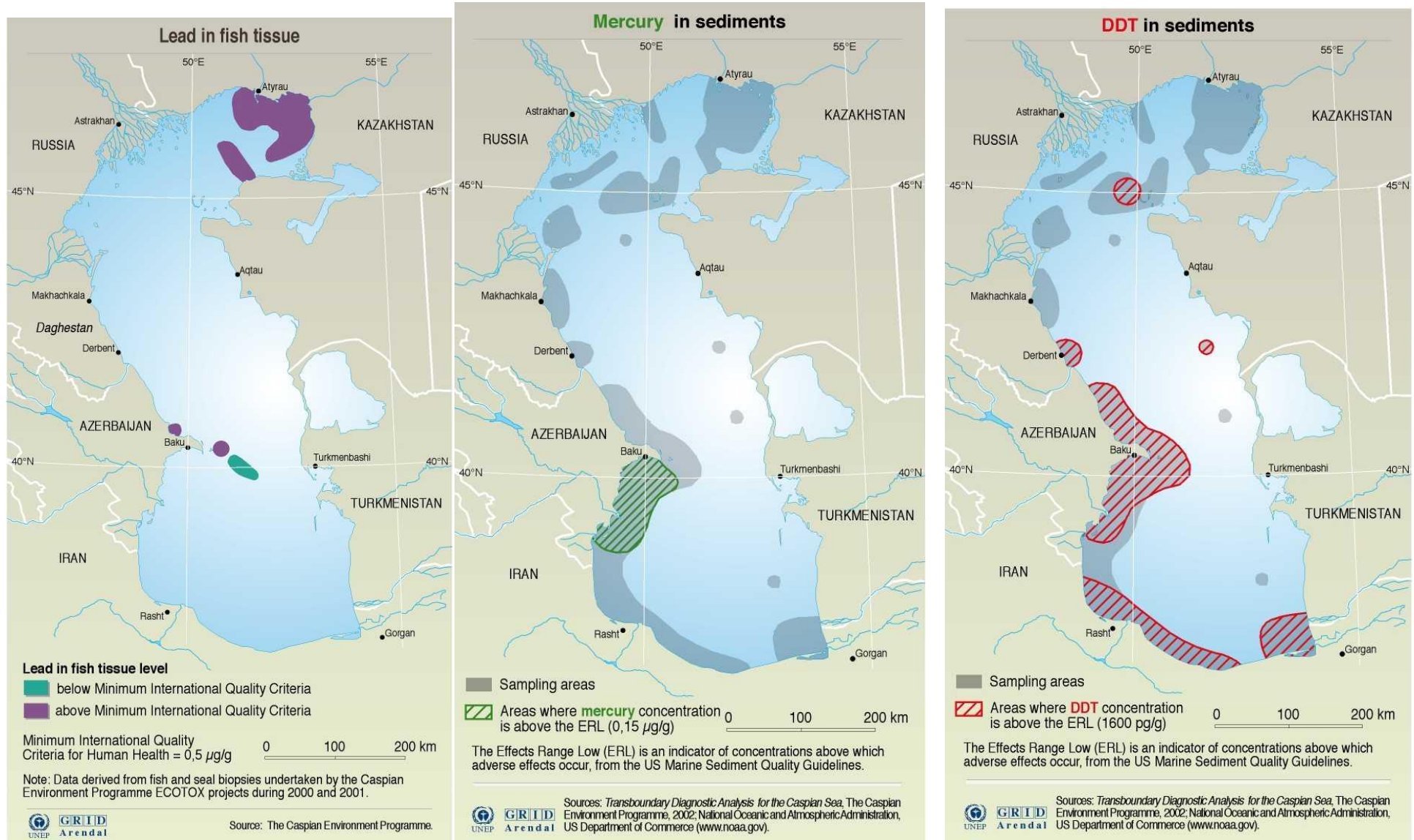
**Znečištění moří:
Kaspické moře - těžba ropy
a zemního plynu**



Někdy až 100%

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

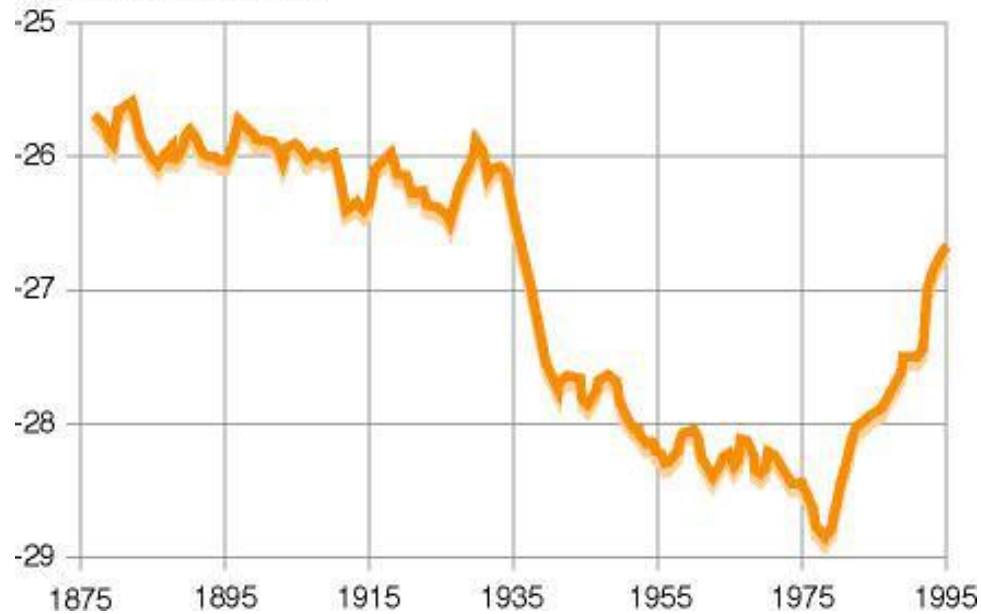
Znečištění prostředí: Kaspické moře - kontaminace prostředí toxickými látkami (olovo v rybích tkáních, rtuť a DDT v jezerních sedimentech)



J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím **Kaspické moře: pokles hladiny a dezertifikace okolí**

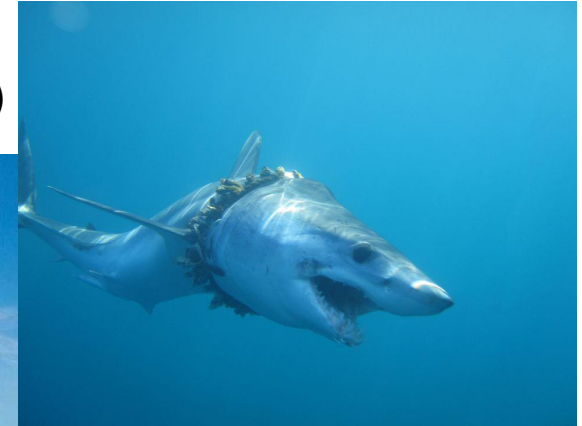


metres below sea level



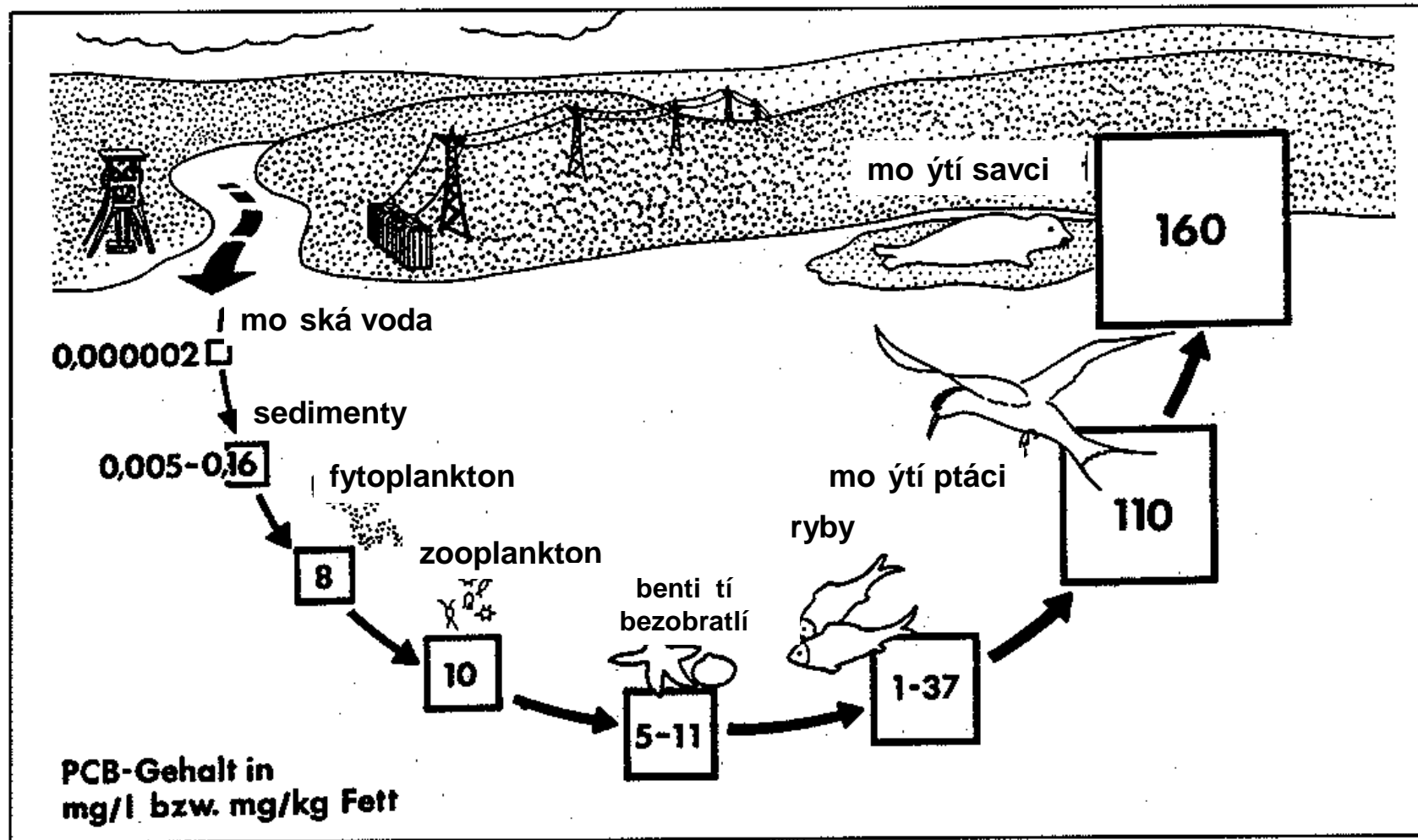
J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí

**Znečištění moří a oceánů
plasty (včetně mikroplastů)**



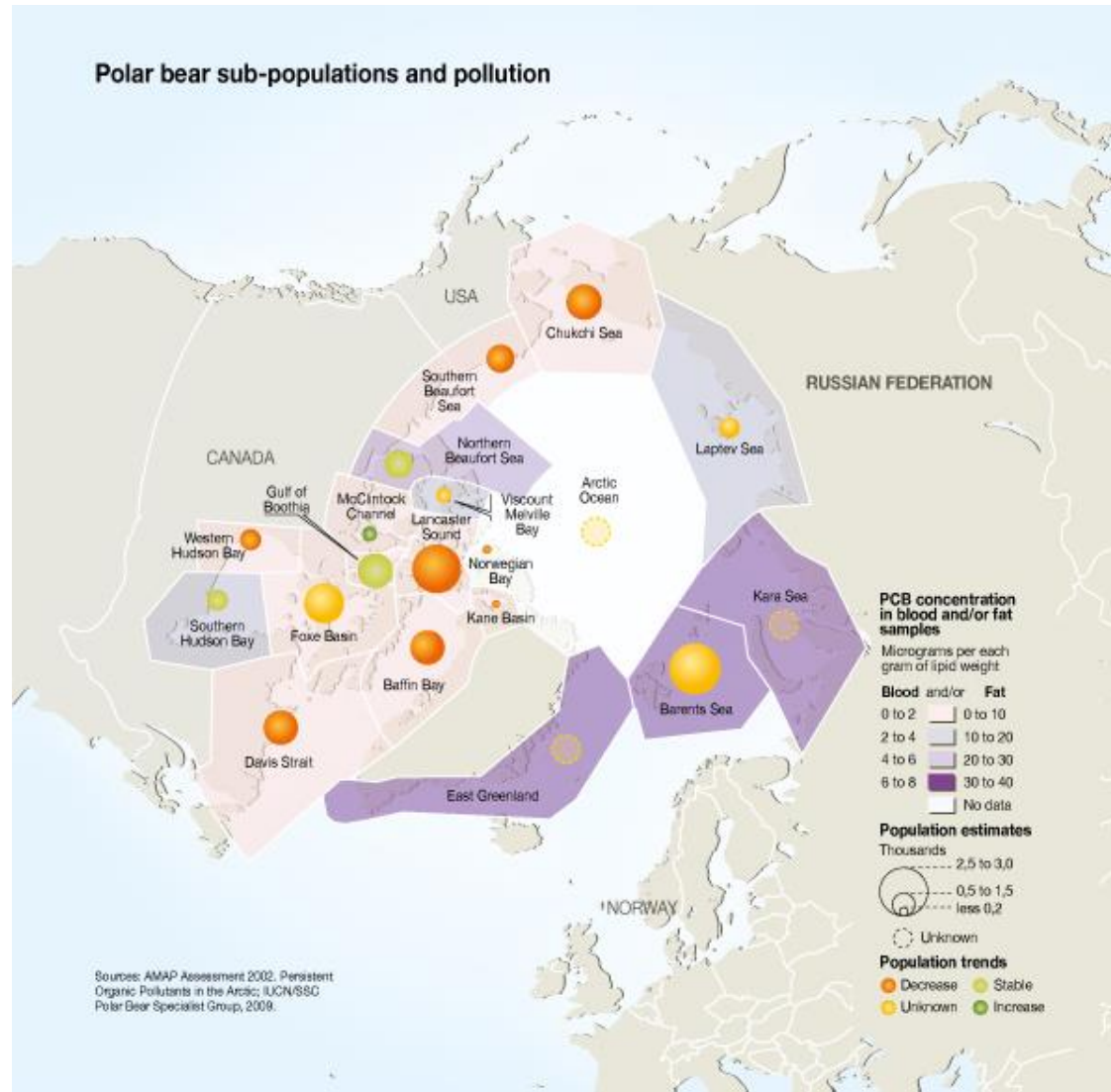
©AP Images/European Union-EP

Znečištění prostředí: persistentní organické látky



Akumulace PCB v mořském potravním řetězci; obsah PCB udáván v mg/l, resp. mg/kg tuku (pozor na potravní vazbu u mořských ptáků - tuleni)

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

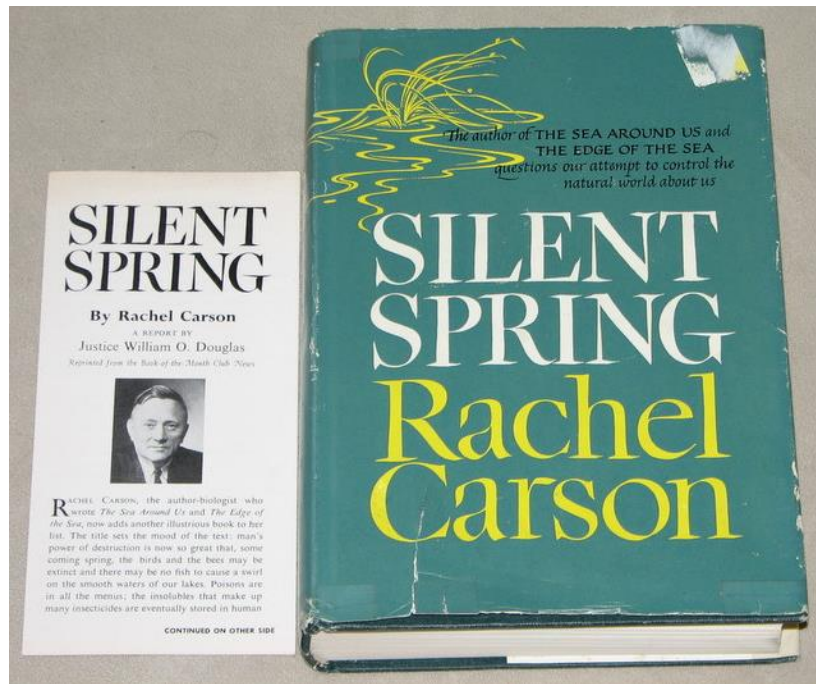


Koncentrace PCB ve vzorcích krve a/nebo tuku odebraných medvědů m ledním z r zných subpopulací.

UNEP/GRID-Arendal. Polar bear sub-populations and pollution. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2010. Dostupné na: <http://maps.grida.no/go/graphic/polar-bear-sub-populations-and-pollution>. Sta0eno 8. 11. 2011.

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí

Publikace knihy *Stiché jaro* (1962), upozornila na negativní vlivy pesticidů (především DDT) na přírodu a lidské zdraví. Vedla k dalekosáhlému přehodnocení způsobů, jakým bylo s pesticidy zacházeno jak v USA, tak i celosvětově.

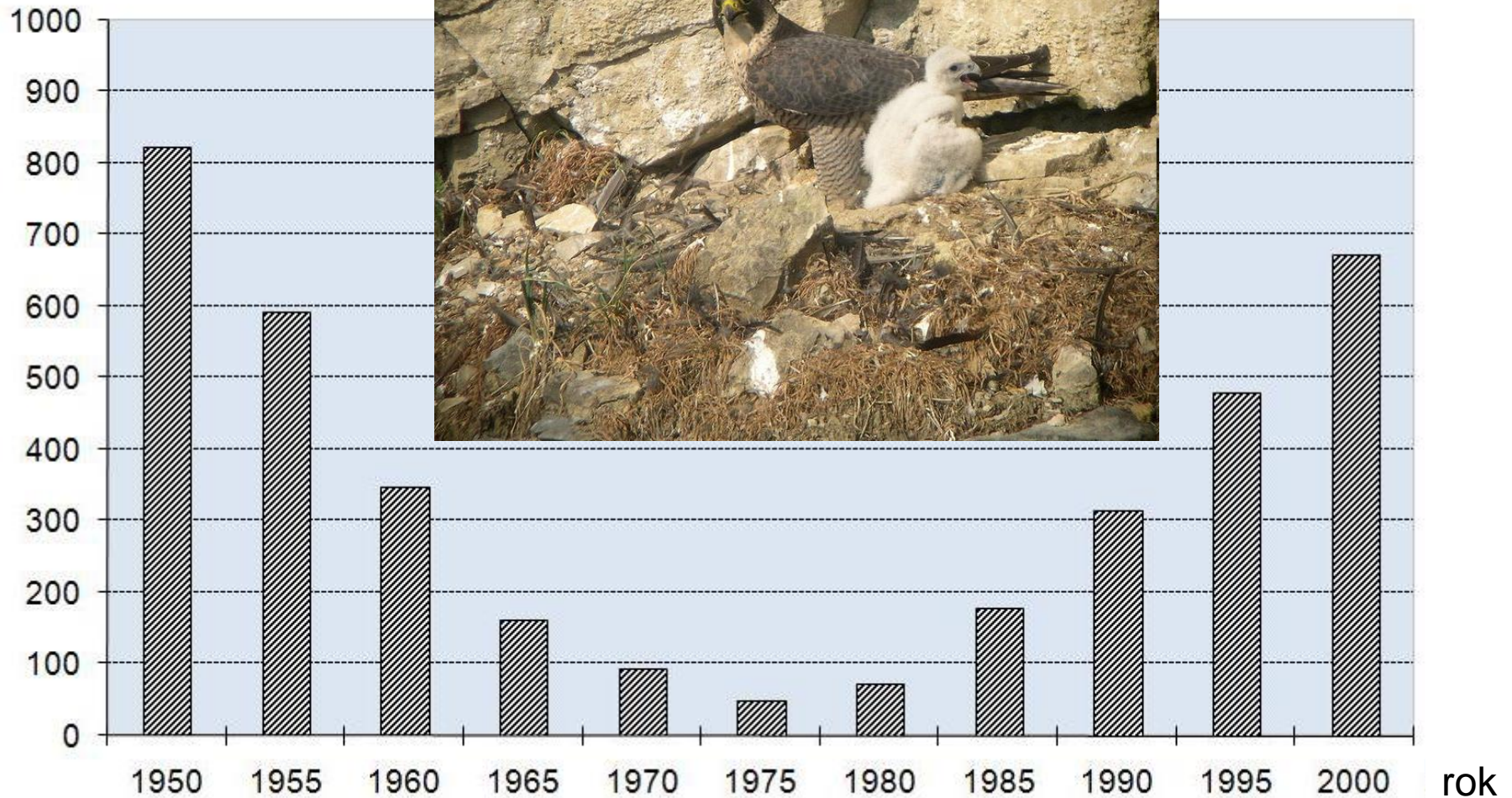


Rachel Louise Carson
(1907-1964)

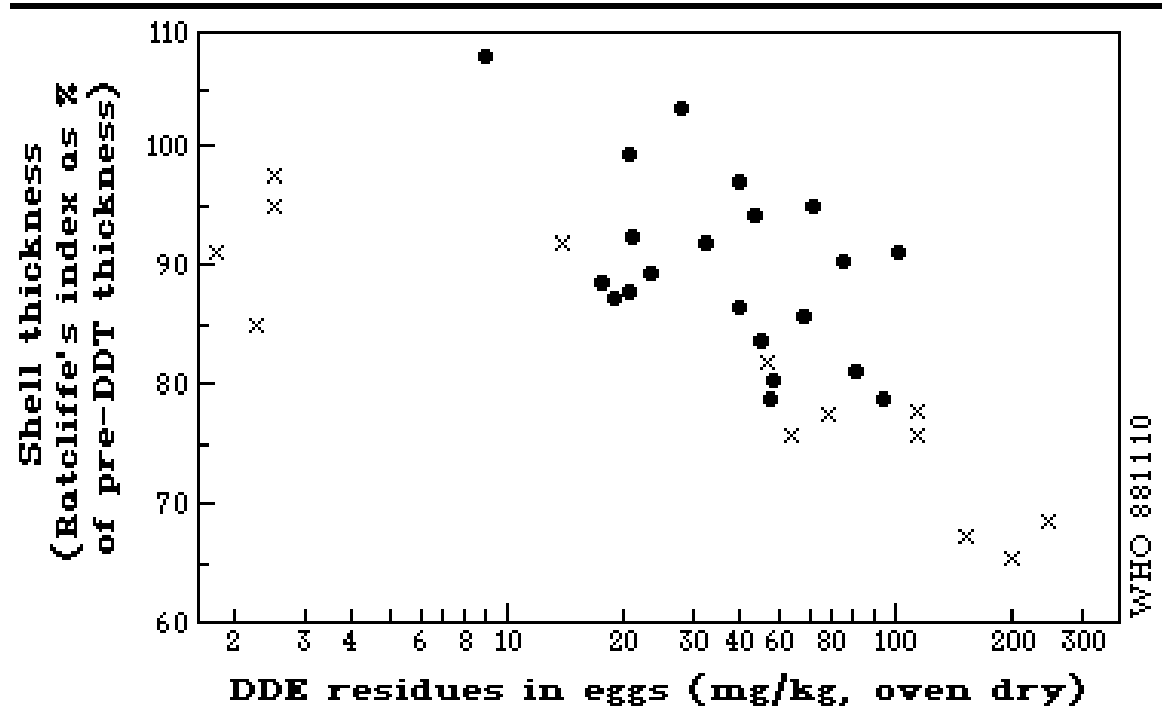
DDT: Dichlordifenyltrichlorethan (1,1,1-trichlor-2,2-bis(4-chlorfenyl)ethan); insekticid, poloas rozpadu 2-20 let (podle prostředí). Při rozpadu vzniká také toxický DDE (dichlordifenyldichlorethan).

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěným prostředím

počet párů



Vývoj počtu hnízdních párů sokola st. hováčového v N mecku (SRN + NDR) v letech 1950-2000.



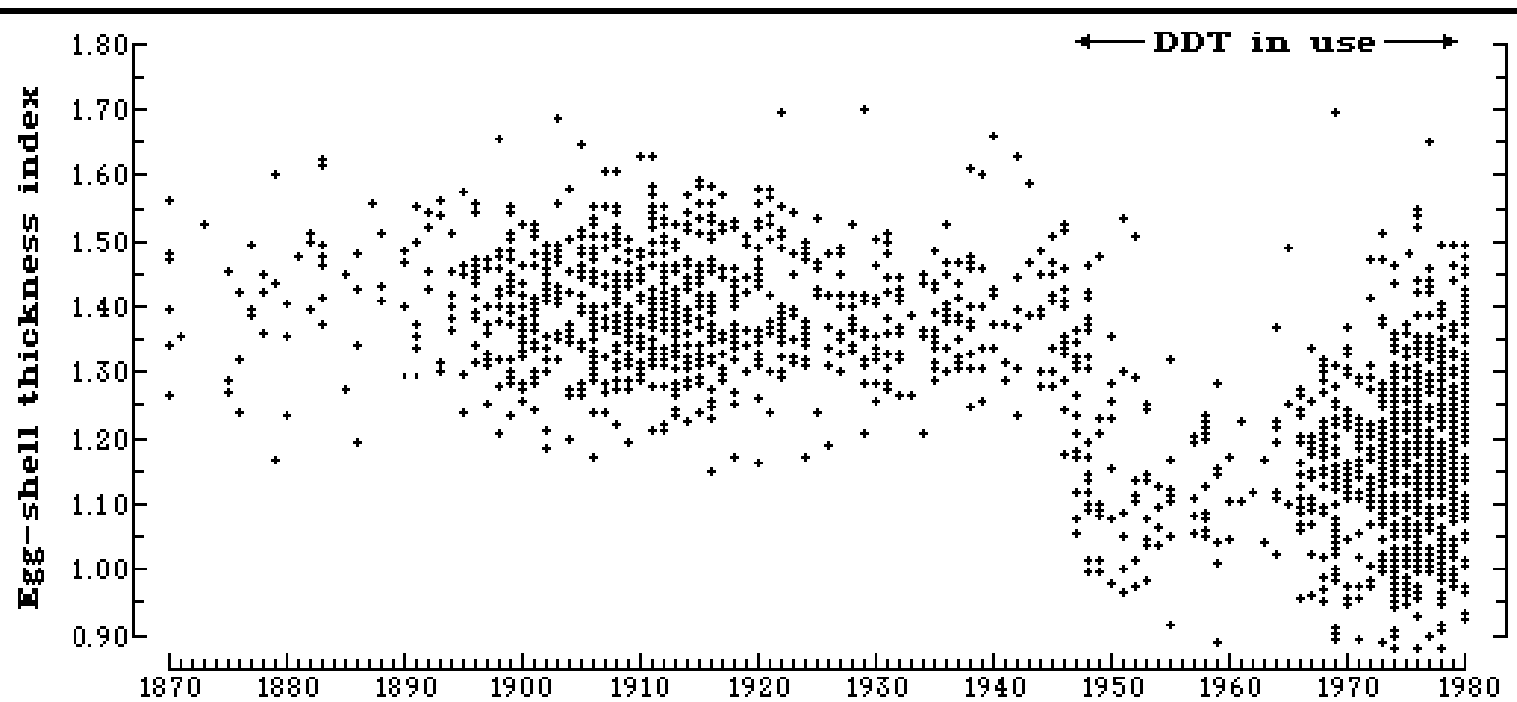
WHO 881110

Relationship between mean clutch shell thickness and DDE residue of American kestrel eggs collected in Ithaca, New York during 1970 (●) and the same relationship experimentally induced with dietary DDE (x). From: Lincer (1975).



Vztah mezi průměrnou tloušťkou skořepky snůžky a reziduem DDE ve vejcích poškozené sbíraných v Ithace, New York v r. 1970 (●) a stejný vztah zjištěný pomocí pokusu s DDE podávaným v potravě (x).

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí



WHO 881111

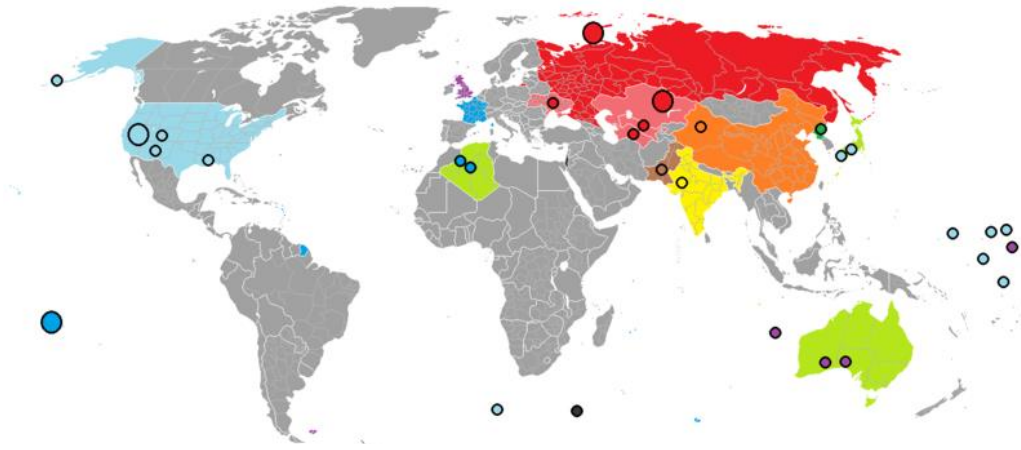
Shell thickness index of British sparrowhawks, 1870-1980. Shells become thin abruptly from 1947, coincident with the widespread introduction of DDT in agriculture. Each spot represents the mean shell-index of a clutch, and more than 1000 clutches have been represented from all regions of Britain. Shells were made available for measurement from museums and private collections. From: Newton & Hass (1984).

Index tlouý ky vaje ných sko ápek u britských krahujc v letech 1870-1980. Tlouý ka prudce poklesla od r. 1947, v dob kdy doýlo k ploýnému zavedení DDT v zem d lství.

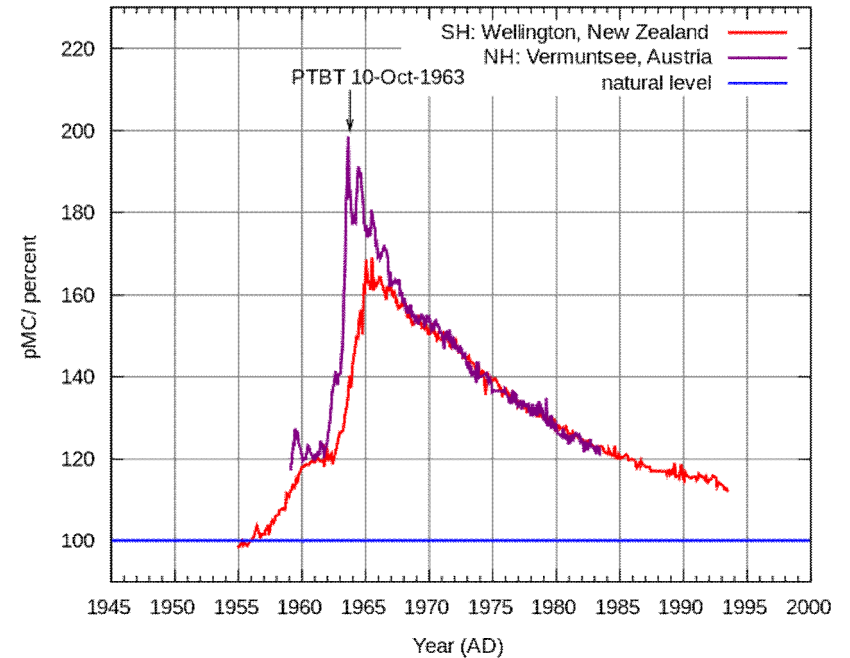
Kaýdá te ka p edstavuje pr m rný index pro jednu sn ýku, vzorek obsahuje p es 1000 sn ýek ze výech oblastí Velké Británie. Sko ápky byly poskytnuty pro m ení muzei i soukromými sbírkami. Podle Newton & Hass (1984).

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí

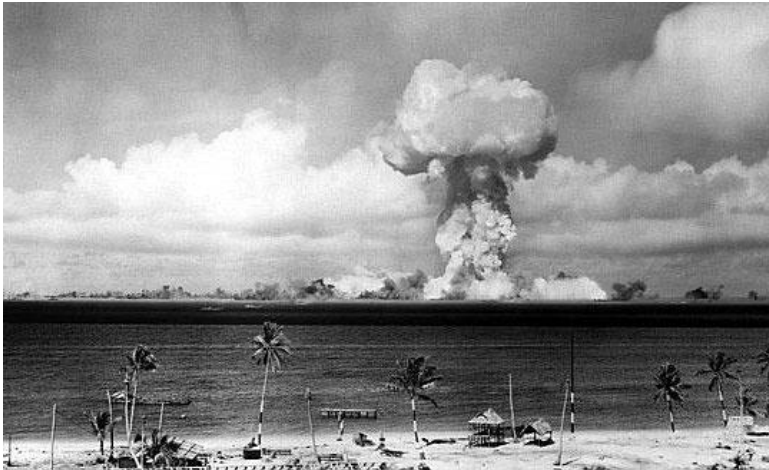
Radioaktivita: Kontaminace atmosféry nasazením, resp. testováním jaderných zbraní



Místa kde došlo k explozi jaderné bomby a zodpovědné státy (ve stejné barvě koleček, velikost koleček značí relativní počet jaderných explozí, světle zelené jsou jiné státy na jejich území k explozím došlo) (zdroj: Wikipedia, autor: Palli3000)



Relativní změny koncentrace atmosférického radioaktivního uhlíku (poměr $^{14}\text{C}:^{12}\text{C}$) v letech 1954 až 1993 na severní (Vermuntsee, Rakousko) a jižní (Wellington, Nový Zéland) polokouli (zdroj: Wikipedia, autor: Hokanomono)



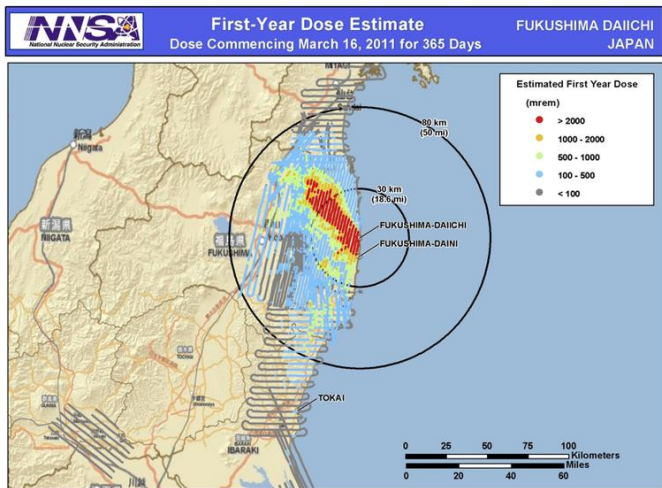
Detonace jaderné bomby Abel v rámci operace Crossroads armády USA v r. 1946 na tichomořském atolu Bikini (zdroj: Wikipedia, autor: U.S. Navy)

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí

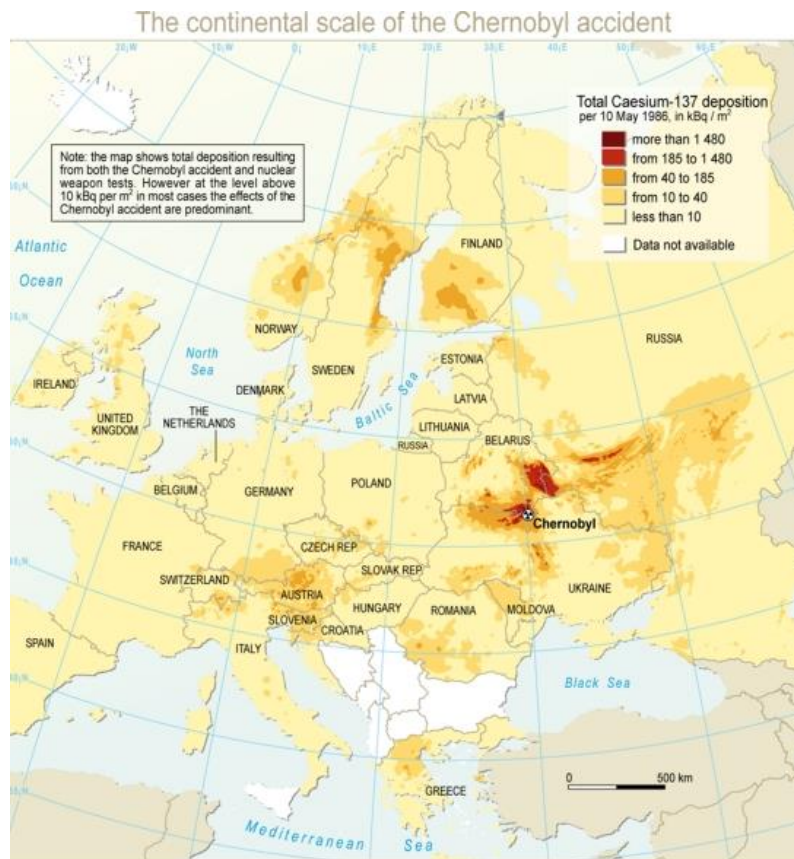
Radioaktivita: Kontaminace prostředí vlivem havárií jaderných elektráren



Pohled na Chernobyl (jaderná elektrárna v pozadí) ze střechy obce Prip'yat (zdroj: Wikipedia, foto: Jason Minshull, rok?)



Potenciální roční dávka radioaktivity, které by byli obyvatelé vystaveni při setrvání v dané oblasti po havárii jaderné elektrárny u Fukuzimy (Japonsko) v březnu 2011. (zdroj: Wikipedia, autor: US Department of Energy)



Source: European Commission, Joint Research Center, Environment Institute; Institute of Global Climate and Ecology (Moscow); Roshydromet (Russia); Minchernobyl (Ukraine); Belhydromet (Belarus). Atlas of Caesium Deposition on Europe after the Chernobyl Accident, 1998.

Map by UNEP/GRID-Arendal, May 2007.

THE MAP DOES NOT IMPLY THE EXPRESSION OF ANY OPINION ON THE PART OF ENVSEC PARTNER ORGANISATIONS CONCERNING THE LEGAL STATUS OF ANY COUNTRY, TERRITORY, CITY OR AREA OF ITS AUTHORITY, OR DELINEATION OF ITS FRONTIERS AND BOUNDARIES.

Celková depozice Caesia-137 po havárii jaderné elektrárny v Chernobylu v květnu 1986 (poločas rozpadu cca 30 let) (Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. The continental scale of the Chernobyl accident. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2007.)

Dostupné na: <http://maps.grida.no/go/graphic/the-continental-scale-of-the-chernobyl-accident>.)

Krátkodobé riziko představoval Jod-131 (poločas rozpadu 8 dní).

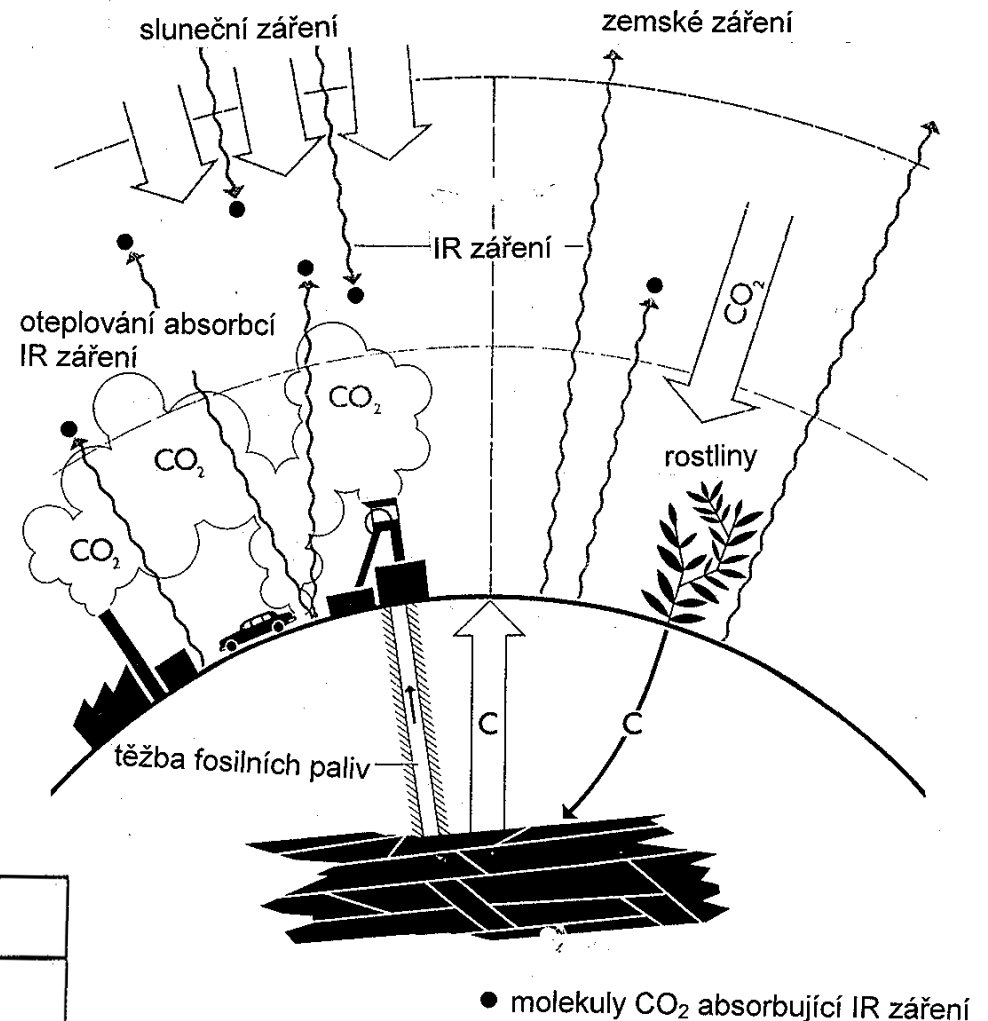
J. Schlaghamerský: Ochrana prírody - degradácia biotopov znečistením prostredím

Radioaktívne zamožené oblasti bývalého Sovietskeho zväzu



Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Nuclear energy is not a clean alternative The legacy of the Soviet Union's nuclear activities. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2009. Dostupné na: <http://maps.grida.no/go/graphic/nuclear-energy-is-not-a-clean-alternative-the-legacy-of-the-soviet-union-s-nuclear-activities>.

Globální oteplování: Skleníkový efekt



Podíl plynů na přirozeném skleníkovém efektu

Plyn	Účinnost [%]
vodní pára	62
oxid uhličitý	22
troposférický ozon	7
oxid dusný	4
metan	2,5
ostatní plyny	2,5

Zdroj: Ahlheim, K.-H. (ed., 1981): Wie funktioniert das? Die Umwelt des Menschen. 2. vydání. Bibliographisches Institut, Mannheim, Wien, Zürich - upraveno

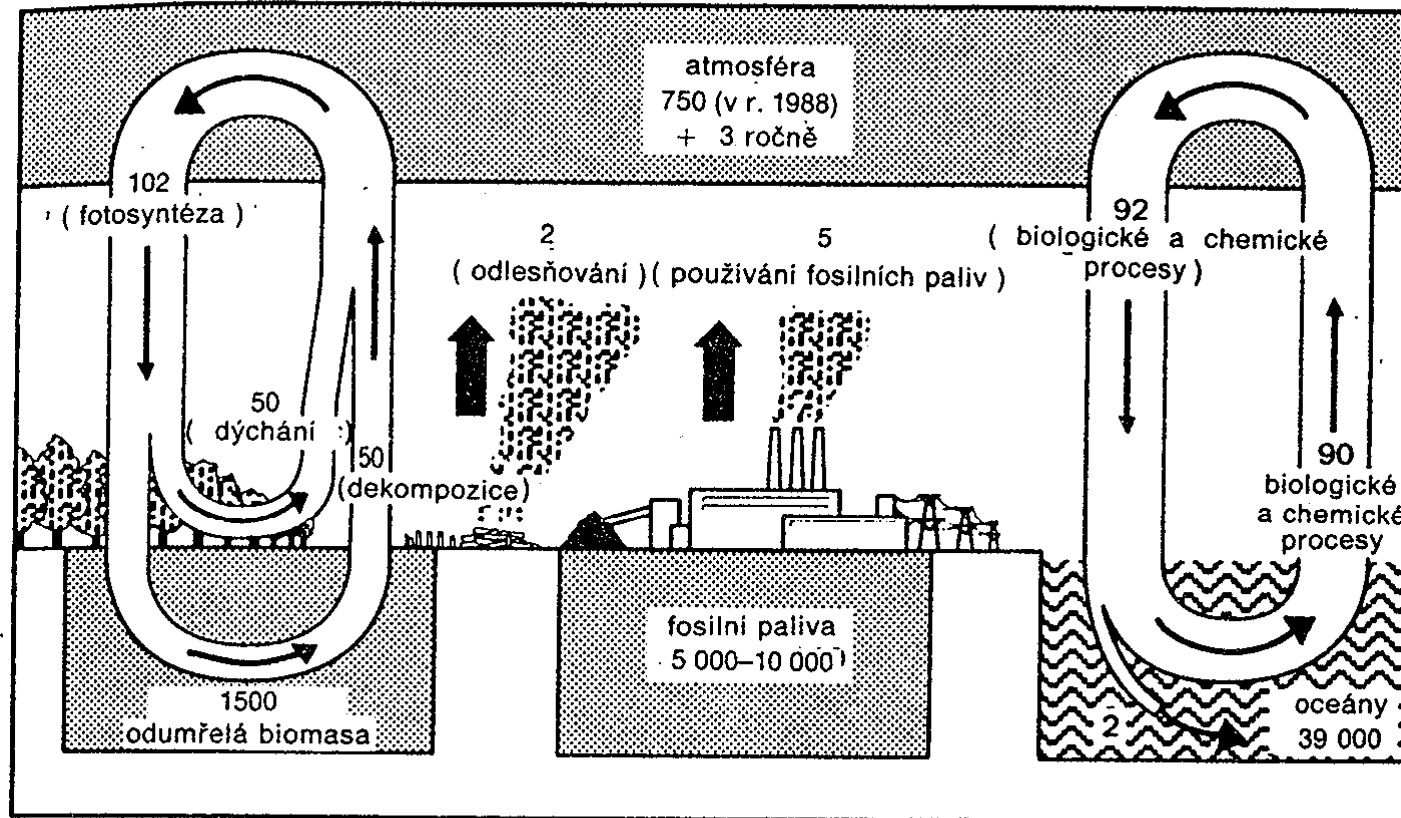
Globální oteplování: Skleníkový efekt

Přírozená a nepřírozená produkce skleníkových plynů

Plyn	Přírozená produkce	Nepřírozená produkce
oxid uhličitý	dýchání rostlin a živočichů, rozklad organických látek v půdě, zvětrávání, vulkanická činnost, uvolňování z oceánů	spalování fosilních paliv, odlesňování a vypalování lesů (tropy) a půdní eroze
metan	v mokřadech jako bahenní plyn, tlení, vulkanická činnost	těžba zemního plynu a uhlí, pěstování rýže, chov dobytka, skládky odpadů
oxid dusný	uvolňování z oceánu, pochody v atmosféře, přírodní lesní požáry	spalování fosilních paliv, hnojení dusíkatými hnojivy

Globální oteplování

Globální koloběh uhlíku



Obr. 1.3 Schematické znázornění uhlíkového cyklu zobrazující hlavní rezervoáry a toky. Hmotnostní údaje jsou v Gt uhlíku (rezervoáry) a v Gt za rok (toky). Odhady jsou převzaty z materiálů IPCC a obrázek vychází z kresby S. Schneidera uveřejněné v časopise Scientific American, prosinec 1989.

Zdroj: Legget, E. (1992): Nebezpečí oteplování Země. Academia, Praha

Globální oteplování

Celkový obsah uhlíku na Zemi: cca 40 000 Gt (mdl. t).

Z toho:

“ 35-38 000 Gt rozpustný anorg. C v mořských hlubinách

“ 3 000 Gt rozpustný org. C v mořských hlubinách

“ 600 Gt v horních vrstvách oceán

“ 750 Gt v atmosféře (odpovídá cca 353 ppm C; cca. r. 1990)

“ 800 Gt v živých organismech, zcela převážně v rostlinách (80-90 % lesy)

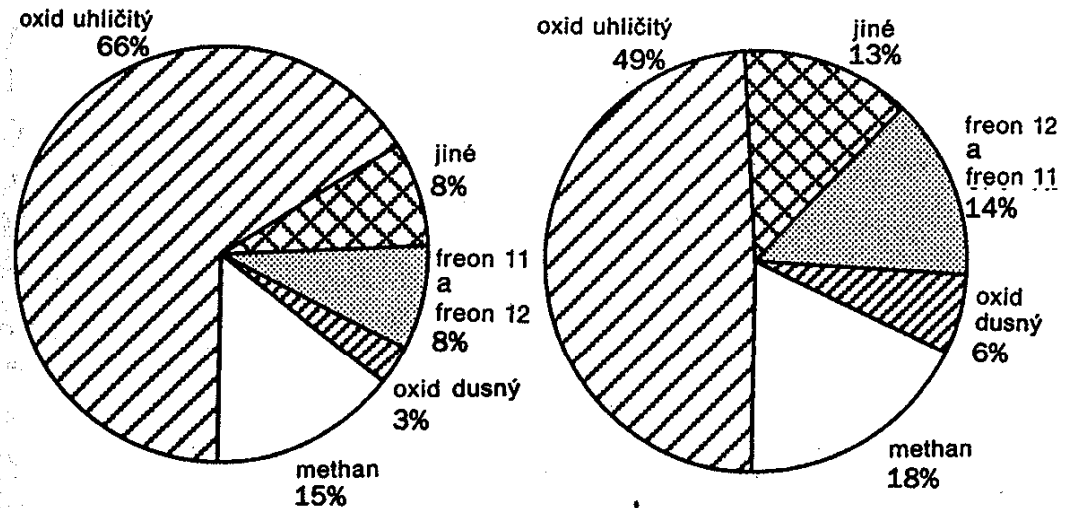
“ přes 1000 Gt odumřelé biomasy (humus, rašelina)

Obrát veškerého C v atmosféře 1 x za 300 let (rostlinami)

Tabulka 1.2 Obsah uhlíku v různých složkách klimatického systému (Gt)

CO ₂ v současném ovzduší	750
CO ₂ v předindustriálním ovzduší	575
Současná roční produkce způsobená spalováním fosilních paliv	> 5
Současná roční produkce způsobená odlesňováním	2
Obsah uhlíku v rostlinstvu	560
Uhlík ve využitelných ložiscích uhlí a ropy	4 000
Uhlík ve výhledově využitelných zásobách fosilních paliv	5 000–10 000

Globální oteplování



Obr. 4.1 Procentuální podíl různých skleníkových plynů na globálním oteplení. a) 1880–1980, b) 80. léta. „Ostatní“ zahrnuje troposférický ozón, halogenované uhlovodíky a stratosférickou vodní páru. Pramen: D. A. Lashof and D. A. Tirpak (eds.), Policy Options for Stabilizing Global Climate, Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1989.

Tabulka 1.4 Snížení emisí nutné pro udržení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře na současné úrovni

Skleníkový plyn	Snížení o (%) odhad IPCC	Snížení o (%) odhad EPA
CO ₂	větší než 60	50–80
CH ₄	15–20	10–20
N ₂ O	70–80	80–85
freon 11	70–75	75–100
freon 12	75–85	75–100
HCFC-22	40–50	nebylo udáno

Freony (chloro-fluorované uhlovodíky) vedou v atmosféře především ke vzniku ozónových dír nad póly, působí ale také jako skleníkové plyny.

Globální oteplování

Tabulka 14.1 Rozdělení emisí methanu podle zdrojů ($Tg = 10^{12}$ gramu nebo 10^6 tun)

	Lashof/Tirpak	Watson a kol.
Přírodní zdroje (mokřiny)	115–345	100–200
Pěstování rýže	60–170	25–170
Domácí zvířata	65–100	65–100
Těžba fosilních paliv	50– 95	40–100
Spalování biomasy	50–100	20– 80
Skládky	30– 70	20– 70
Termity		10–100
Světové vodstvo		6– 45
Rozklad hydrátů methanu		0–100

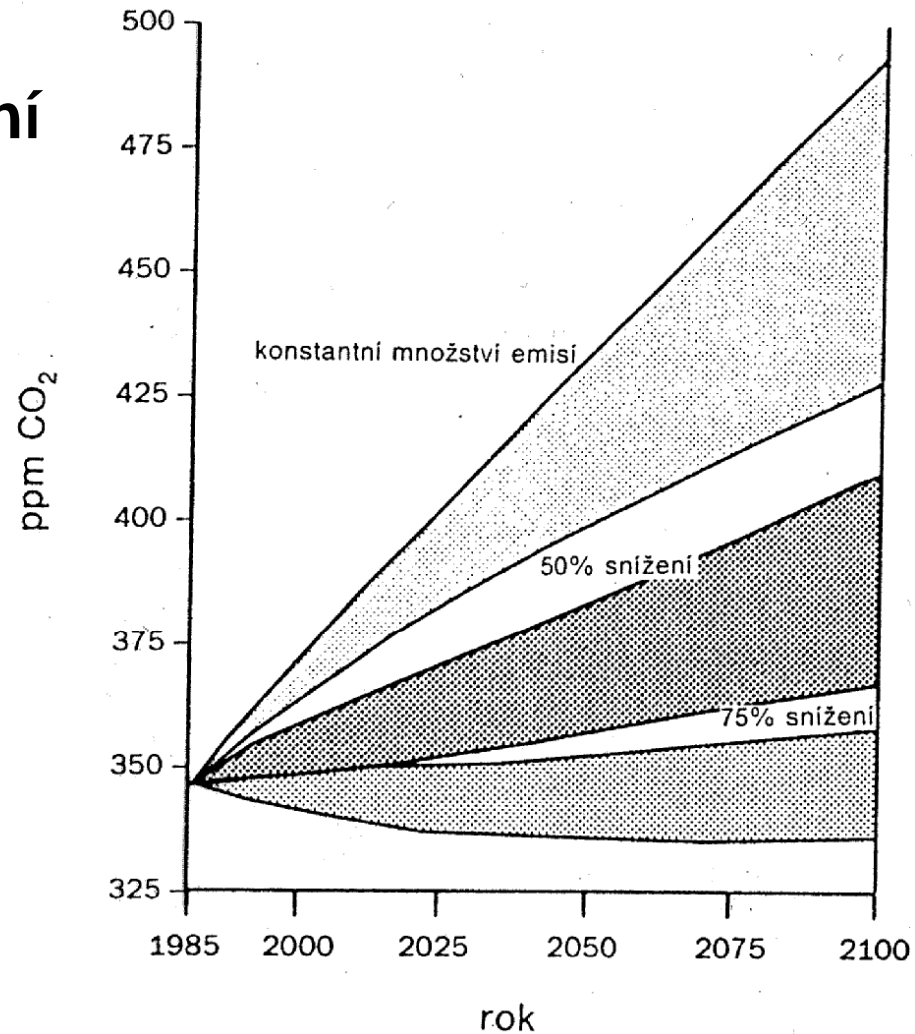
Pramen: D. A. Lashof, D. A. Tirpak (vydav.): Policy Options for Stabilizing Global Climate (EPA, Washington, DC); Watson a kol., pracovní komise č. 1 při IPCC: Greenhouse Gases and Aerosols, hodnocení pro pracovní komisi č. 1 při IPCC ze dne 25. dubna 1990.

Globální oteplování

Tabulka 14.4 Odhadované zdroje a prostředky destrukce oxidu dusného (v Tg dusíku ročně)

Zdroj	
Užívání fosilních paliv	0,1 – 0,3
Oceány	1,4 – 2,6
Půdy (tropické lesy)	2,2 – 3,7
(lesy mírného pásu)	0,7 – 1,5
Pálení biomasy	0,02– 0,2
Hnojiva/podzemní voda	0,01– 2,2
Celkem	4,4 – 10,5
Prostředky	
Půda	?
Fotolýza ve stratosféře	7–13
Roční přírůstek	3–4,5

Globální oteplování



Obr. 1.6 Vliv 50% a 75% omezení globálních emisí CO₂ na koncentraci atmosférického CO₂ ve srovnání se zachováním emisí na úrovni r. 1985 (5,9 miliard tun uhlíku ročně). Rozptýlení hodnot je způsobeno použitím dvou různých modelů pohlcování CO₂ oceány.

Zdroj: Legget, E. (1992): Nebezpečí oteplování Země. Academia, Praha

J. Schlaghamerský: Ochrana přírody - degradace biotopů znečištěním prostředí

Globální oteplování

Rámcová úmluva o změně klimatu (Framework Convention on Climate Change)

1992: předložena k podpisu na konferenci UNEP, Rio de Janeiro (podepsalo 155 států)

1993: přistoupila ČR

1994: vstoupila v platnost (ratifikovalo 50 států)

1996 . léto: ratifikovalo cca 160 států

2015: ratifikovalo 197 stran (zpravidla suverénních států)

Rozvinuté země se mají snažit o stabilizaci koncentrace skleníkových plynů v atmosféře na úrovni, která není nebezpečná celkovému stavu klimatického systému (referenční rok je 1990). Rozvinuté státy se zavazují poskytovat finanční zdroje pro potřeby rozvojových zemí při plnění úmluvy a to zvláště těm, které jsou změnou klimatu nejvíce postiženy. Stálý sekretariát Úmluvy je v Bonnu (Německo).



Rio de Janeiro, Foto: Jens Hausherr, Hamburg (D), Wikimedia Commons

Globální oteplování

Nárůst obsahu C (zcela převážně jako CO₂) v atmosféře vlivem lidské činnosti:

1850-1950: uvolněno do atmosféry navíc 180 Gt C

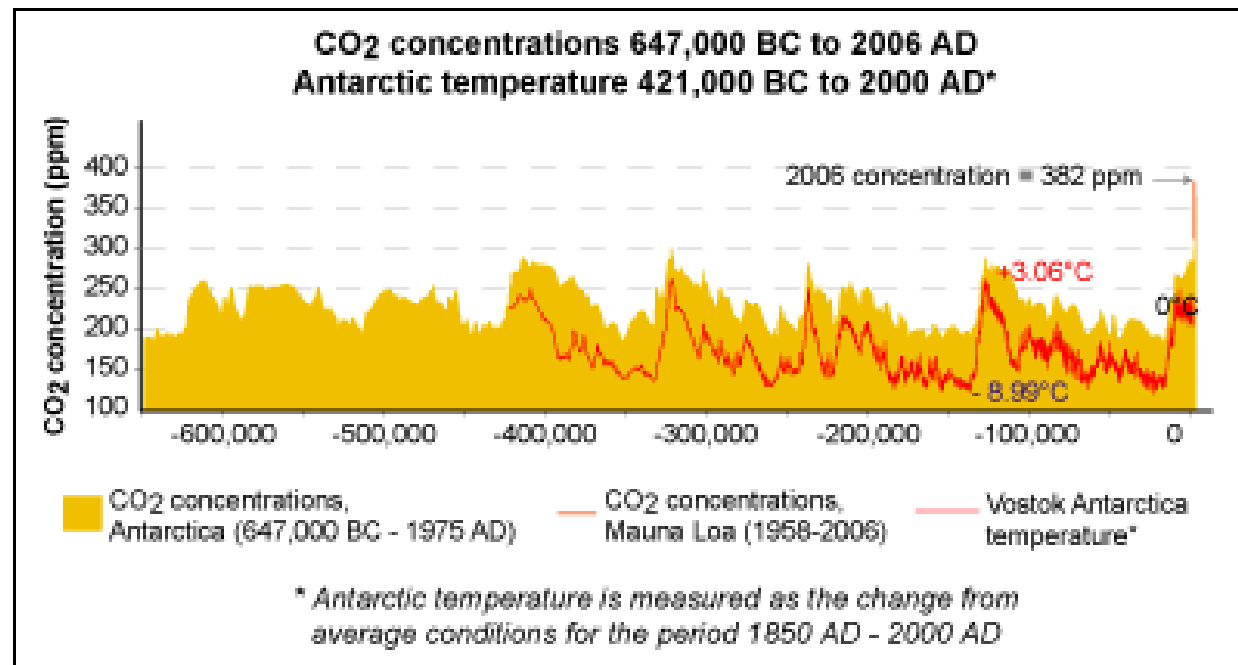
(z toho cca 150 Gt ze spalování fosilních paliv),

z toho asi 1/2 absorbována oceány

(podíl mýcení trop. lesů, ohnání v. oxidace org. C z půdy (humusu) vystavené slunci)

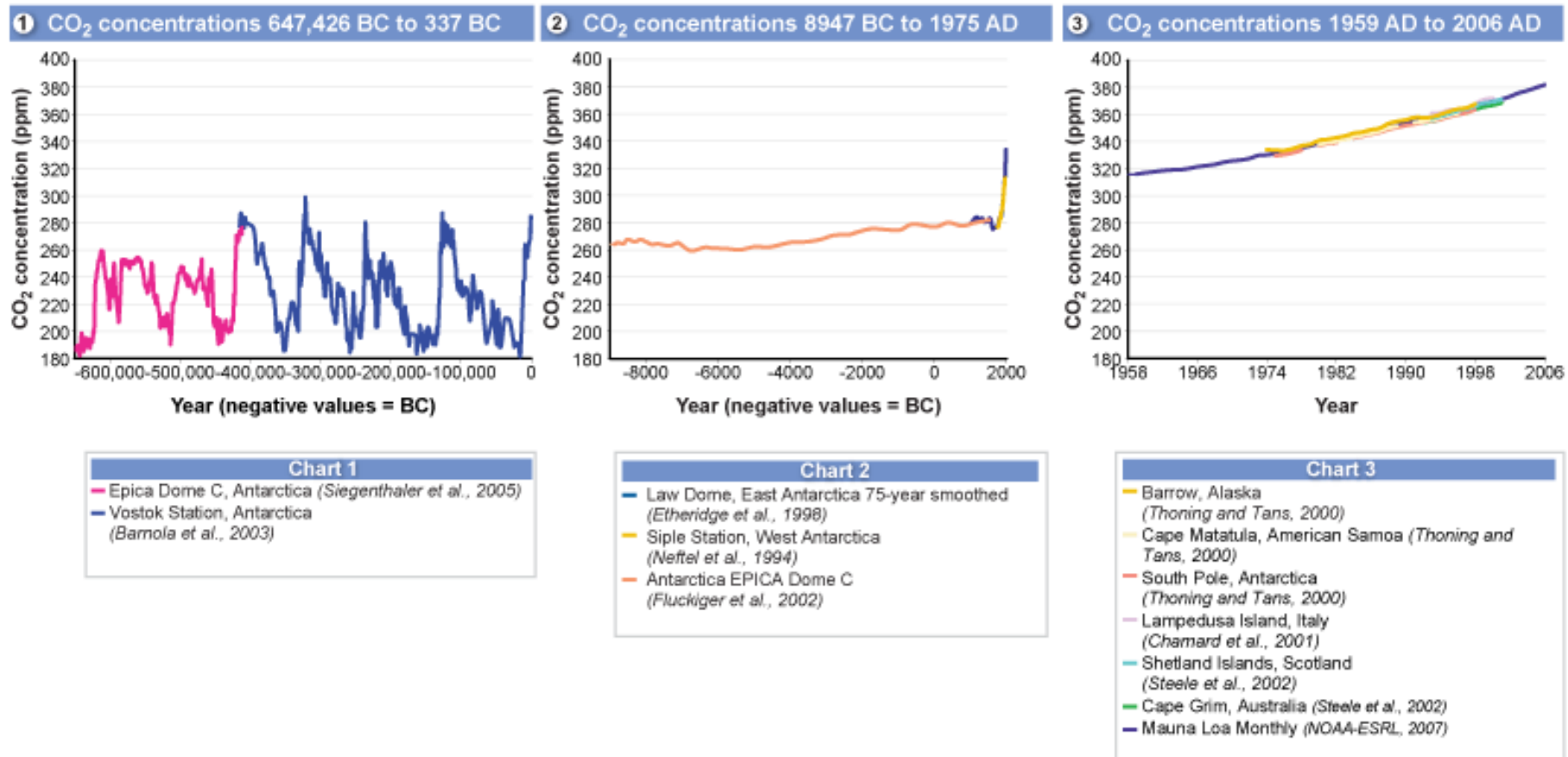
**Růst koncentrace C
v atmosféře:**

1850:	290 ppm
1960:	310 ppm
1980:	330 ppm
1990:	353 ppm
2006:	382 ppm
2018:	407 ppm



Průměrná zemská teplota je v současné době o 0,3 – 0,6 °C vyšší než v předindustriální éře.

Globální oteplování: nárůst koncentrace CO₂ v atmosféře



Pozor na r - zná - asová období na ose x!

(Nehodí-li se nám určitý trend, zvolíme vhodnější časovou osu, případně jiný rozsah hodnot na ose y)

Globální oteplování: nárůst koncentrace CH₄ v atmosféře

4 CH₄ concentrations 648,679 BC to 346 BC

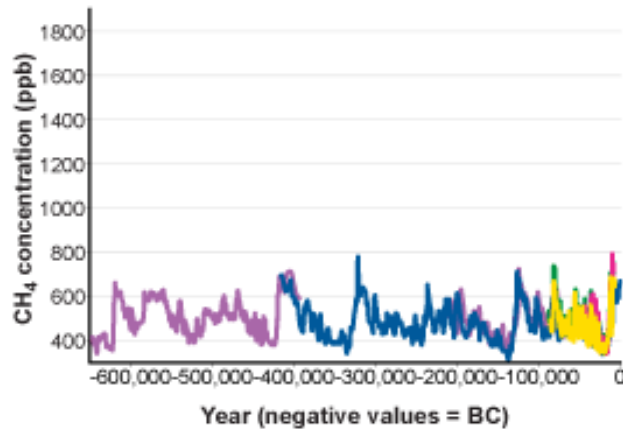


Chart 4

- Vostok Antarctica ice core (*Petit et al., 2001*)
- Greenland GRIP ice core (*Blunier and Brook, 2001*)
- Greenland GISP2 ice core (*Blunier and Brook, 2001*)
- Antarctica Byrd Station ice core (*Blunier and Brook, 2001*)
- EPICA Dome C Antarctica (*Spahni et al., 2005*)

5 CH₄ concentrations 8945 BC to 1980 AD

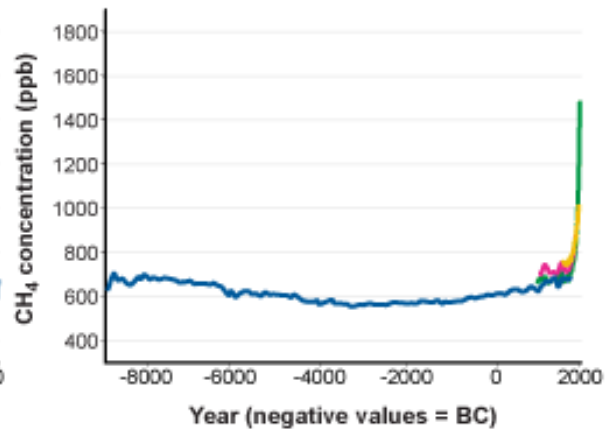


Chart 5

- Law Dome Antarctica (*Etheridge et al., 2002*)
- Various Greenland locations (*Etheridge et al., 2002*)
- Greenland Site J (*WDCGG, year unknown*)
- Antarctica (*Fluckiger et al., 2002*)

6 CH₄ concentrations 1985 AD to 2001 AD

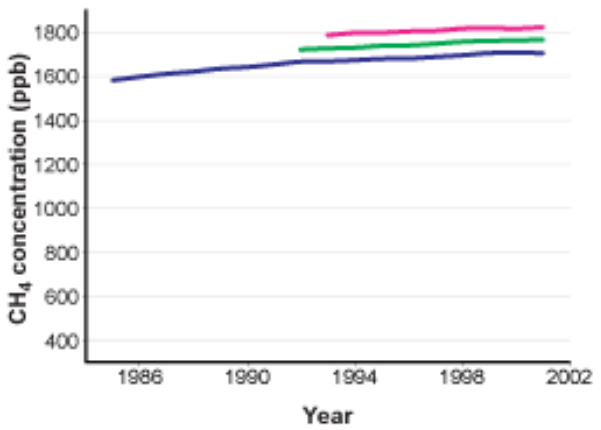
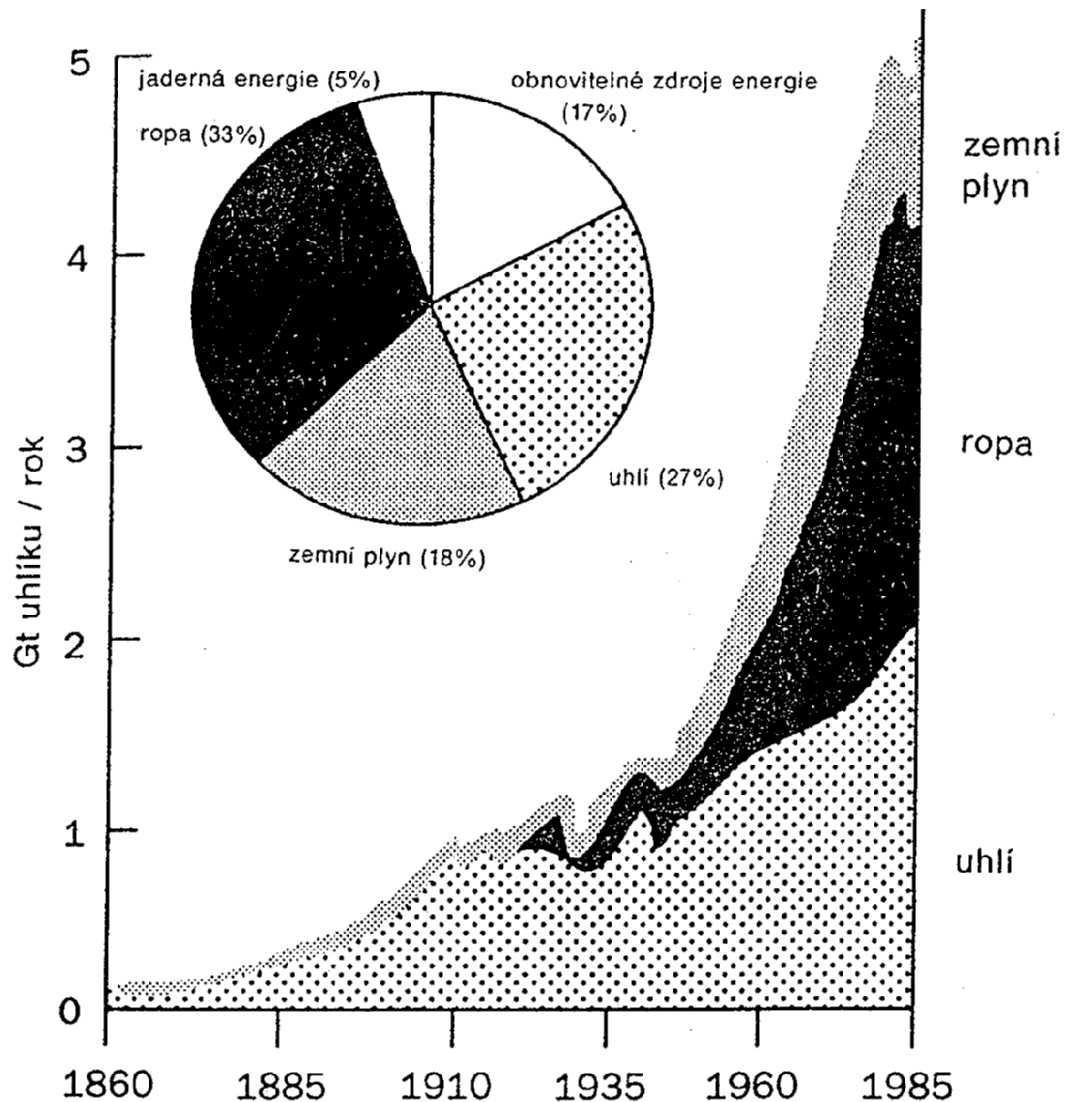


Chart 6

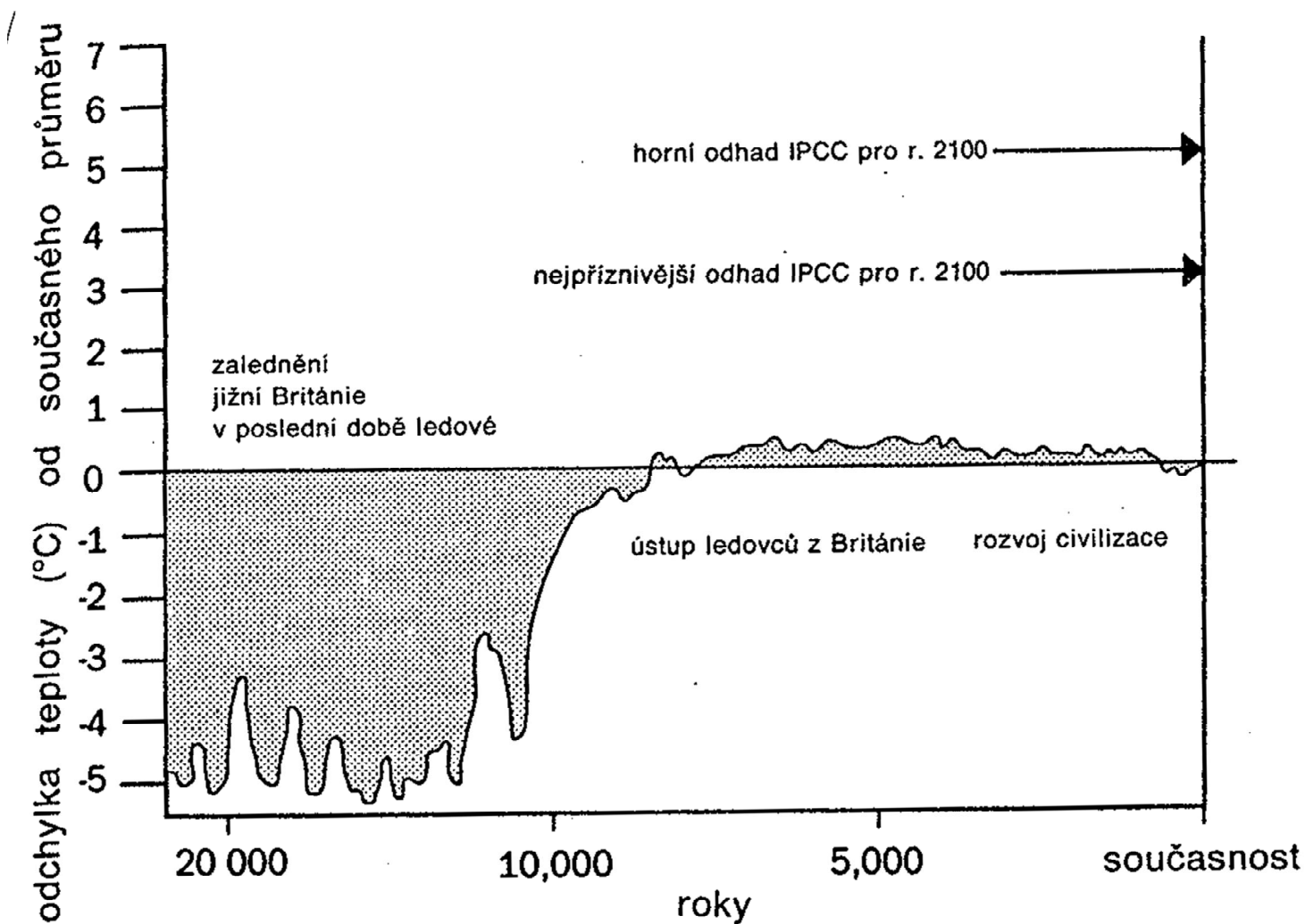
- Cape Grim, Australia (*Steele et al., 2002*)
- Shetland Islands, Scotland (*Steele et al., 2002*)
- Mauna Loa, Hawaii (*Steele et al., 2002*)

Globální oteplování



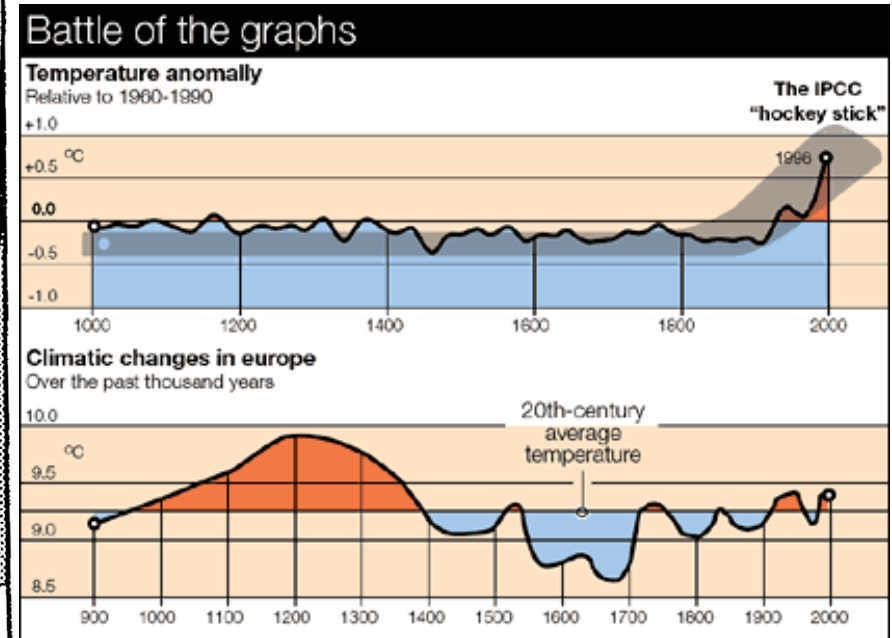
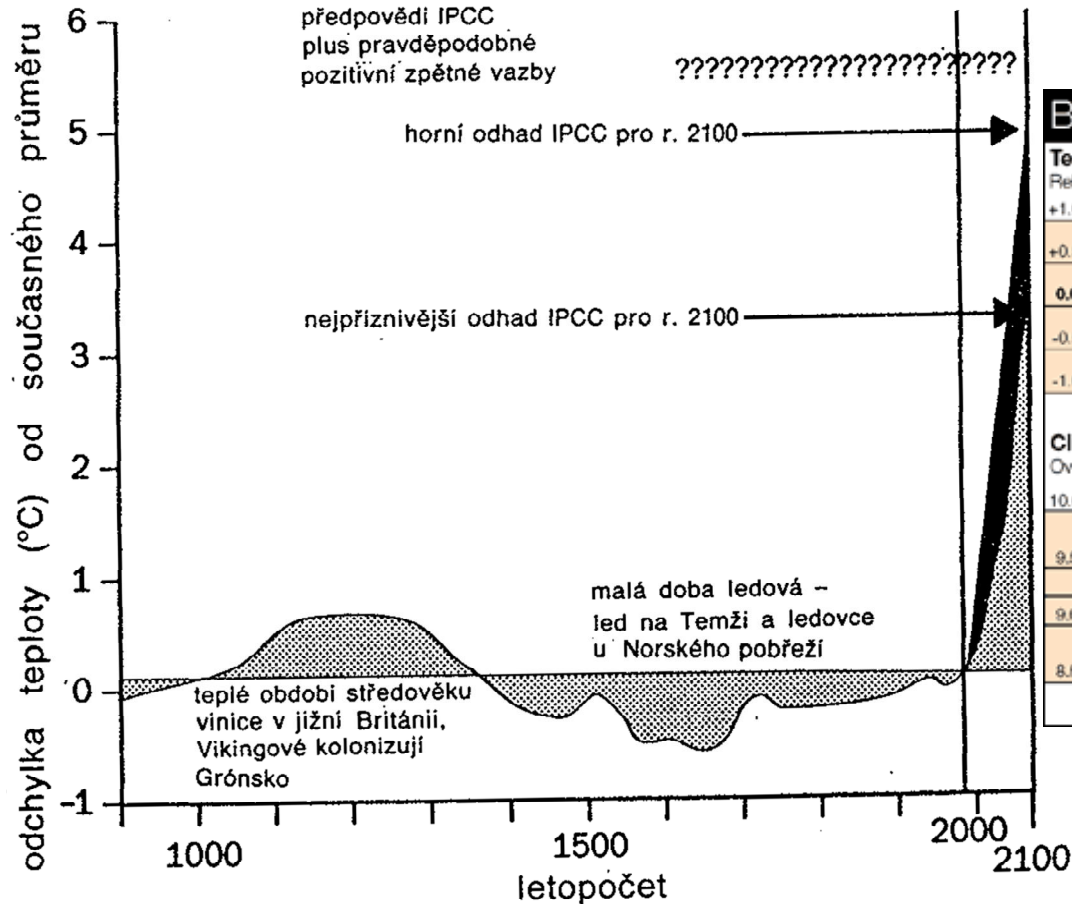
Obr. 1.5 Růst spotřeby fosilních paliv od průmyslové revoluce a současná světová spotřeba energie podle zdrojů.

Globální oteplování



Průběh globální průměrné teploty za posledních 20 tisíc let

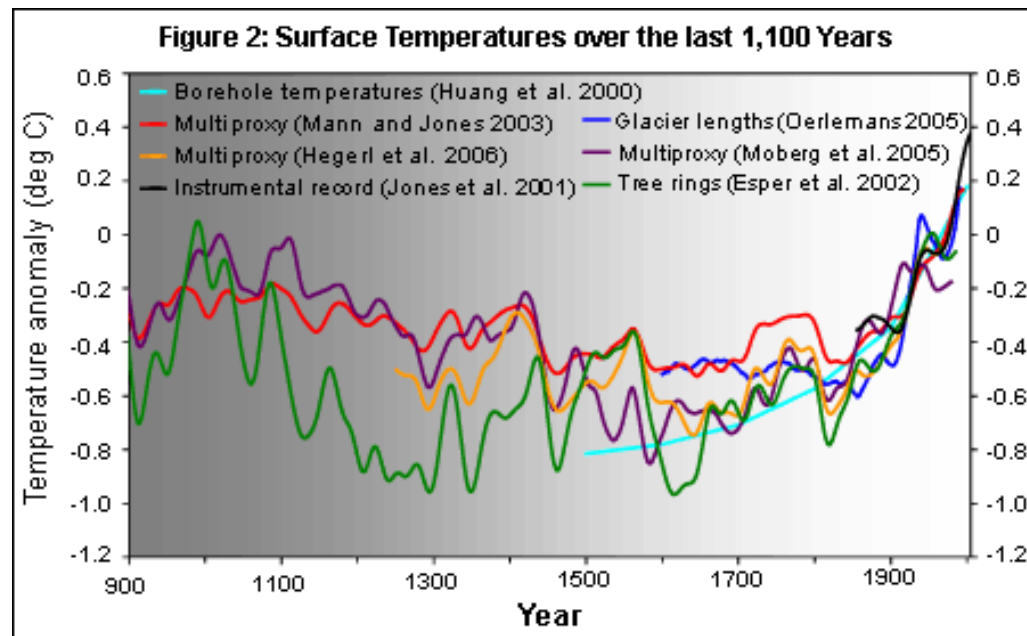
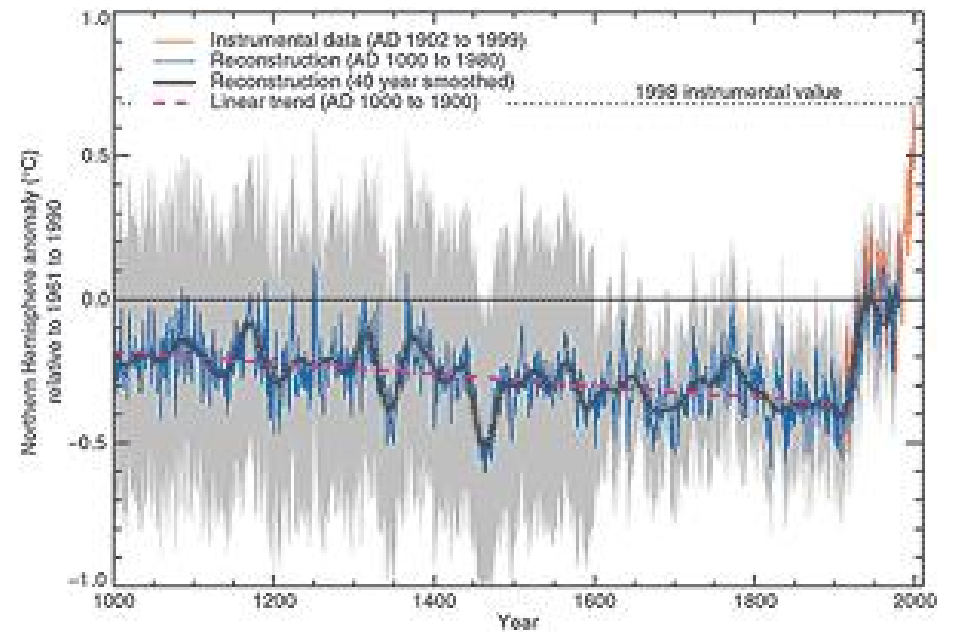
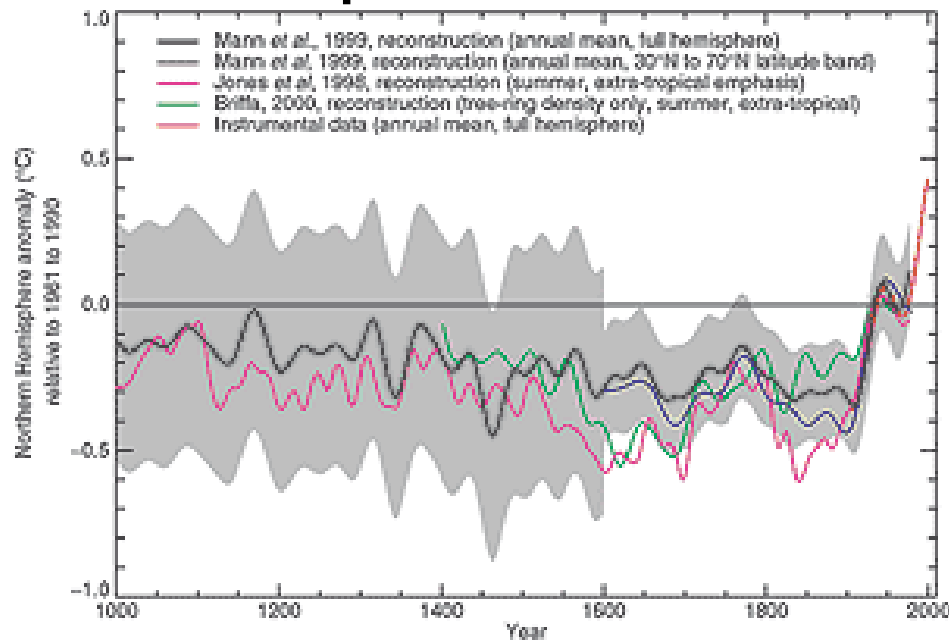
Globální oteplování



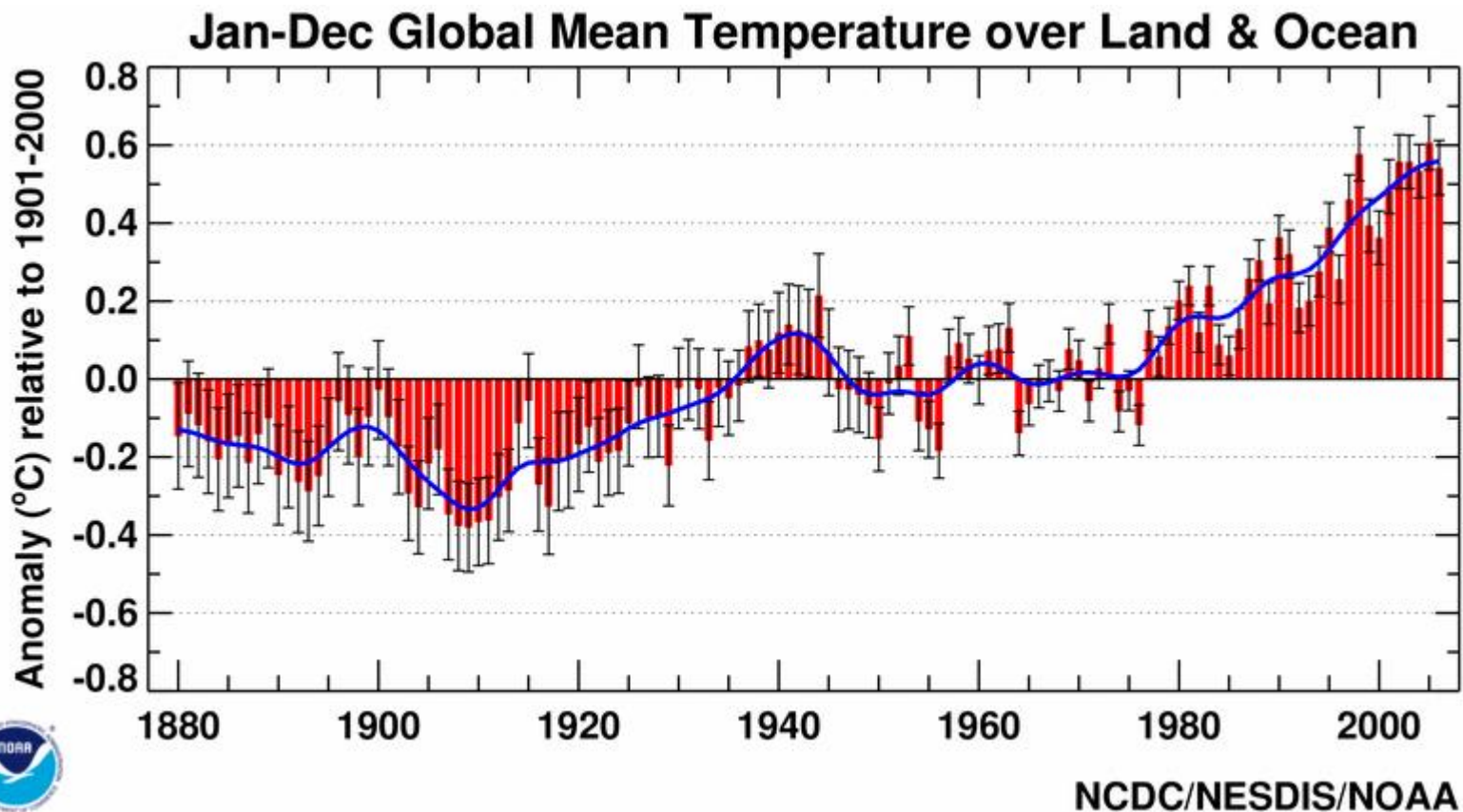
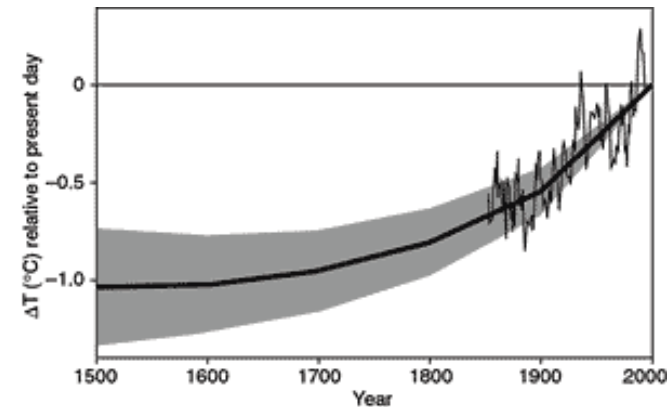
O zpusobu znázornění vývoje průměrné teploty a v rohodnosti použitých dat a modelů se strhl v 90. letech velký odborný-politický spor (s hokejkou).

Průběh teploty během posledního tisíciletí a očekávaný růst teploty v 21. století

Globální oteplování

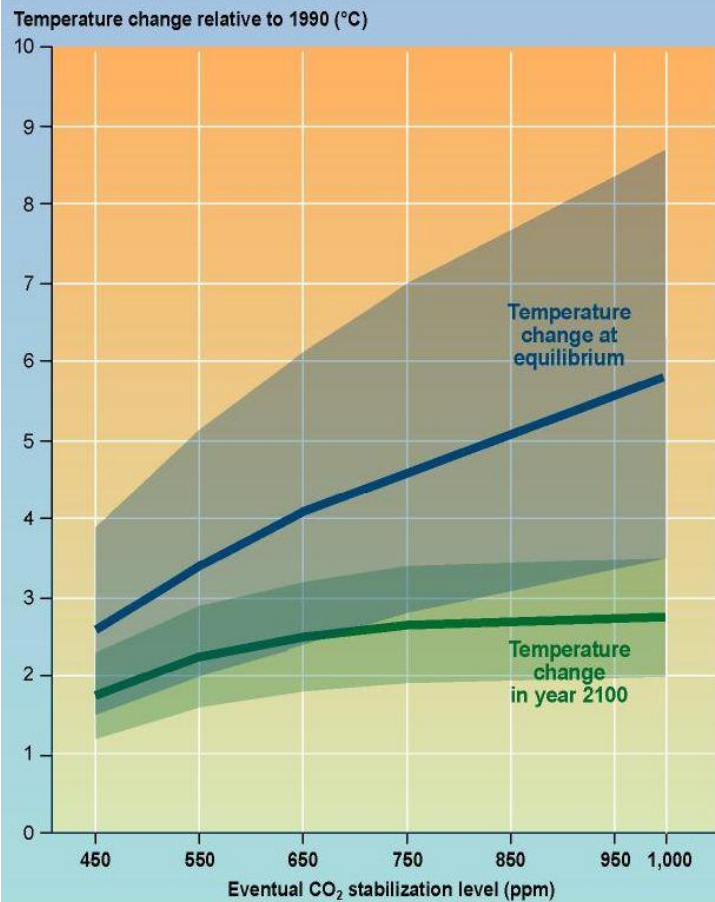


Globální oteplování

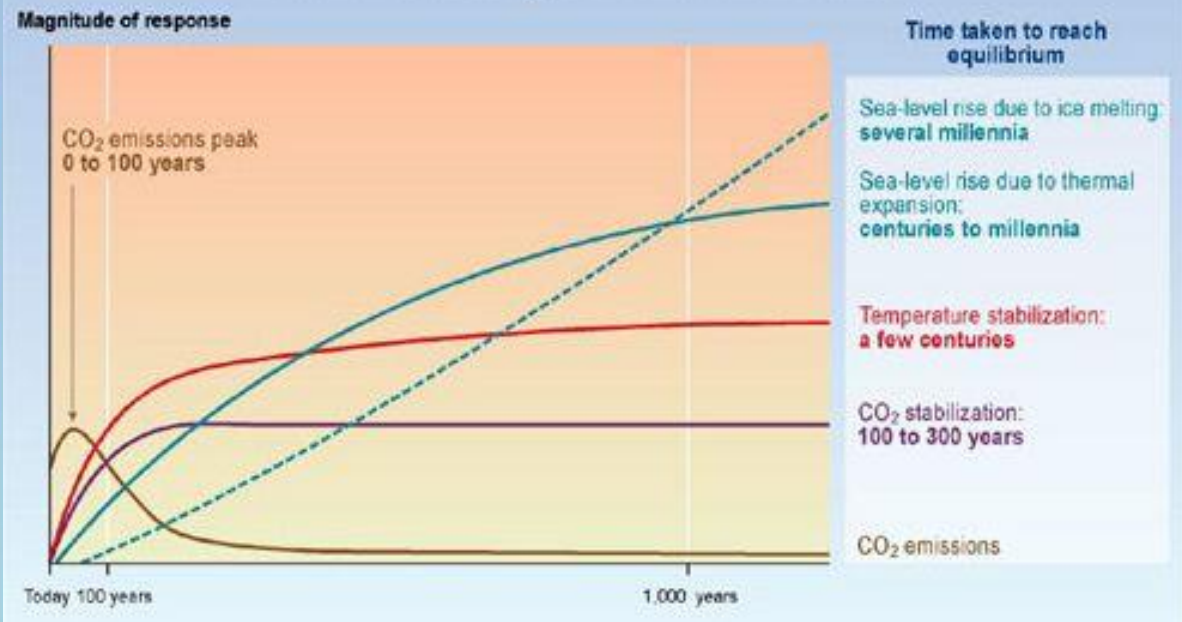


Globální oteplování

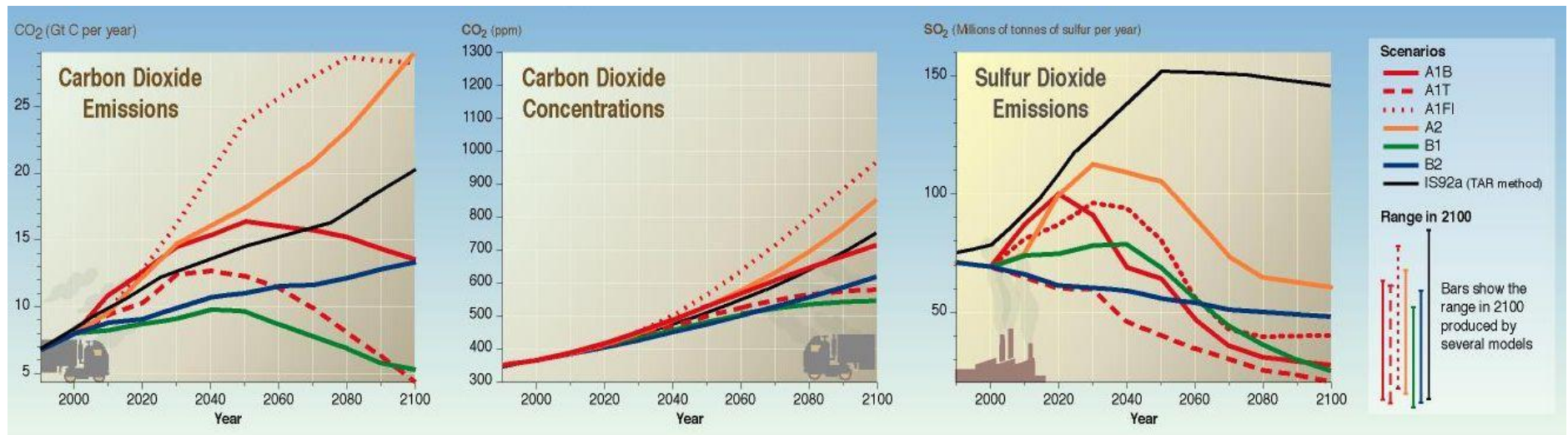
There is a wide band of uncertainty in the amount of warming that would result from any stabilized concentration of greenhouse gases



CO₂ concentration, temperature, and sea level continue to rise long after emissions are reduced



Globální oteplování: alternativní scénáře a vývoje emisí a koncentrací CO₂ a emisí SO₂ do ovzduší



Pozor: emise SO₂ samy o sob nevedou ke globálnímu oteplování (SO₂ není skleníkovým plynem), působením jako kondenzační jádra v atmosféře mohou molekuly oxidu siřičitého zvyšovat oblačnost a globální oteplování spíše zmírnit (ovšem za cenu další acidifikace, smogových situací atd.).

Tabulka 1.3 Hlavní zpětné vazby skleníkového jevu (Zdroj: Zpráva IPCC a dále Lashof: Climatic change, 1989, vol. 14)

	Znaménko vazby (+ nebo -)	Uvažována ve složitých modelech (GCM)	Poznámka
Vodní pára	+	ano	empiricky potvrzena satelity
Led a sníh	+	ano	poměrně dobře prostudována
Oblaka	neznámo	ano	v současnosti je zápornou zpětnou vazbou; potenciálně představuje nejsilnější zpětnou vazbu při globálním oteplování*
Troposférické chemické procesy	neznámo	ne	potenciálně + vazba díky odčerpávání hydroxylového radikálu OH
Aerosolové částice	neznámo	ne	DMS produkovaný fytoplanktonem
Teplota oceánu	+	ano	základní nejistota je v časovém měřítku
Cirkulace oceánu	+	nejnověji ano	potenciálně mohutná a velmi rychlá
Rychlost výměny plynů mezi oceánem a atmosférou	neznámo	ano	patrně nevýznamná
Oceánický biochemický cyklus	neznámo	ne	patrně + vazba
Hnojení CO ₂	neznámo	ne	krátkodobě asi - vazba
Eutrofizace/ toxifikace	-	ne**	
Teplota a respirace rostlin	+	nejnověji ano	potenciálně mohutná
Půdní vlhkost	+ -	ano	znaménko závisí na srážkách a zeměpisné šířce
Distribuce vegetace	neznámo	ne	potenciálně + vazba
Albedo vegetace	+	nejnověji ano	pravděpodobně významná na konci doby ledové***
UV-záření a fytoplankton	+	ne	velké nejasnosti, patrně mohutná

Tabulka 1.3 (pokračování)

	Znaménko vazby (+ nebo -)	Uvažována ve složitých modelech (GCM)	Poznámka
UV-záření a suchozemské organismy	+	ne	rostoucí důležitost s velikostí suchozemského uhlíkového propadu
Rýžová pole	+	ne	půdní vlhkost je neznámou s rozhodujícím vlivem****
Přirozené mokřady	+	ne	patrně nevýznamná****
Methan v permafrostu	+	ne	budoucí hladina spodní vody je hlavní neznámou
Organická hmota v permafrostu	+	ne	mohutnost dána půdní teplotou
Hydráty methanu v permafrostu	+	ne	patrně pomalá, ale mohutná dlouhodobá vazba
Hydráty methanu při mořském pobřeží	+	ne	časově neurčitá, nejspíš mohutná; nevylučuje se rychlá odezva

* Řada vlastností oblačnosti, jako je množství, výška a vodní obsah, se může změnit v průběhu globálního oteplování. Jsou však spolu příliš propojeny, aby mohly být považovány za nezávislé zpětné vazby.

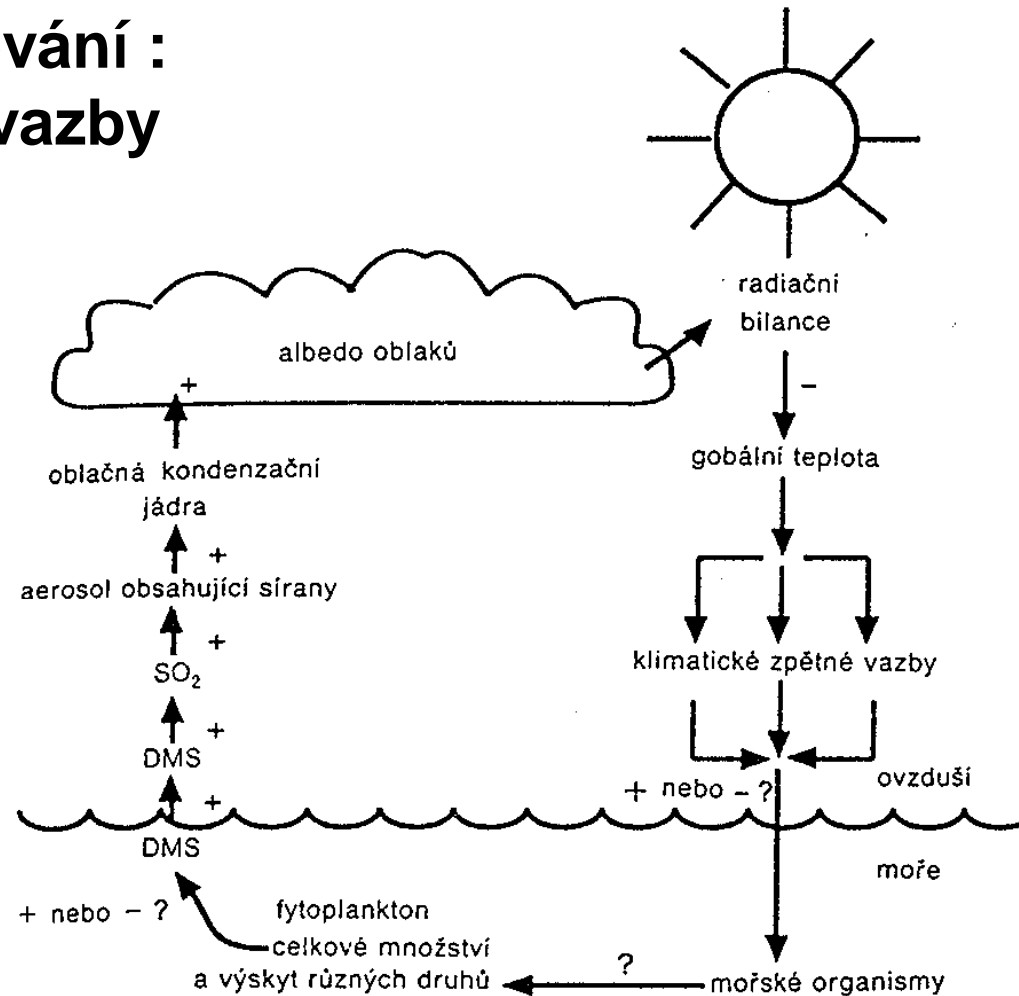
** Jsou zahrnuty v posledních výzkumných modelech (menší měřítko než MGC).

*** Informace pochází z práce Lashofa.

**** Zpráva IPCC se nevyjadřuje ke znaménku zpětné vazby. Pozitivní charakter vychází z údajů v práci Lashofa.

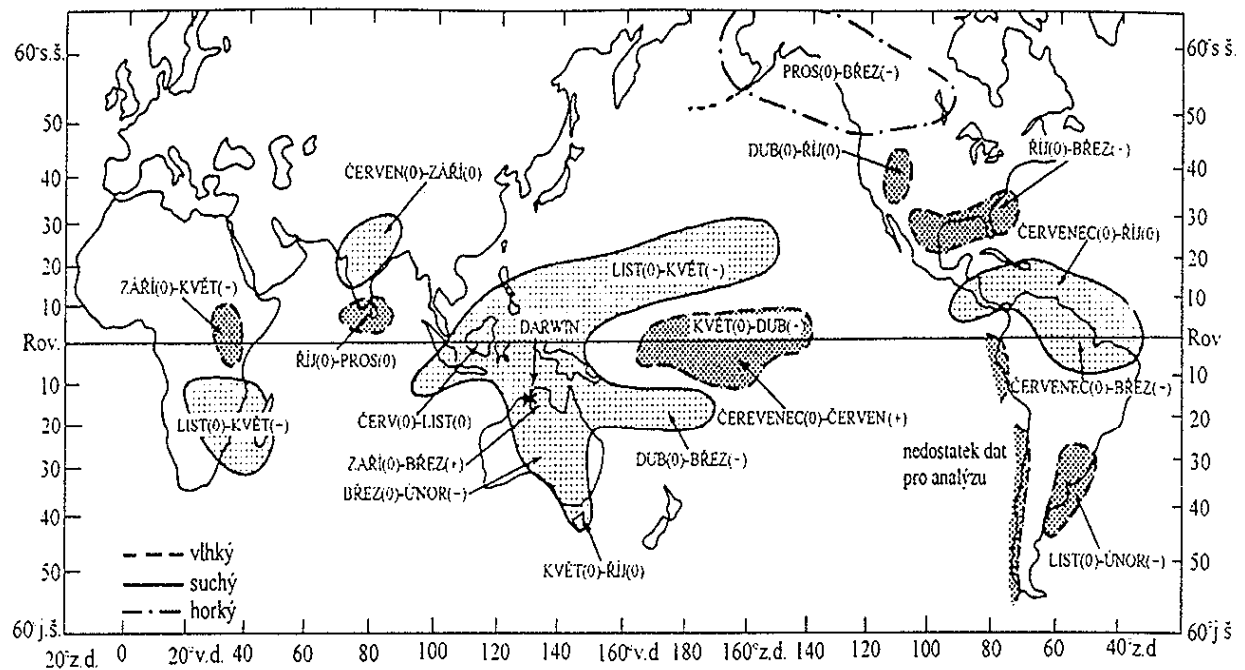
Zdroj: Legget, E. (1992): Nebezpečí oteplování Země. Academia, Praha

Globální oteplování : příklad zpětné vazby



Obr. 3.2 Schematické znázornění zpětné vazby mezi klimatickými změnami a oblačností zprostředkovanou dimethylsulfidem. Povšimněte si závislosti zpětnovazebného cyklu na ekologické odpovědi fytoplanktonu.

Globální oteplování: El Niño a Southern Oscillation (ENSO)



Obr. 1.5.2. Srážkové poměry během typické události ENSO. Plné, resp. přerušované čáry vyznačují relativně suché, resp. na srážky bohaté oblasti. Na obrázku je rovněž vyznačeno přibližné období trvání extrémních srážkových poměrů vzhledem k roku (0) kdy nastává El-Niño. Převzato z [11].

Zdroj: Legget, E. (1992): Nebezpečí oteplování Země. Academia, Praha

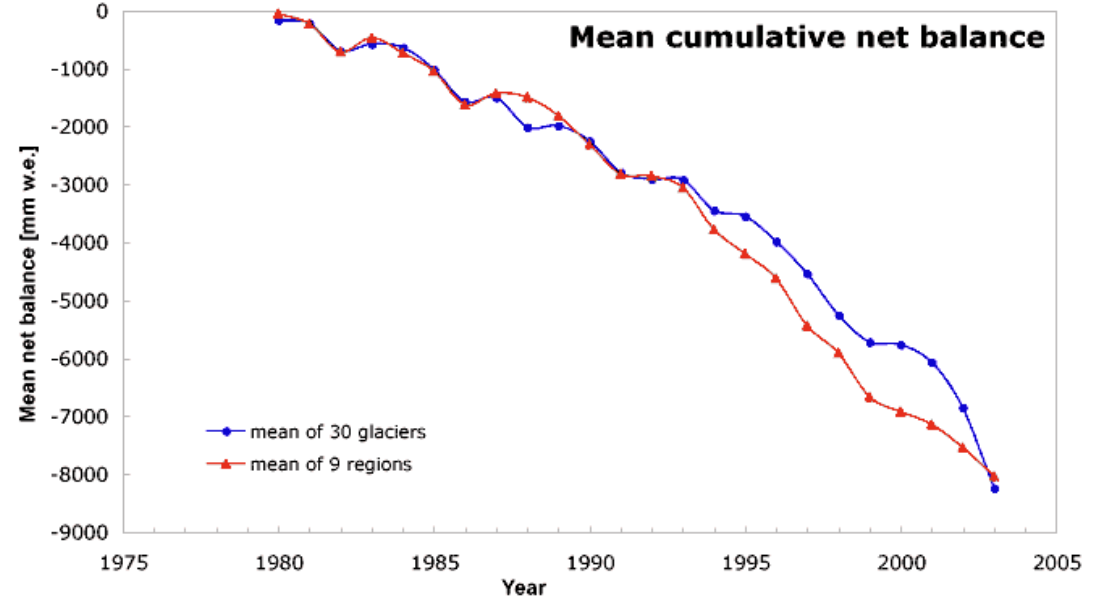
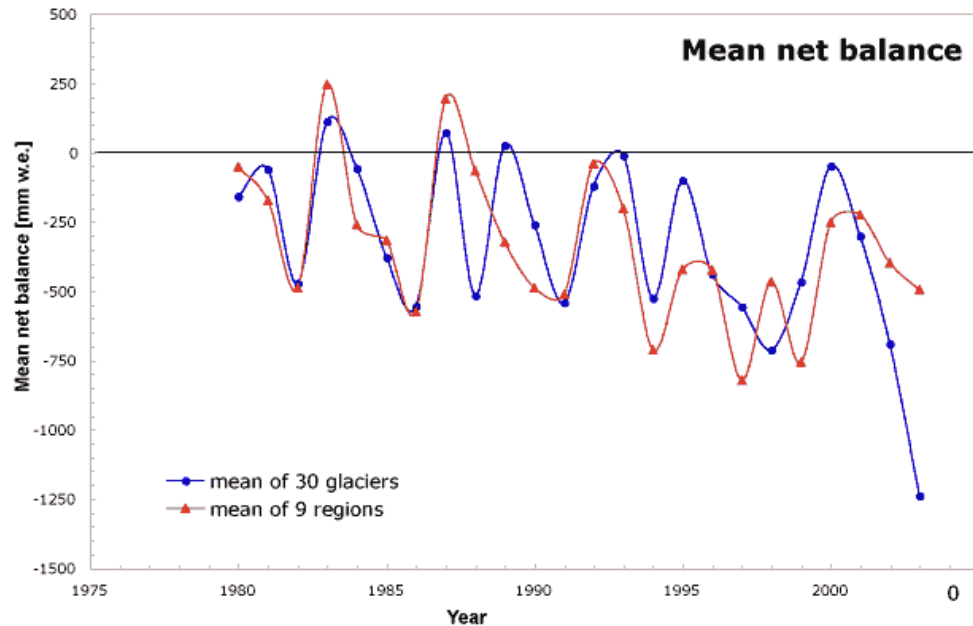
Globální oteplování



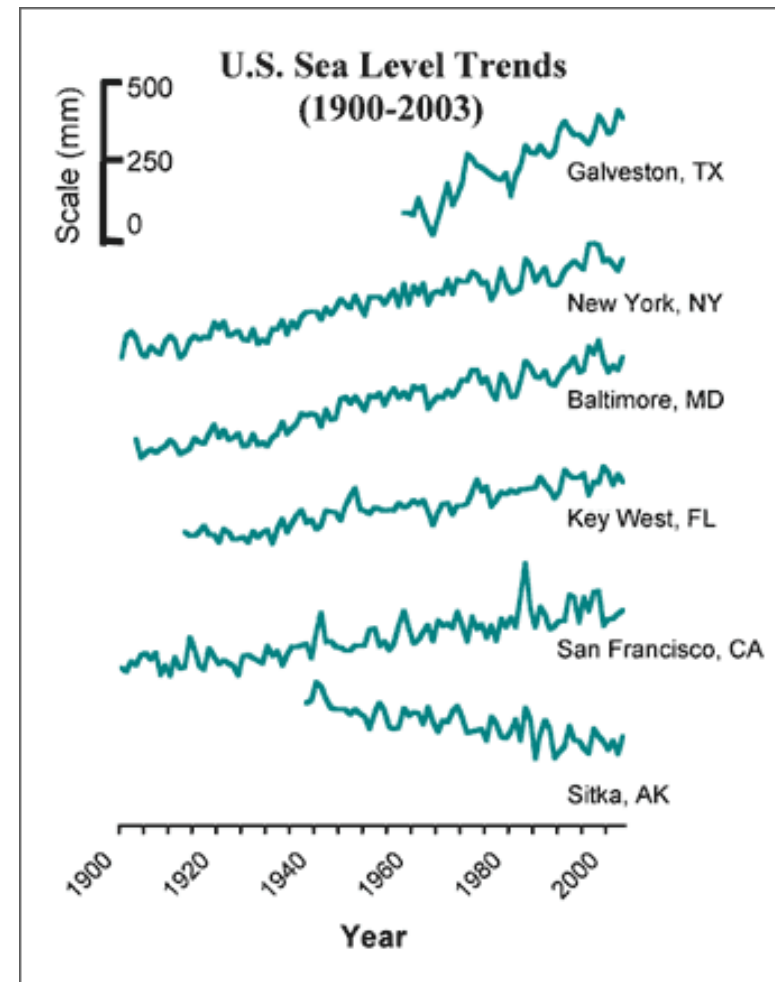
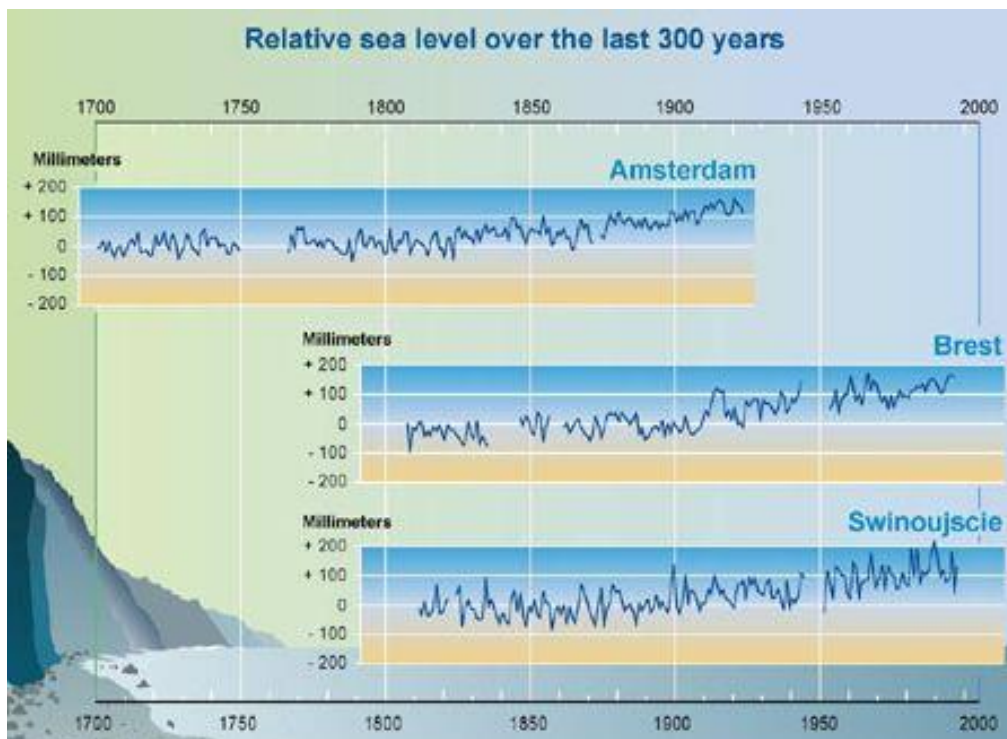
Ústup ledovců lze pozorovat na celém světě. Nahoře: Athabascan Glacier (Jasper National Park, Kanada) a Grinnell Glacier (Glacier National Park, USA).



Globální oteplování: tání ledovců



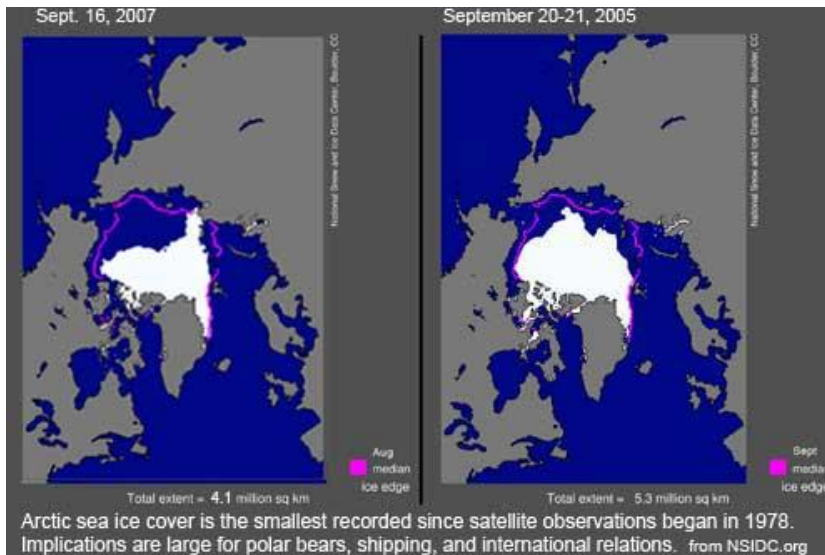
Globální oteplování: stoupání mořské hladiny



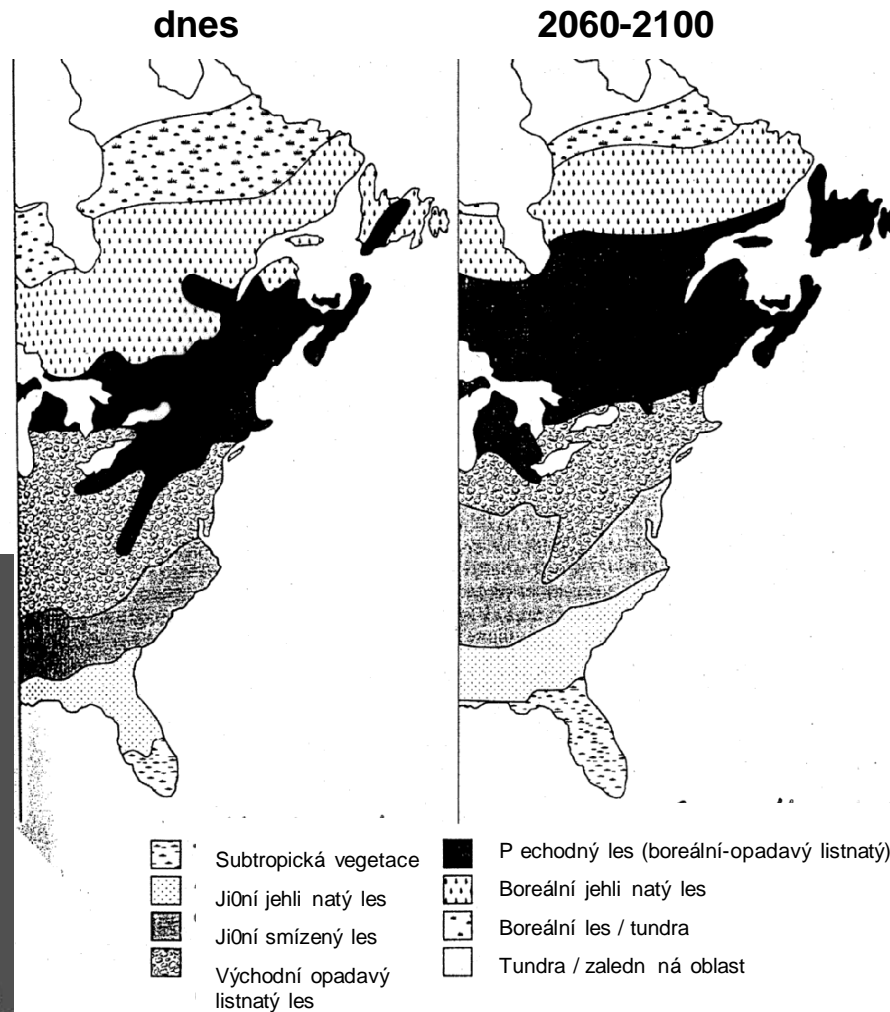
Globální oteplování



V Arktidě je zmenšováním ledového pokryvu mořské hladiny obzvláště ohrožen medvěd lední, který získává potravu zcela převážně lovem mořských savců na ledových krátech.



Zmenšování ledového pokryvu v Arktidě



Předpokládané změny vegetace vlivem globálního oteplování (východní část Severní Ameriky)

Zdroj: Primack (1995): Naturschutzbiologie. Spektrum, Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford; upraveno.

Globální oteplování

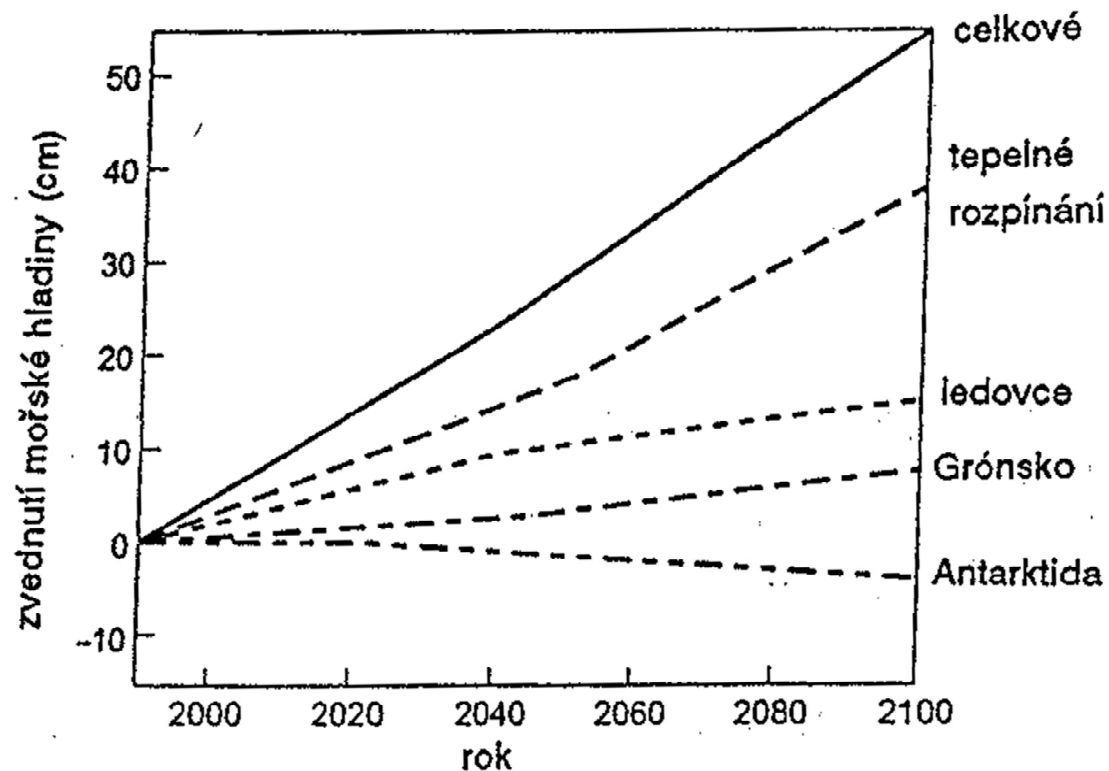


Müller v ledový zelf
na antarktickém poloostrov
se rozpadá

V Antarktidě dochází například k posunu umístění hnízdních kolonií různých druhů tučňáků (relativně teplomilnější druhy se přesouvají více na jih, kde konkurují druhům relativně chladnomilnějším).



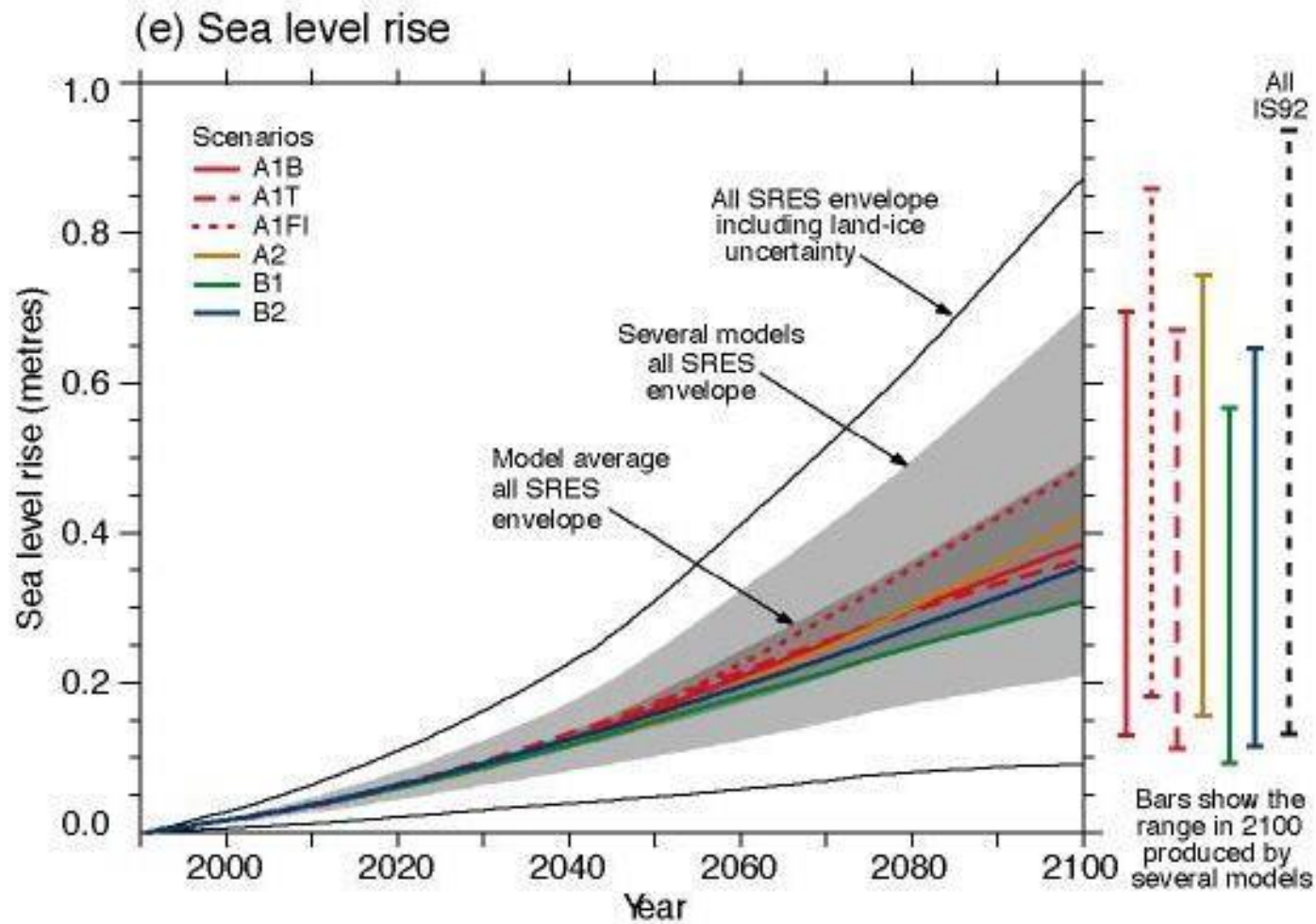
Globální oteplování: stoupání mořské hladiny



Obrázek 7.1 Odhady podílu různých faktorů na zvýšení mořské hladiny v příštím století podle scénáře emisí skleníkových plynů IPCC IS 92a (scénář „dále jako doposud“).³ Domníváme se, že neurčitost odhadů se pohybuje oběma směry v rozmezí dvojnásobku uvedených hodnot.

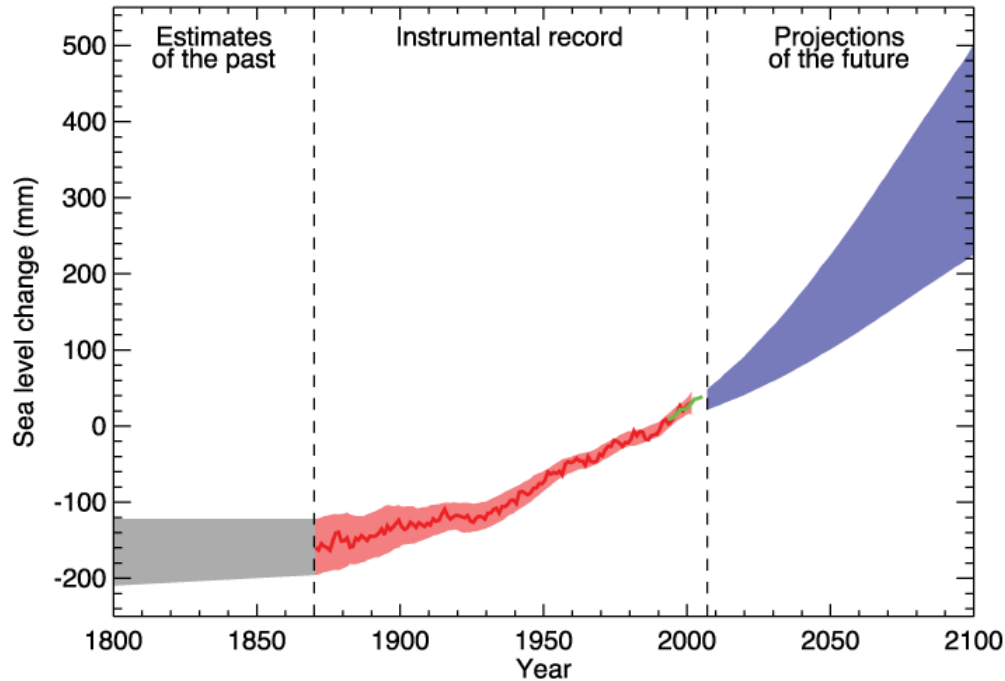
Starší odhady IPCC z r. 1992

Globální oteplování: stoupání mořské hladiny



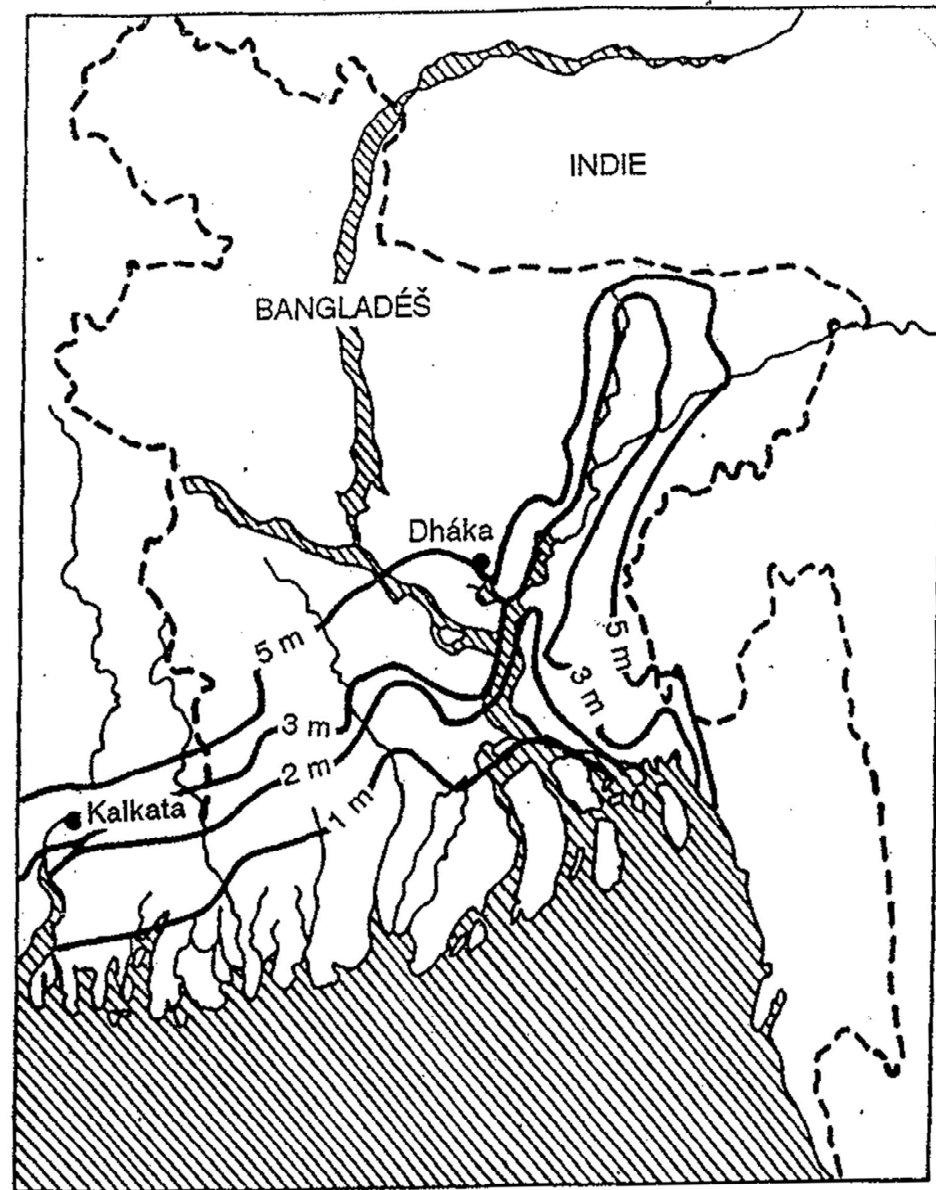
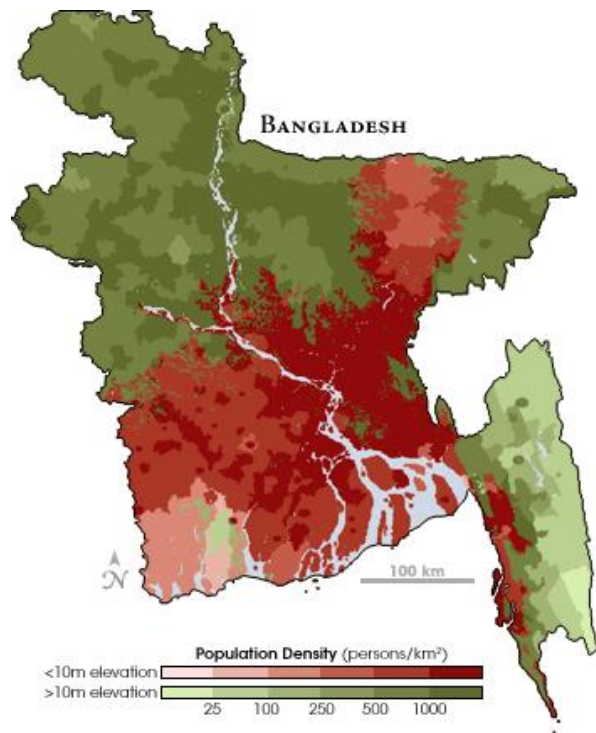
Degradace biotop zne izt ním prost edí

Globální oteplování: stoupání mořské hladiny



Globální oteplování

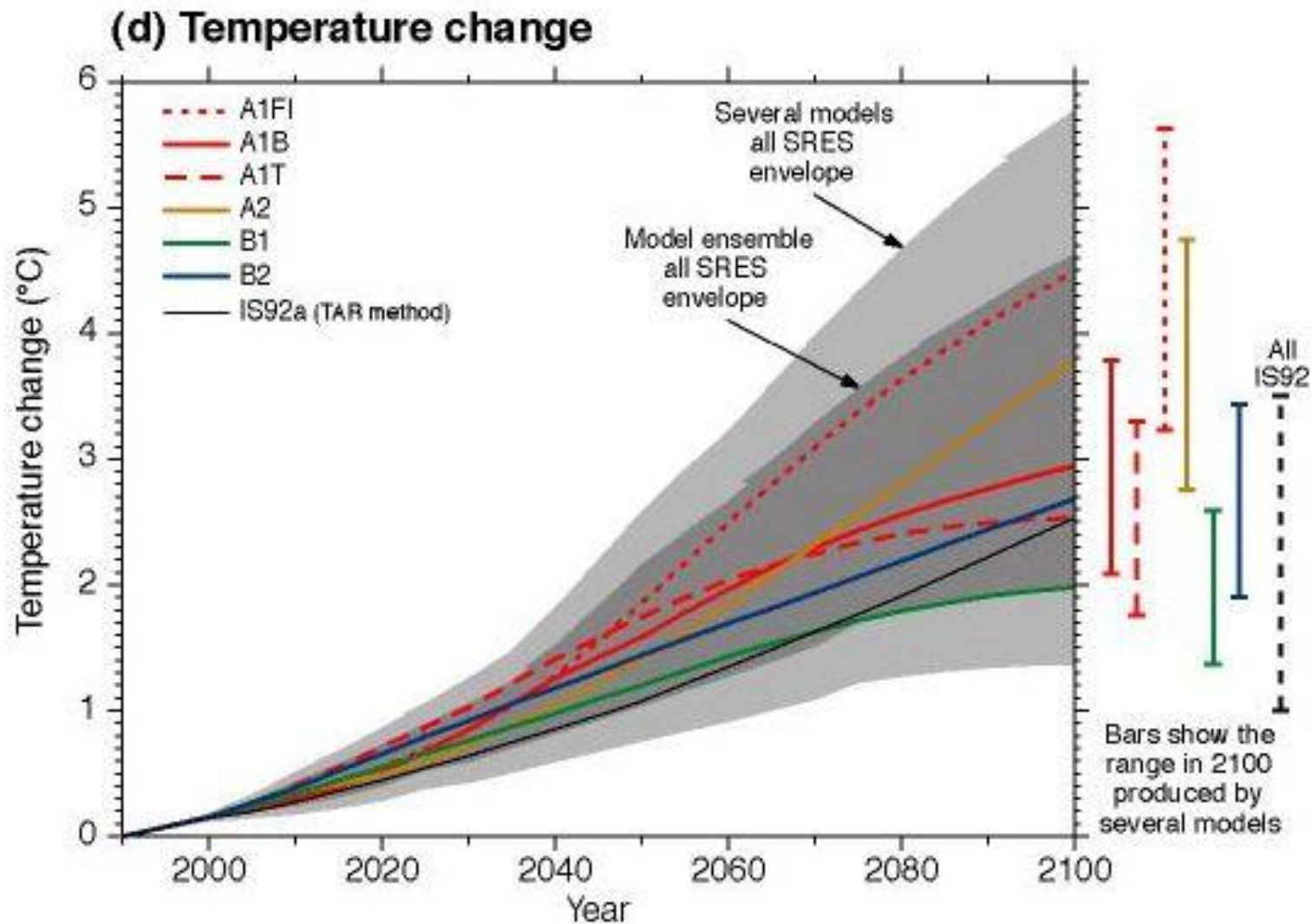
Rozsah zatopeného území na
mořském pobřeží vlivem
stoupající mořské hladiny
(rozpínání teplejší mořské
vody, tání ledovců) na příkladu
Bangladéše.



Pevnina v Bangladéši zaplavená různě zvednutou hladinou moře⁷.

Zdroj: Legget, E. (1992): Nebezpečí oteplování Země. Academia, Praha

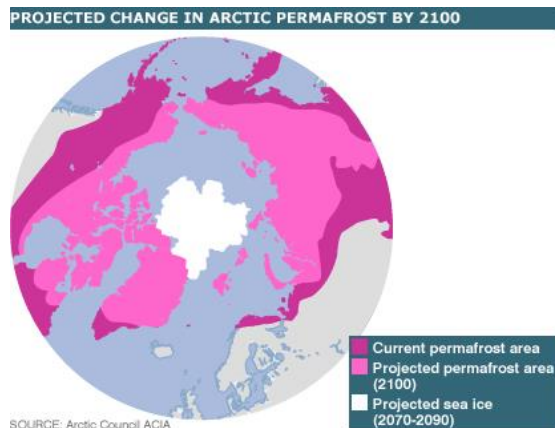
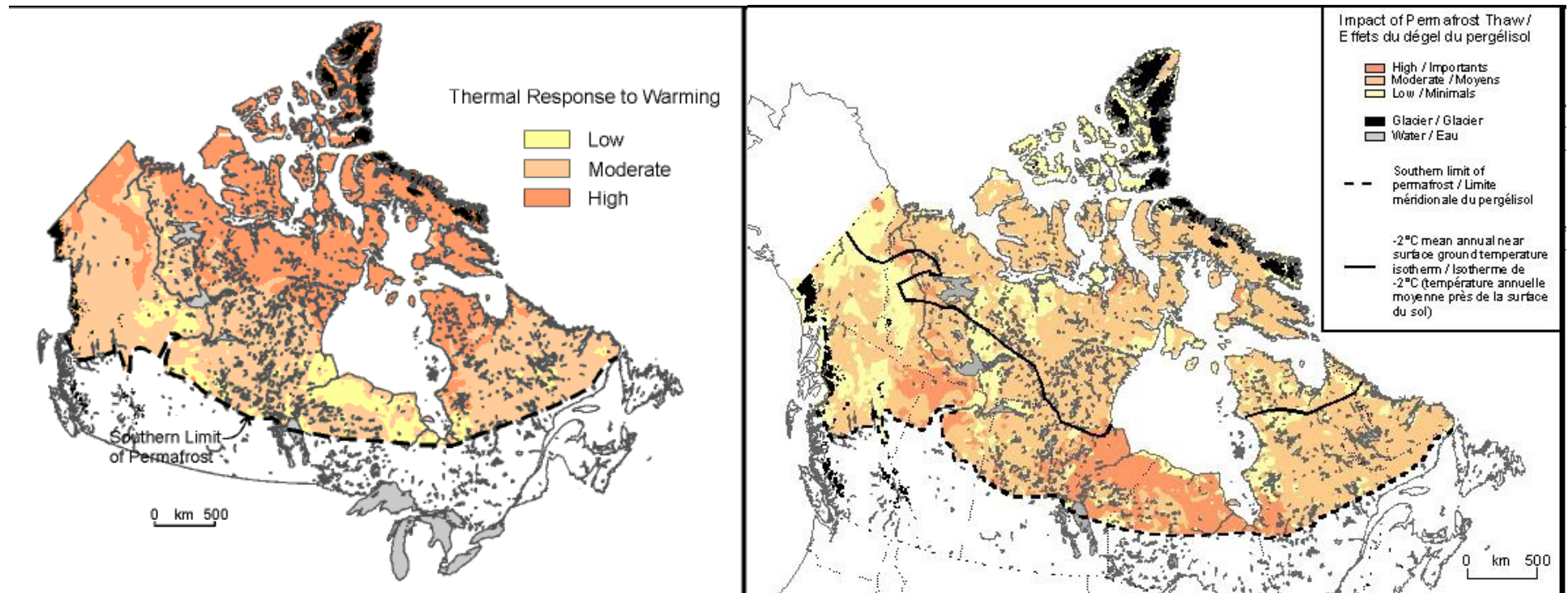
Globální oteplování



Globální oteplování: změny vegetace v tundře a tání permafrostu



Globální oteplování: změny vegetace v tundře a tání permafrostu

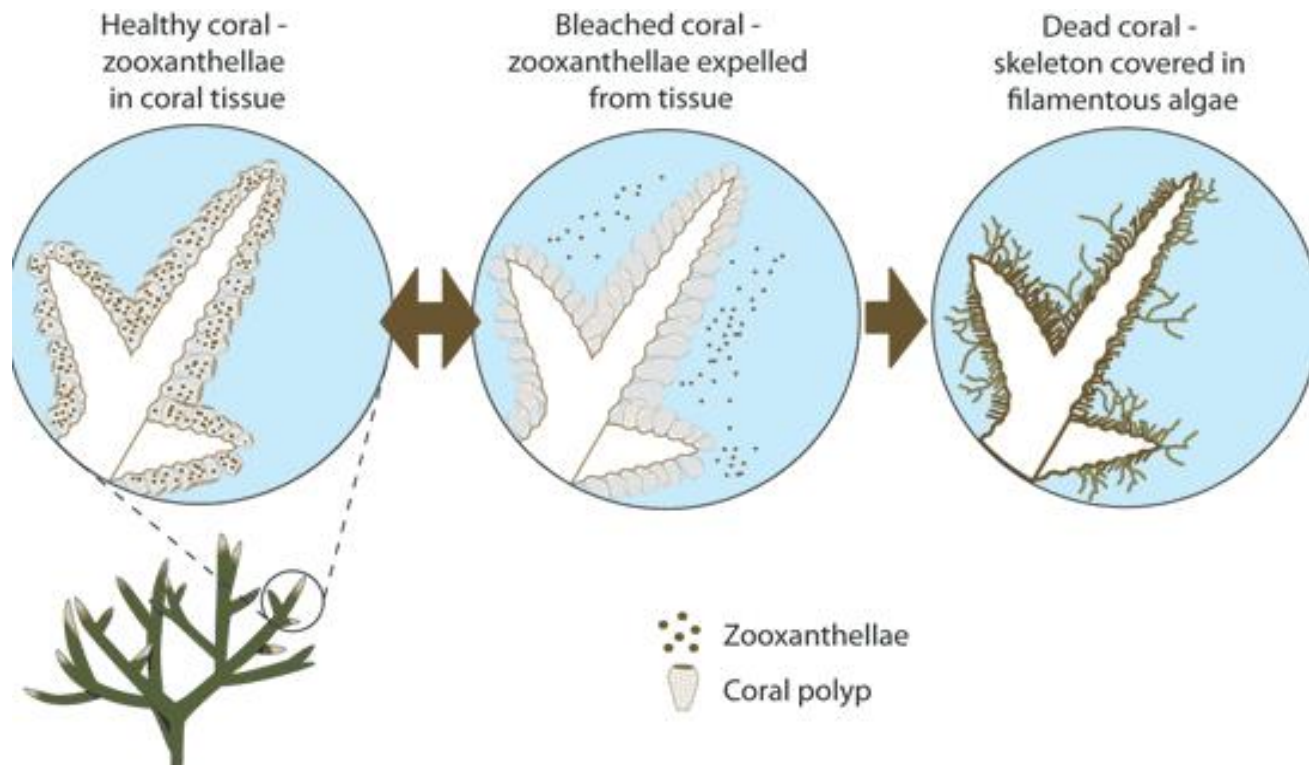


Globální oteplování: blešení korálů



Vybílěné korály (*Acropora* sp.) u Heron Island, Great Barrier Reef (21. 1. 2005; Autor: J. Roff)

Globální oteplování: blednutí korálů



Polyp korálovce s hnědými autotrofními symbionty - zooxanthelami



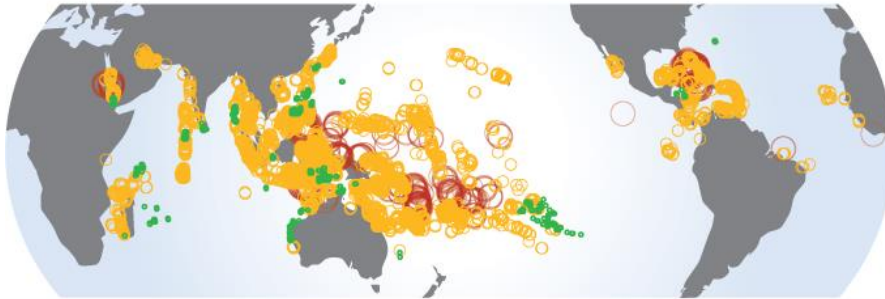
Vybledlý útes na Great Barrier Reef, Austrálie, 1998



Vybledlé korály

Globální oteplování

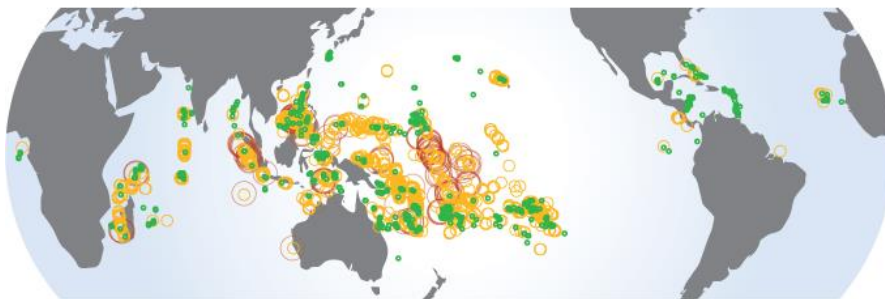
HadCM3 model, SRES A2a scenario
2030-2039



2050-2059



PCM-PCM model, SRES A2a scenario
2030-2039



2050-2059



Coral reef thermal stress

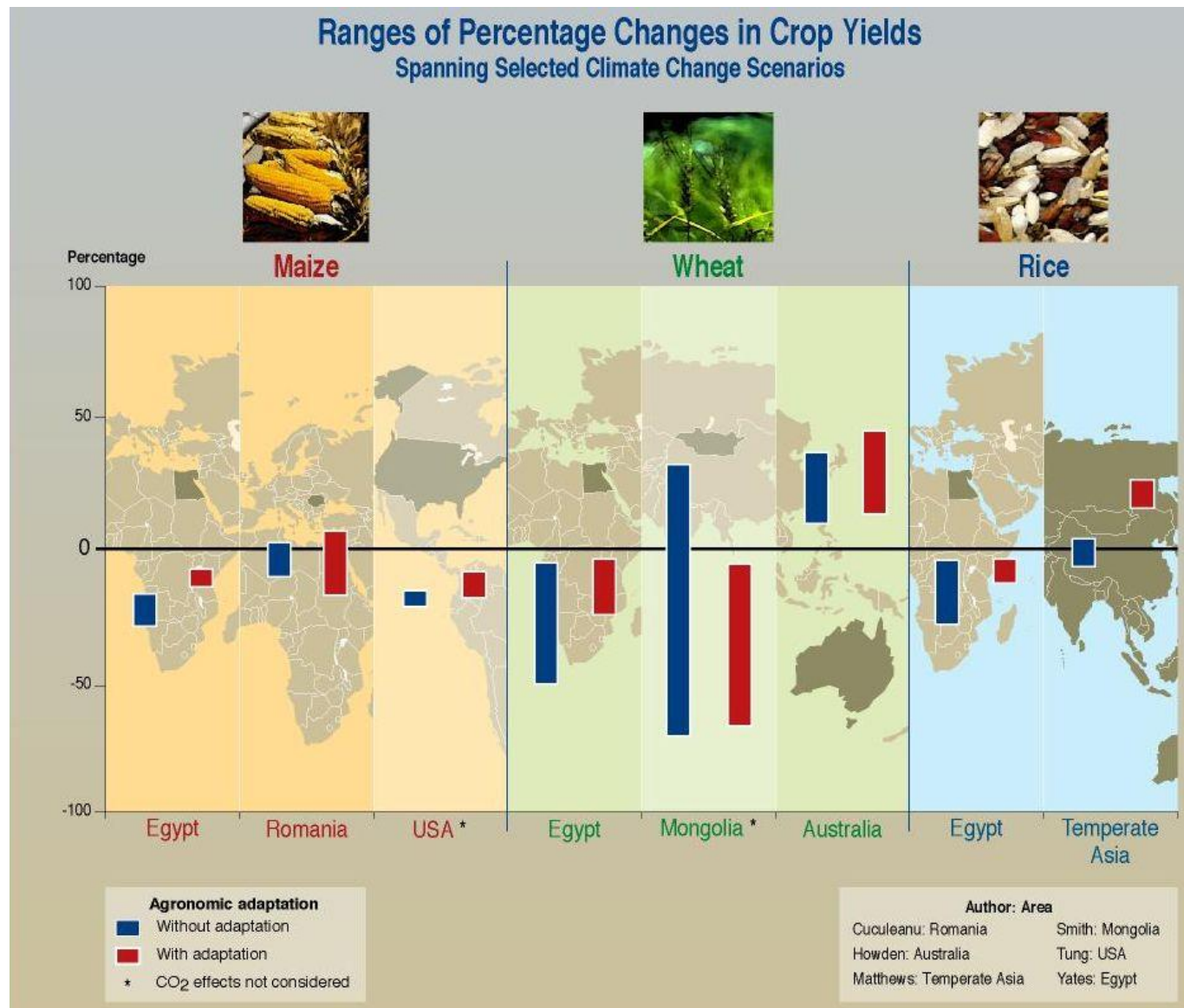


Frequency that annual degree heating month >1

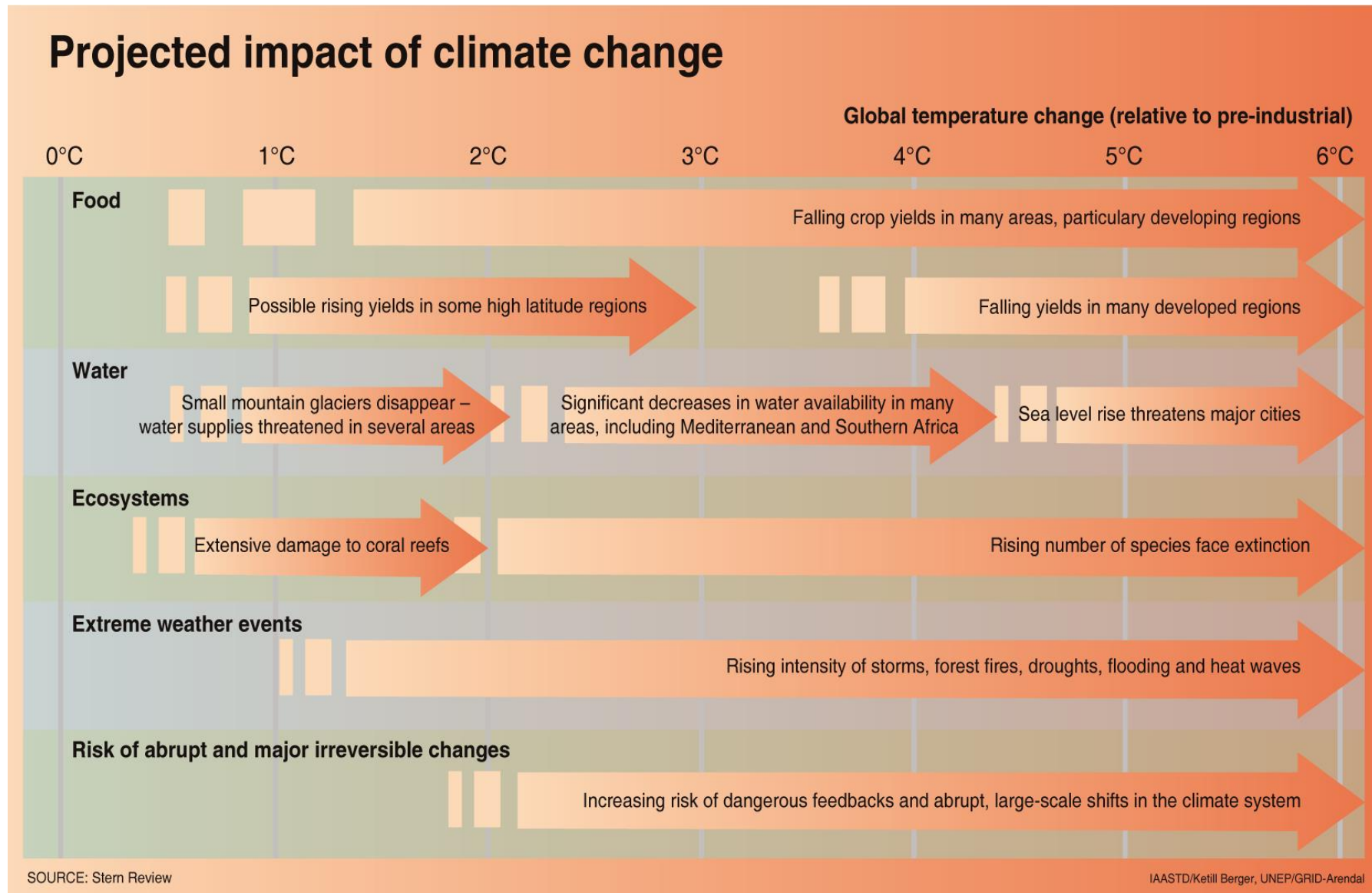
Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Climate change and tropical coral reefs, scenarios for bleaching events. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. February 2008. Dostupné na:

<http://maps.grida.no/go/graphic/climate-change-and-tropical-coral-reefs-scenarios-for-bleaching-events>. Sta0eno 8. 11. 2011.

Globální oteplování: rozmezí procentuálních změn v sklizni zrna



Globální oteplování: předpokládané dopady na životní prostředí



Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Projected impact of climate change. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2008. Dostupné na: <http://maps.grida.no/go/graphic/projected-impact-of-climate-change>. Sta0eno 8. 11. 2011.