

Globální oteplení a my

(scénář představení)

Premiéra: čtvrtek 11. března 1999

Obsah

1	Úvod	3
2	Záření	3
3	Venuše	7
4	Skleníkové plyny	8
5	Srovnání planet	10
6	Měnicí se ovzduší	13
6.1	Zesilování skleníkového jevu	13
6.2	Oteplování pólů	15
7	Nové počasí	17
8	Tropy a my	20
9	Co dělat?	23
10	diskuse	28
	Zdroje obrázků	30
	O představení	40
	Zdroje informací použité v pořadu	41

1 Úvod

Vážení návštěvníci, vítám vás v našem planetáriu. Dnes se zaměříme především na to, jak my lidé ovlivňujeme teplotu zemského povrchu.

Teplota povrchu Země byla kdysi problémem pouze astronomickým. Hvězdáře zajímalo, proč se od sebe jednotlivé planety liší, a přemítali také o příčinách ledových dob na Zemi. Časy se ale změnilly a tak je dnes podnebí tématem, které zajímá >>například<< vlády všech států. Ukazuje se totiž, že lidstvo svou činností teplotu Země neustále zvyšuje. Spaluje ohromné množství uhlí, ropy a zemního plynu, uvolňuje do ovzduší oxid uhličitý. Množství oxidu uhličitého v atmosféře tudíž neustále a pořád rychleji stoupá, a to právě vede k zahřívání Země. O tom všem se dozvíte během našeho pořadu.

2 Záření

Představme si, že je konec školního roku, brzo ráno. Slunce je nízko nad obzorem a je ještě slabé. [1] Téměř nás nehřeje. [2] Vzduch totiž není úplně průhledný. Sluneční světlo v této době

(Planetárium vodorovnou osou v úrovni vršku modrých výplní.
Jih před diváky. Hvězdář na podiu.)

(Šero, kolem panorama. Na severovýchodě vychází Slunce. Během této části se v předělech ukazují hodiny a je slyšet tikání. *V brněnské inscenaci tikání chybí a Slunce uhání po nebi dost rychle. Nahrávka komentáře ke konvekci neobsahuje pauzy. Důvod může být ten, že by to pořad prodloužilo, ale ta minuta by se možná snesla. Horší je, že promítané obrázky stále ještě neukazují skutečný „denní chod oblačnosti“, ale jen vzdáleně odpovídající typy mraků – to je dost velká ostuda. Tím pádem není vlastně proč ty pauzy dělat – není na co koukat.*)

- [1] Slunce se skvrnami režisér takový obrázek nezařadil
[2] slunce přes kruhový otvor >v disketě 5 $\frac{1}{4}$ '' jen málo osvětluje ubrus<

prochází ovzduším dlouhou cestu a skoro všechno se v atmosféře rozptýlí.

(Slunce dále putuje pomalu doprava vzhůru. Tikací předěl.)

Jak stoupá, cesta atmosférou se zkracuje a tak více přímého světla dospěje až na zem. [3] Svítí také strměji dolů a lépe tak osvětluje vodorovný povrch.

[3] slunce přes kruhový otvor osvětluje >ubrus< vydatněji

Od osluněné země se ohřívá vzduch. Za jasného rána leží vystydlý v údolích, [4] ale brzy po východu Slunce se začne promíchávat. [5] Ohřátý proudí vzhůru, ochlazený naopak klesá dolů.

[4] pohled z horského vrcholu na hory v dálce, vzduch pod horami kalný

[5] kumuly nad kalnou vrstvou

(Tikací předěl.)

Někdy odpoledne začíná povrch opět stydnout [6] — přítok energie je totiž menší, než její odvod.

[6] vysoké kumuly

(Tikací předěl.)

K večeru promíchávání vzduchu opět ustává, mraky se roztahují do vrstvy a [7] stydnutí pokračuje. Nyní se zemský povrch ochlazuje jen proto, že vyzařuje vzhůru.

[7] vrstva stratokumulů

(Tikání až do setmění.)

Kolem osmé hodiny večerní Slunce zapadne. Stále méně osvětluje vzduch nad námi, a proto se stmívá.

(Slunce zapadá)

(Začíná být patrná Večernice a pak i další hvězdy.)

Abychom nočnímu ochlazování porozuměli, povězme si nejdříve něco o tom, jak se přenáší energie zářením. [8] Vzpomeňme si, co

[8] člověk na slunci

se stane, když vejdem do stínu. Pak nás přestane hřát záření, které přicházelo rovnou ze Slunce. [9]

[9] — vešel do stínu

O jaké záření se jedná? Hlavně o to, které vidíme, tedy světlo. Kromě něj se ale uplatňuje i záření, jež nevidíme. Zkusme si malý experiment a rozložme si sluneční záření pomocí optického disku, čili CD. Disk pro tento účel musíme trochu prohnout. (V nahrávce je ale *prohnutého optického disku*..) [10]

[10] několik snímků s výsledkem: 2 teploměry ve spektru slunce, 1 ve stínu

Dostali jsme tak sluneční spektrum. Teploměr umístěný do jeho zelené oblasti se zahřál. Podobně se ale zahřál teploměr umístěný za červeným okrajem spektra, kam už žádné světlo nedopadá. Ve skutečnosti ale i na něj nějaké sluneční záření dopadá. A dokonce hřeje skoro stejně jako světlo.

Do pauzy říci: Slovy „optický disk“ se zde rozumí cédéčko. Když jej takto vhodně prohne (ukážu) přitlačením na válcovou plochu, můžeme s ním promítnout jakési spektrum slunečního záření. Zatím se promítá vedle čidel teploměrů... Teď už jeho nesvětlejší část dopadá na čidlo horního teploměru. Další teploměr má čidlo pod červeným koncem spektra. (ukazuju)

[11] Tomuto záření se říká infračervené. Nevidíme je, ale vhodná fotografická emulze je může zachytit podobně jako červené světlo.

[11] serie o pozorování a fotografování slunečního spektra, na konci detailní foto spektra i s blízkým infračerveným zářením, s vyznačením infračervené části *Ve skutečnosti jsou zde jen dva obrázky – pohledy na první řád spektra a kousek druhého, které demonstrují hlavně složení pigmentů diapozitivu. Je velmi žádoucí pořídit obrázky jednak s věrnějšími barvami a pokud možno i s terrestrickými pásy kyslíku (Fraunhoferovými čarami A a B) a jednak i takové, které z boku ukazují, jak spektrum vidět a jak se pak fotí.*

Určitě jste někdy slyšeli o elektromagnetických vlnách. O jaké vlny jde, lze vyjádřit pomocí vlnové délky. [12] [13] Vlnová délka světla je asi půl mikrometru, tedy půl tisíciný milimetru. Jako infračervené označujeme záření, jehož vlnová délka přesahuje třičtvrtě mikrometru a je kratší než jeden milimetr. Ultrafialové záření sou-

Do pauzy říci: To ale není případ barevné emulze našich snímků. Infračervené záření by leželo v této oblasti (ukážu).

[12] Postupně se vykreslující a popisující schéma: sinusovky pro oranž. světlo, všechno světlo, infračervené a UV záření s vyznačenými úsečkami jedné vlnové délky, dole od nich stupnice vlnových délek.

[13] Pohled na skupinu osob a jejich teplotní snímek

sedí s viditelným světlem na druhé straně. Jeho vlnová délka je kratší než čtyři desetiny mikrometru.

Předměty, které jsou horké, vyzařují hlavně krátkovlnné infračervené záření. Když jsou hodně horké, mohou také trochu svítit. ^[14]

^[14] spirála infrazářiče

Třeba plotna kamen nebo rozžhavený pohrabáč. ^[15] U vláknů žárovky, které má teplotu asi dva a půl tisíce stupňů, se jako světlo projeví asi dvacetina vyzařované energie.

^[15] foto vlákna žárovky *dosavadní obrázek má příliš výraznou baňku, ta by měla být jen velmi slabounce zratelná*

^[16] Ale i předměty, které nejsou horké, září, a to tím více, čím je větší jejich teplota. ^[17] Když přistoupíme k výrazně chladnějšímu předmětu, třeba v zimě k oknu, ucítíme na tváři chlad. Chladná okenní tabule na nás totiž září méně, než teplejší zdi místnosti. ^[18] Při pohledu zvenku jsou naopak teplejší okna, jak ukáže kamera zachycující dlouhovlnné záření.

^[16] graf: Planckova křivka pro Slunce, žárovku a člověka *není zařazen*

^[17] Pohled zevnitř na okno, venku jíní *venku by mělo být víc šero – zasněžená denní krajina přes okno ve dne hřeje*

^[18] Dům v mraze, infrazamerou zvenku

(Hudební předěl. Noční obloha. *Polojasná, se světlými mraky.*)

Podívejme se nyní, jak svět během noci chladne. Půda vyzařuje vzhůru, zato shora na ni dopadá leda záření z mraků. Ty jsou chladnější než půda, a tak je tok energie směrem dolů na zem menší. Půda se tak ochlazuje.

Jsou-li mraky v poměrně teplém vzduchu nízko nad zemí, půda chladne pomalu. A když je jasno? Ve skutečnosti ani čirý vzduch

(*Mraky zmizí*)

není pro dlouhovlnné záření docela průhledný. Proto zemská atmosféra nepropustí většinu dlouhovlnného záření rovnou do vesmíru. Vzduch záření pohlcuje, a také sám vyzařuje — nahoru do vesmíru, ale hlavně zpět, dolů na zem.

3 Venuše

Podívejme se nyní na >první hvězdu, která letos na jaře začne být patrná za soumraku. To proto, že je daleko nejjasnější. Myslím tím samozřejmě Večernici, aneb planetu Venuši.<

Venuše má úplně jinou atmosféru než Země. Kdybyste stáli na jejím povrchu, neviděli byste v noci hvězdy. Je tam totiž stále zataženo. ^[19] Ani Slunce neprosvítá. >>Hustá oblačná vrstva způsobuje, že je Venuše zvenčí téměř sněhobílá. Díky tomu ji vidíme tak jasnou.<< >Na sám povrch Venuše se přes mraky prodere jen asi< čtvrtina slunečního záření.

Člověk by si řekl, že zde musí být chladno. Ve skutečnosti je to ale právě naopak. Na Venuši se totiž jen těžko přenáší energie dlouhovlnným infračerveným zářením, které způsobuje noční stydnutí Země.

(Ukážeme na ni. Pokud je vidět večer dopředu, zdůrazníme to. Jinak lze připomenout situaci minulou nebo budoucí. V této části programu lze případně chvíli hovořit o tom, co je vidět na nočním nebi – hlavně tehdy, když významná část diváků přišla právě kvůli tomu. *V brněnské inscenaci je nastavení ale stále takové, jako v roce 1999 před letními prázdninami, to by se asi hodilo např. pro zimu/jaro 2001 nahradit pohledem aktuálním.*)

^[19] okolí Vener

Atmosféra Venuše je pro toto záření stejně neprostupná, jako třeba mlha pro světlo. Povrch planety sice září směrem vzhůru, ale shora na něj dopadá záření hned z přízemní vrstvy atmosféry, téměř stejně horké, jako je pevný povrch. Množství infračerveného záření z atmosféry na povrch je na Venuši asi *dvacetkrát větší* než záření slunečního dopadajícího zvenčí na oblačnou vrstvu.

Jinak řečeno, povrch Venuše je atmosférou dokonale tepelně izolovaný od studeného vesmíru. I menší příkon ze Slunce stačí pak k tomu, aby se teplota na povrchu blížila *pěti stům stupňů*. To je tak mnoho, že povrch Venuše i ovzduší nad ním slabě svítí!

[20] Jak je možné, že Venuše je tak úplně jiná než Země? Rozdíl je ve složení atmosféry. Naše atmosféra se skládá hlavně z dusíku, kyslíku a argonu, které infračervené záření téměř vůbec nepohlcují. Atmosféra >Venuše, stokrát hustší než pozemská, je především z oxidu uhličitého<, který je pro takové záření velmi neprostupný.

[20] celá Země (místy zatažená) a Venuše, obě ne zcela v úplňku

4 Skleníkové plyny

Vraťme se zase k zemské atmosféře. Za to, že pohlcuje a zase vyzařuje infračervené záření o vlnových délkách pět až dvacet mikrometrů, mohou stopové příměsi ovzduší. Nejvíce se projevuje *vodní pára*, a dále *oxid uhličitý*. Neprůhlednost atmosféry pro dlouhovlnné záření, kterou tyto příměsi způsobují, se projevuje tzv. skleníkovým jevem.

(Hudební předěl.)
(Planetárium pohasne a zasune se.)

[21] Ve skleníku, i když se v něm netopí, bývá tepleji než venku. [21] skleník

Zasklení totiž brání nejen úniku teplého vzduchu, ale je překážkou i pro záření. Zpět dolů na půdu ve skleníku září poměrně teplé sklo, místo mnohem chladnějšího ovzduší vysoko nad zemí. Sklo je totiž průhledné pro sluneční záření, ale vůči *dlouhovlnnému* infračervenému záření se chová stejně jako temně šedý papír.

[22] Příměsím zemského ovzduší, které účinně pohlcují a vyzařují infračervené záření, se dohromady říká *skleníkové plyny*. Jsou to všechno plyny, jejichž molekuly se skládají alespoň ze tří atomů. [22] dusík, kyslík, argon a přírodní skleníkové plyny (schémata molekul)

Hlavního z nich, vodní páry, může být ve vzduchu velmi různé množství. [23] V mrazivém vzduchu může být vodní páry jen velmi málo, stěží pár gramů v krychlovém metru vzduchu. [24] V teplém [23] mrazivé velehory [24] tropy

vzduchu jí může být hodně — to je případ vlhkých tropů, kde teplota v noci klesá jen málo. [25] Naopak na pouštích, kde je [25] horká poušť vzduch velmi suchý, teplota klesá v noci *velmi rychle*. Odpoledne může být třeba čtyřicet stupňů, ale ráno klidně mráz. [26] Podobné [26] důkladně oblečený člověk na poušti, nejlépe na témže místě je to i ve velehorách.

Obsah dalších skleníkových plynů je ale všude stejný, a tak jsou ve skutečnosti i pouště či polární oblasti s velmi suchým vzduchem dost důkladně chráněny proti úniku energie rovnou do vesmíru.

5 Srovnání planet

[27] Připomeňme si, že v atmosféře Venuše, která >je tvořena téměř výhradně oxidem uhličitým a je velmi hustá<, je skleníkový jev mnohem silnější — teplotu jejího povrchu zvyšuje *o pět set stupňů*.

[28] Měsíc nemá žádnou atmosféru a Slunce tak jeho povrch rozpaluje bez překážek. Přesto je jeho průměrná teplota velmi nízká, asi *mínus patnáct stupňů*.

[29] Atmosféra Země sice pustí až na povrch jen asi tři čtvrtiny slunečního záření (takže Slunce hřeje Zemi méně než Měsíc), ale také

[27] obrázky Venuše a pak postupně dalších planet (s fázemi lehce odlišnými od úplňků; zůstávají s přestávkou až do obr. ledových dob) *Fáze všech planet by měly být stejné a Venuše pěkně bílá, jak je to ve skutečnosti – v Brně to tak zatím není a Venuše je ta stará UV se zesíleným kontrastem, což je zavádějící. Vhodné by bylo, kdyby planety postupně přibývaly, tj. na konci po přestávce na spektrum by skutečně byly čtyři, nejlépe i ve správných poměrech velikostí.*

[28] Luna

[29] Země

brání úniku infračerveného záření z povrchu rovnou do vesmíru. Přitom se uplatňují jen příměsi, skleníkové plyny. Nebýt jich, byla by průměrná teplota na Zemi asi -19 stupňů. Díky stálým skleníkovým plynům a vodní páře je průměrná teplota o 34 stupňů vyšší, tedy *patnáct stupňů nad nulou*. K tomuto zvýšení přispívají ^[30] i řídké *oblaky* vysoko v ovzduší, které propouštějí téměř ^[30] cirry všechno světlo, ale vůči záření z povrchu Země se chovají jako temná vrstva.

>>Podívejme se nyní na Zemi trochu jinak. ^[31] Nebudou nás zajímat podrobnosti povrchu nebo oblaka, ale spektrum naší planety v oblasti vlnových délek od čtyř do třiceti mikrometrů, jak by je bylo možné změřit z vesmíru. Obrázek ukazuje, jak by vypadalo spektrum záření z nějakého místa v tropech, kde je zrovna bezoblačné počasí. Kdyby nad oním místem nebyla atmosféra, spektrum by vypadalo jako horní hladká křivka — bylo by to zkrátka spektrum tělesa o teplotě asi dvacet stupňů. Skutečné spektrum je velmi odlišné. Například v oblasti kolem 15 mikrometrů velmi pohlcuje oxid uhličitý a z vesmíru lze dohlédnout jen na nejchladnější vrstvy ovzduší, jejichž teplota je nižší než padesát stupňů pod nulou. V jiných vlnových délkách zase pohlcuje ozón, oxid

^[31] Spektrum Země (*jen během promítání tohoto obrázku by planety měly zmizet*)

dusný a metan a nejvíce pak vodní pára. Jen ve dvou oblastech, kolem 9 a kolem 11 mikrometrů, lze zachytit >>i nějaké<< záření rovnou ze zemského povrchu — mluví se o spektrálních oknech. Většinou lze pozorovat jen chladný vzduch v různých výškách nad zemí. Dohromady proto i teplé tropy vyzařují do vesmíru tak málo, jako kdyby byla jejich teplota jen asi mínus deset stupňů.
<<

Jak je vidět, teplotu povrchu jednotlivých planet určuje především složení jejich atmosféry. ^[32] Například na Marsu bývala v minulosti ^[32] Mars atmosféra hustší a obsahovala i vodní páru. Silnější skleníkový jev tehdy umožňoval, že i na Marsu bývala tekoucí voda. I když je současná řídká atmosféra Marsu složená z oxidu uhličitého, který zvyšuje teplotu povrchu až o deset stupňů, přesto je dnes Mars zmrzlý více než Antarktida.

^[33] Také na Zemi se složení atmosféry, pokud jde o skleníkové plyny, hodně měnilo. Dost přesné informace máme o posledním statisíci let, ^[34] hlavně z bublinek ve vzorcích ledu z hloubi antarktického ledovce. Díky nim máme důkaz, že ochlazení vedoucí k ledové době, stejně jako oteplení na jejím konci, bylo doprovázeno

^[33] graf: teplota, koncentrace metanu a oxidu uhličitého za 160 tisíc let
— zůstává do konce kapitoly

^[34] bublinky v ledu

a umožněno právě změnami obsahu oxidu uhličitého a metanu v ovzduší.

Jak vidíte, koncentrace metanu se měnila rychleji. Nástup a náhlý konec poslední ledové doby byl možný právě díky rychlé změně obsahu metanu v ovzduší. Pozvolný pokles koncentrace oxidu uhličitého během ledové doby pak vedl k tomu, že se průměrná teplota na Zemi postupně snížila asi o šest stupňů.

Obrázky, jako je tento, byly poprvé získány v osmdesátých letech. Velmi pravděpodobnou domněnku, že velikost skleníkového jevu rozhoduje o teplotě na Zemi, proměnily v naprostou jistotu. O skleníkovém jevu na Zemi proto bude náš další příběh.

6 Měnící se ovzduší

6.1 Zesilování skleníkového jevu

[35] Jak se před dvěma staletími začalo stále více spalovat uhlí, začala růst i koncentrace skleníkových plynů. [36] K uhlí se pak připojila ropa, [37] a nakonec i zemní plyn.

[35] důl a továrna s komíny, zůstává dále

[36] graf růstu koncentrace oxidu uhličitého (*nutno zesvětlit modré značky!*)

[37] ropné pole, rafinerie, zůstávají dále

Užívání těchto paliv znamená vlastně *oxidaci uhlíku* uloženého po desítky či stovky miliónů let hluboko v zemi. [38] Konečným výsledkem spalování je oxid uhličitý a voda. Vodní páry vzniká v případě uhlí menšina, ale v případě ropy je jí více než oxidu uhličitého a v případě zemního plynu dokonce dvakrát více. Voda v ovzduší pobude jen pár dní, ale oxid uhličitý tam zůstává dlouho.

[38] oxidace metanu (obrázek molekul)

[39] Ročně je dnes do ovzduší uvolněno na *osm miliard tun* oxidovaného uhlíku. Část se rozpustí v oceánech, ale téměř pět miliard tun přibude v atmosféře na dlouhá staletí.

[39] Emise a růst obsahu uhlíku v ovzduší; další obr. se přidávají až do růstu teplot

[40] Také samotný zemní plyn, čili metan, se projevuje jako velmi účinný skleníkový plyn. Infračervené záření pohlcuje asi *padesátkrát více* než oxid uhličitý.

[40] schéma: účinnosti skleníkových plynů

V polovině dvacátého století se také objevily plyny nové, které v přírodě neexistovaly. [41] Jedná se o takzvané freony a halony, čili sloučeniny uhlíku a halových prvků.

[41] schémata molekul freonů

Jsou to plyny s velmi pevnými molekulami, které se během let dostanou až do stratosféry. Když je tam pak ultrafialové záření rozloží, uvolněný chlór a bróm snižují koncentraci ozónu. Díky úspěšné celosvětové snaze o ochranu ozónové vrstvy se už našťestí

plně halogenované uhlovodíky přestávají používat, ale i jejich náhražky [42] jsou nesmírně účinné skleníkové plyny. Skutečně ekologickou náhradou freonů jsou jen plyny bez halových prvků. [42] i účinnosti freonů

[43] Nikoho tedy asi nepřekvapí, že roste teplota zemského povrchu. Zatím to ještě není nápadné, pokud by však množství vypouštěných skleníkových plynů rostlo nadále tak, jako doposud, jsou předpovědi teplot v příštím století velmi varující. [43] růst teploty v uplynulých 600 letech

[44] Oteplování Země bude alespoň desetkrát rychlejší než kdykoliv v minulosti. V obrázku, který znázorňuje výkyvy teploty na severní polokouli >v posledních třiceti tisících letech<, je to růst tak rychlý, že se vejde do tloušťky čáry na pravém okraji grafu. [44] teploty za 30000 let

6.2 Oteplování pólů

Řekli bychom, že se vlastně nic neděje. Alespoň bude možné žít i v krajích, které doposud byly příliš chladné. [45] Obě polární oblasti, Arktida a Antarktida, nám asi připadají velmi vzdálené a bez života, ale pobřeží Antarktidy je velmi nápadně obydleno tučňáky a v Arktidě žijí i lidé.

[46] Tradiční život v chladných oblastech je ale ohrožován. Nejen [46] 10–13, 22, 25

Ukázat: *v nahrávce uváděnou poledovou dobu (to je jen pravá třetina grafu) a pak vertikální růst teploty až na hodnoty nad graf – odhady možných oteplení jsou v roce 2001 vyšší než před lety.*
(Hudební předěl *Ten v brněnské inscenaci není a pomlka je rušivě krátká, ač následuje nové téma.*)

jako v minulých desetiletích průmyslovým lovem velryb místo lovu pro místní potřebu, ale rychle se měnícím podnebím — změny jsou výrazné právě v okolí severního pólu. Vůbec nejrychlejší oteplování je zaznamenáno na Antarktickém poloostrově.

Ukázat: *onen poloostrov*

[47] Nápadné jsou také stále hojnější požáry severských jehličnatých lesů v suchých letních obdobích. Například ty, které zachvátily v roce 1995 okolí soutoku řek Velká medvědí a Mackenzie. Požáry jsou sice přirozenou součástí ekosystému severských lesů, ale tak velké v minulosti nebývaly.

[47] 41–51

[48] Dále k severu se oteplování projevuje například vysycháním jezer v arktické tundře. Ubývá i led, na který je vázán život mnoha polárních zvířat. V Antarktidě se rozpadají a mizí celé pobřežní ledovce, jak v roce 1997 ukázala výprava Greenpeace.

[48] 38–39, 52–56, 5

[49] Obec Tuk už postihuje zvýšení mořské hladiny i úbytek ledu v Beaufortově moři. Na volné hladině vznikají silnější bouře a silnější příboj. Ten rychle ubírá arktické pobřeží — v obci ustoupil plochý břeh až o sto metrů, a zmizel tak například sportovní stadion. [50] Jinde k destrukci pobřeží přispívají sesuvy půdy, která nyní rozmrzá.

[49] 60–62

[50] 63

[51] V severním Atlantiku i Pacifiku naopak klesá teplota vody [51] 68, „Velký ohříváč“ a také její slanost. Je to velmi nebezpečný jev, protože může úplně změnit proudění v oceánech, na které jsme zvyklí. [52] Modely [52] 70 proudění v atmosféře a oceánech totiž ukazují, že zvýšené množství skleníkových plynů dost možná povede k potlačení mohutného severoatlantického vytápění — na přechodnou dobu, nebo, pokud se složení atmosféry změní ještě více, i na řadu staletí. Grónsko, Island a celá Evropa by se tak možná i ochladily, a o to více by se oteplil ostatní svět.

7 Nové počasí

>>Když pořad v roce 1998 vznikal, skutečně se soudilo, že by k takovém zvratu mohlo dojít, tedy že by se mohla Evropa i začít ochlazovat. Vývoj znalostí jde v tomto ohledu ale rychle kupředu a novější, mnohem dokonalejší modely ukázaly, že k tomu téměř jistě nedojde. Teplý proudění na sever Atlantiku sice zeslábne, ale Evropa se přesto bude oteplovat.<<

Dívali jsme se na obrázky ze vzdálených krajin a viděli jsme, že už dnes je měnící se podnebí v takových oblastech vážným problémem. Jak je to ale u nás?

[53] Určitě si ještě pamatujete události z července 1997. Tedy záplavy v povodí Odry, Moravy a Orlice. Co se tehdy vlastně stalo? Nic zvláštního — sice dost přšelo, ale nijak výjimečně. Potíž byla jen v tom, že se srážková oblast neposouvala rychle k východu, jak je to obvyklé. Místo toho se zastavila právě u nás a ve Slezsku. A tak *na témže místě* vydatně přšelo ne několik hodin, ale *několik dní*.

Mohli bychom říci, že to byla prostě smůla, jaká se zkrátka jednou za několik set let přihodí. Ale nedůvěřujme tomu, že bude zase alespoň sto let pokoj. Dnešní měnící se složení ovzduší vede právě k častějšímu výskytu velkých výkyvů počasí.

[54] Čím je to způsobeno? Tím, že se zvýšily toky energie v přírodě. Výkon Slunce se mění jen nepatrně, ani ne o jedno promile, a i sluneční příkon až na povrch Země zůstává skoro stejný. Atmosféra se ale stala méně prostupná pro dlouhovlnné infračervené záření. Do vesmíru odchází nyní asi o čtyři watty na metr čtvereční méně záření než dříve. To není malý rozdíl, jsou to skoro dvě procenta původní hodnoty. Ta bývala v devatenáctém století stejná, jako příkon ze Slunce, tedy 240 wattů na čtvereční metr.

[53] série obrázků povodně 1997

[54] schéma zářivých toků; zůstává až do obr. snímků z družic nezůstává, jen nahrazeno následujícím sloupcovým grafem, což je správný zásah režiséra – pozůstalý graf by rozptyloval pozornost

Dnešní výdej energie je už menší než příjem a teplota Země proto roste. Za poslední století vzrostla asi o půl stupně. Zvýšilo se tak vyzařování směrem vzhůru, ale více přibylo infračerveného záření z atmosféry dolů — rozdíl je opět ony čtyři wattů na metr čtvereční. Zatímco z metru čtverečního odchází vzhůru asi 504 wattů, dolů dopadá celkem 508 wattů. Všimněme si, že na dlouhovlnné infračervené záření z toho připadá asi dvakrát více než na záření sluneční.

Jak skleníkových plynů přibývá, ohřívání se zrychluje. I kdyby se už v polovině příštího století složení atmosféry přestalo měnit, což se asi stěží podaří, nové rovnováhy se nedočkáme dříve než za dvě stě let. To bude ale už přinejmenším o tři stupně tepleji než na začátku dvacátého století.

55 Podívejme se ještě podrobněji, jak mnoho se různé plyny na ohřívání podílejí. Stálé skleníkové plyny vedou k ohřívání povrchu Země příkonem asi dva a půl wattu na metr čtvereční. Mírně přispívá i jedovatý přízemní ozón, naopak možná tak jeden watt na metr čtvereční v průměru ubírají prachové a kapalné nečistoty v ovzduší. Odhaduje se ale, že asi stejně mnoho jako stálé skleníkové plyny přispívá k neprostupnosti atmosféry její zvýšená

55 Příkladný příkon působený složkami atmosféry kromě vody — přidat k předch. obrázku *ve skutečnosti se obrázky vystřídají*

vlhkost, a tak se dostáváme k přebytku zhruba čtyř wattů na čtvereční metr, o němž jsme už mluvili.

[56] Větší příkon na povrch Země vede už dnes k silnějším dějům v atmosféře. Rozhraní mezi oblastmi různě proudícího vzduchu se silněji vlní a vznikající víry, tedy tlakové níže a výše, se jen neochotně podřizují obvyklému proudění od západu na východ.

[56] série snímků z meteorologické družice

Počasí a podnebí v budoucnosti je sice nejisté, ale určitě bude o dost jiné. [57] Jeho zkoumáním se zabývají *tisíce vědců* ve všech státech světa. Jejich varování si už zkušeni politikové všech demokratických zemí dobře uvědomují a pomalu se snaží vypouštění skleníkových plynů omezovat. Bohužel, zatím... příliš pomalu.

[57] publikace IPCC (světové a národní) *teď je tam jen jedna tlustá zpráva 1995, je nutno přidat 2000 a asi některé Summary for Policymakers*

8 Tropý a my

[58] Nejnápadnějším projevem zesílených atmosférických procesů jsou určitě tropické cyklóny. Při pohledu ze družice vypadá cyklón uhlazeně, ale na moři či na pevnině je tomu jinak. Cyklón Ofa zasáhl v roce 1990 jednoho únorového rána pobřeží Západní Samoje. Během dvou dní většina rodin ztratila všechno: domy, nábytek a úrodu.

[58] 1,3, fotka, kde Západní Samoa leží.

[59] Cyklón Ofa byl do té doby nejsilnějším zaznamenaným v Tichomoří. Ale už za necelý rok udeřil ve stejné oblasti cyklón Val, ještě silnější. [59] 4,6

[60] Zesílené vichřice se vyskytují i dále od rovníku, například takto nabrala na rychlosti eroze pobřeží v britském Norfolku. Pojišťovny vyplatily v posledních letech tak ohromné sumy, že musely velmi zdražit pojistné a v některých oblastech se už proti živlům nelze pojistit vůbec. [60] 7+22

[61] Měnící se klima vede také k častějším a výraznějším výkyvům proudění v Pacifiku a ovzduší nad ním. Takový nežádoucí stav je znám pod názvem El Niño, čili Jezulátko. Zvláště silné období El Niño probíhalo právě v uplynulých letech. V tropických pralesích Indonésie, zvyklých na hojnost deště, tehdy nastávají sucha a při nich požáry. V roce 1997 při nich na Borneu vinou dýmu v ovzduší

[61] 35–36, a ještě pokud možno nějaké další požáry *ty hořící konifery tam snad nepatří, nebo že by na Borneu takový les byl?*

[62] havarovalo i několik letadel.

[62] havarované letadlo

[63] Zatímco v Tichomoří jsou důsledkem sucha v normálně deštivých oblastech a naopak povodně v pouštích Peru a Chile, v suché oblasti Afriky a Asie se nedostatek vláhy ještě zvýrazňuje. Klesají tak už beztak nedostatečné výnosy obilí a rozšiřuje se hladomor.

[63] 40–41, 42–43

Odhaduje se, že vyšší teploty sníží v budoucnu produkci pšenice ve Spojených státech. Americká pšenice ale tvoří valnou většinu světových rezerv, které se používají, když je někde neúroda.

[64] Největší ohrožení cítí národy, jejichž území leží z velké části [64] 45–47 méně než jeden metr nad mořskou hladinou. Jde o celé korálové ostrovy a některá plochá pobřeží Asie. Ještě stále jsou některé z nich pozemským rájem. Ale při vichřici trvající několik dní voda pronikne daleko do vnitrozemí. Kam ze zničeného ráje jeho obyvatelé odejdou? A i když se jich do Evropy, Spojených států a Austrálie vejdou desítky miliónů, jak se budou cítit?

[65] I bohaté oblasti mírného pásma však budou mít své problémy. [65] 50–53, 55 Nejvážnější ohrožení asi představují teplejší zimy i léta, umožňující přežití a rozmnožování nepříjemných živočichů. V Anglii například sledují rostoucí množství krys, které by v budoucnu mohlo vést k nové morové epidemii. V každém případě se počítá s rozšířením tropických chorob na okraj dosavadního mírného pásma — například kožních chorob, malárie nebo žluté zimnice.

9 Co dělat?

Pokud vám už připadá globální oteplení jako skutečné nebezpečí, ptáte se asi, jak mu můžeme čelit. Docela účinně, budeme-li všichni chtít.

[66] Zvlášť u nás je to důležité, protože na jednoho obyvatele připadají u nás největší emise uhlíku mezi státy Evropské unie a zájemců o členství v ní. Více plýtvá jen málo zemí. V těch bohatých a rozlehlých, například ve Spojených státech, je to hlavně [67] vinou automobilové dopravy. Tam totiž připadá téměř jedno auto na obyvatele.

[68] Představte si, co by se stalo, kdyby do stejného stavu dospěla Čína. Dnes tam připadá jedno auto na několik set obyvatel. Její hospodářství se ale prudce rozvíjí a automobilový průmysl přede-

[66/2] Podívejme se blíže na to, kolik uhlíku uvolňují různé státy do ovzduší. U nás je to asi *tři tuny na hlavu a rok*. Větší emise na jednoho obyvatele mají kromě Spojených států nebo Austrálie také některé země těžící ropu, které přebytečný zemní plyn prostě spalují bez užitku, ale i Severní Korea, která zřejmě socialistické

[66] graf: tuny CO₂ na hlavu a rok v různých zemích *ne CO₂ ale fosilního uhlíku, tedy 3,7krát méně*

[67] 67-uzel ve městě, 13-čtyřfronta aut (z diafonu Tropy a my)

[68] počty aut na obyvatele v USA, Evropě a Číně *ve skutečnosti jen USA na jednom a Čína na druhém, obě 1995*

[66/2] znovu graf emisí fosilního uhlíku per capita a annum *Teď teprve dochází na podrobný komentář k onomu dvojgrafu, např.:*

plýtvání dovedla ještě dále než naše země. Mnohem bohatší evropské státy se chovají *daleko úsporněji*. Německo se nám blíží vinou své východní části, ale třeba Rakousko, patřící k několika zemím s nejvyšší životní úrovní na světě, spálilo v roce 1995 jen dvě tuny fosilního uhlíku na obyvatele a toto množství dále snižuje. Máme se od tohoto našeho souseda opravdu čemu učit.

[68a] Rekordní české emise oxidu uhličitého má zčásti na svědomí zastaralý průmysl. Ale nejen ten. Celá *polovina* oxidu uhličitého u nás vzniká kvůli *topení v chladném období roku*. Topení je přitom docela zvláštní věc.

[68a] Kouřící komíny

[69] Když jdeme ven do mrazu, tak se teple oblékneme. Nenapadne nás vzít si tenký oblek, pod který navíc fouká, [70] a ozbrojit se termofórem.

[69] člověk v teplém oblečení *promítá se bez dalšího impulsu*

[70] člověk zasouvající pod plášť termofór *promítá se bez dalšího impulsu*

Běžné domy ale jsou jako *lehké letní oblečení*. Když v nich chceme mít příjemnou teplotu i za mrazu, užíváme místo malého termofóru pořádně velkou soustavu topení, kterou protéká horká voda.

Přitom lze dát každému domu skutečné dobré zimní oblečení. Nejjednodušší je *utěsnit ho*, aby do něj nefoukalo a netáhlo jak komínem. [71] Stačí na to většinou takovéto samolepicí *proužky př-*

[71] těsnění do oken

nového polyetylénu, které se umístí na zárubně oken a dveří. ^[72] ^[72] lepení těsnění *promítá se bez dalšího impulsu, celkem trojice obrázků*
Jiné spáry lze *zatmelit*. ^[73] Komíny, které nejsou zrovna v pro- ^[73] tmelení
vozu, je pak nutné uzavřít *těsnými klapkami*. Odměnou je nejen
menší účet za topení, ^[74] ale i konec suchého vzduchu v mrazivých ^[74] vlhkoměr *promítá se bez dalšího impulsu*
dnech.

Takový údaj vlhkoměru, jako 37 %, byste pak už neměli vídat — je-li doma nebo ve škole vlhkost nižší než čtyřicet pět procent, je to nepříjemné a nezdravé. Zvlhčovat vzduch pomocí nějakých dodatečných zařízení je jako vybírat vodu z dřevé lodi: sice to pomáhá, ale mnohem rozumnější je loď (stejně jako dům) pořádně utěsnit. I pak lze loď podle potřeby umýt a dům běžně větrat, aby vlhkost v zimě nepřesahovala řekněme šedesát procent.

Jinou úpravou je zlepšení oken. ^[75] Lze k nim přidat další skleně- ^[75] schémata oken s uvedenými propustnostmi
nou tabuli s nanesenou neviditelnou vrstvou, která je ale *zrcadlem pro infračervené záření*. Nebo doplnit izolační okenici. Protože ale každá další vrstva přeruší zářivý přenos a proudění vzduchu, ^[76] ^[76] lepení fólie *asi trojice obrázků*
pomůže i opatření, které zvládne každý sám: nalepit na rám okna průhlednou fólii za tři koruny, a běžné okno hned izoluje alespoň o třetinu lépe. Pokud můžeme užít fólie dvě, propustnost běžného okna se zmenší na polovinu.

To je jen jeden příklad, kdy záleží na nás samých. ^[77] Jiný vidíte ^[77] série dia z montáže solárního systému na obrázcích — ano, i soustavy na sluneční ohřev vody si montují lidé sami nebo s pomocí přátel. Celou instalaci zvládnou tři lidé za dva dny. Takovou svépomocnou stavbu solárních systémů propaguje u nás Ekologický institut Veronica.

V případě slunečních kolektorů nejde o to, jak omezit plýtvání, ale jak využít toků energie v přírodě. Nejdostupnější možností takového druhu je ovšem používat k topení dříví, které by jinak zetlelo v lese. Stačí je přitáhnout a usušit. Znáte jistě rčení o nošení dříví do lesa. Označuje se jím zbytečná práce. Bohužel, dnes je docela běžné, že ve vsi obklopené lesy se topí uhlím. Úsloví, že někdo *vozí uhlí do lesa*, ale naše předky ani nemohlo napadnout. Tak by si přece mohl počínat jen šílenec.

Namítnete asi, že tolik dřeva, kolik byste na zimu potřebovali, nemáte kam dát. V takovém případě je na místě pustit se do nákladnějších opatření. Taková opatření by měla být samozřejmá u nových budov i při opravách starých. ^[78] Budova by měla obsahovat *dobrou izolační vrstvu*, oddělující teplé prostory od chladného okolí. Náš obrázek záměrně ukazuje izolační vrstvu jako tlustší než nosnou zeď. Tak by to totiž mělo být — přidávání tenkých ^[78] řez stěnou, kde většinu tloušťky tvoří izolace

izolačních vrstev, které je dnes běžné např. při opravách panelových domů, je plýtváním penězi. Až izolace tlustá >nejméně dvacet centimetrů, lépe čtyřicet centimetrů< přináší skutečně novou kvalitu — a nestojí o moc více.

[79] Nová okna by měla být vždy *ze tří vrstev*, které by měly [79] superokno být upraveny tak, aby se uvnitř okna téměř vyloučil přenos energie dlouhovlnným infračerveným zářením. Prostřední vrstva nemusí být skleněná — dokonalejší řešení je užít fólii, která je na obou stranách opatřena neviditelnou odraznou vrstvičkou. Vnitřek okna má být naplněn netečným argonem nebo ještě lépe kryptonem a okno pak izoluje >aspoň čtyřikrát< lépe, než je dnes obvyklé.

[80] Dobře postavené nebo opravené budovy potřebují na vytápění jen asi desetinu toho množství energie, které je běžné dnes. Vratíme-li se ke dříví, stačí pak na jeden byt asi dva krychlové metry ročně — v takovém případě bychom na topení a ohřev vody opravdu nepotřebovali žádná fosilní paliva.

[80] pohled na dobrou budovu *ten tam zatím není, ale mohl by se hodit, zkusím nějaký vybrat... V původním scénáři byl navržen před „řezem“ a „oknem“, zde se hodí líp.*

V dobře izolovaných, těsných a optimálně větraných domech se kromě toho daleko příjemněji bydlí. Jak takových budov bude přibývat, emise oxidu uhličitého mohou klesat.

(Závěrečná slova do hudby a titulků.)

Možností, jak neplýtvat energií a tím omezovat emise skleníkových plynů, je daleko více. [81] Skoro ve všech případech lze stejných výsledků docílit se čtvrtinovou spotřebou energie. Právě o tom se píše ve slavné knize *Faktor 4*, která ukazuje spoustu inspirujících příkladů z praxe. V Evropské unii se dnes mluví stále více o faktoru 10, a i takových příkladů přibývá. Jde jen o to, dále se v tomto ohledu *vzdělávat*. A samozřejmě pak podle toho *jednat*.

[81] kniha Faktor 4, Global Warming aj. *Původně jsem chtěl více než jeden dia, ale asi by to rozptylovalo.*

Na nás záleží, jaká bude budoucnost. Na mě a na vás. ona je na předchozím obrázku, ale měla by být asi zvlášť, ne GW ale ta novější Houghtonova, je výborná [82]

[82] titulky
(Prostor pro potlesk. Pokud k němu dojde, lze nabídnout ještě interakci:)

.....

10 diskuse

Jsem rád(a), že vás náš úvod zaujal. O trochu více informací je k dispozici v brožuře, kterou mají k dispozici vaši učitelé, a kterou si můžete koupit i vy. Jsou tam i odkazy na další literaturu. Pokud

vás ale už během představení napadly nějaké otázky, můžete mi je hned položit. Rád(a) vám zkusím odpovědět.

... Nashledanou.

Zdroje obrázků

Hlavní předlohy obrázků:

- Zkratka *GB1* znamená anglické vydání první zprávy německého parlamentu („German Bundestag“).
- Zkratka *GW* kniku Global Warming. Uvedeno je pak číslo strany.
- *Joos* je jméno autora článku v *Europhysics News* 6/96, pp. 213–218. Uvedeno je číslo obrázku. Obrázky ale jsou k dispozici ve zdrojovém PostScriptovém tvaru na autorově počítači na University of Bern.
- Nejvíce obrázků bude ale převzato bez úpravy ze dvou diafonů Greenpeace

Obrázek pro počítačovou expozici diapozitivu v pražském planetáriu má mít udán rozměr 7.33×11 palců a počet bodů ve vodorovném směru má být asi 2000. Takto by měly být připraveny všechny obrázky, které vyžadují počítačové úpravy, nebo budou počítačově vytvořeny.

Seznam obrázků

- 1 Slunce se skvrnami *režisér takový obrázek nezařadil*
- 2 slunce přes kruhový otvor >v disketě $5\frac{1}{4}$ " jen málo osvětluje ubrus<
- 3 slunce přes kruhový otvor osvětluje >ubrus< vydatněji
- 4 pohled z horského vrcholu na hory v dálce, vzduch pod horami kalný
- 5 kumuly nad kalnou vrstvou
- 6 vysoké kumuly
- 7 vrstva stratokumulů
- 8 člověk na slunci
- 9 — vešel do stínu
- 10 několik snímků s výsledkem: 2 teploměry ve spektru slunce, 1 ve stínu

11 serie o pozorování a fotografování slunečního spektra, na konci detailní foto spektra i s blízkým infračerveným zářením, s vyznačením infračervené části *Ve skutečnosti jsou zde jen dva obrázky – pohledy na první řád spektra a kousek druhého, které demonstrují hlavně složení pigmentů diapozitivu. Je velmi žádoucí pořídit obrázky jednak s věrnějšími barvami a pokud možno i s terrestrickými pásy kyslíku (Fraunhoferovými čarami A a B) a jednak i takové, které z boku ukazují, jak spektrum vidět a jak se pak fotí.*

12 Postupně se vykreslující a popisující schéma: sinusovky pro oranž. světlo, všechno světlo, infračervené a UV záření s vyznačenými úsečkami jedné vlnové délky, dole od nich stupnice vlnových délek.

13 Pohled na skupinu osob a jejich teplotní snímek

14 spirála infrazářiče

15 foto vlákna žárovky *dosavadní obrázek má příliš výraznou baňku, ta by měla být jen velmi slabounce znatelná*

16 graf: Planckova křivka pro Slunce, žárovku a člověka *není zařazen*

17 Pohled zevnitř na okno, venku jíní *venku by mělo být víc šero*
– *zasněžená denní krajina přes okno ve dne hřeje*

18 Dům v mraze, infrakamerou zvenku

19 okolí Vener

20 celá Země (místy zatažená) a Venuše, obě ne zcela v úplňku

21 skleník

22 dusík, kyslík, argon a přírodní skleníkové plyny (schémata molekul)

23 mrazivé velehory

24 tropy

25 horká poušť

26 důkladně oblečený člověk na poušti, nejlépe na témže místě

27 obrázky Venuše a pak postupně dalších planet (s fázemi lehce odlišnými od úplňků; zůstávají s přestávkou až do obr. ledových dob) *Fáze všech planet by měly být stejné a Venuše pěkně bílá, jak*

je to ve skutečnosti – v Brně to tak zatím není a Venuše je ta stará UV se zesíleným kontrastem, což je zavádějící. Vhodné by bylo, kdyby planety postupně přibývaly, tj. na konci po přestávce na spektrum by skutečně byly čtyři, nejlépe i ve správných poměrech velikostí.

28 Luna

29 Země

30 cirry

31 Spektrum Země (*jen během promítání tohoto obrázku by planety měly zmizet*)

32 Mars

33 graf: teplota, koncentrace metanu a oxidu uhličitého za 160 tisíc let — zůstává do konce kapitoly

34 bublinky v ledu

35 důl a továrna s komíny, zůstává dále

36 graf růstu koncentrace oxidu uhličitého (*nutno zesvětlit modré značky!*)

37 ropné pole, rafinerie, zůstávají dále

38 oxidace metanu (obrázek molekul)

39 Emise a růst obsahu uhlíku v ovzduší; další obr. se přidávají až do růstu teplot

40 schéma: účinnosti skleníkových plynů

41 schémata molekul freonů

42 i účinnosti freonů

43 růst teploty v uplynulých 600 letech

44 teploty za 30000 let

45 67, 2-4, 7-8

46 10-13, 22, 25

47 41-51

48 38–39, 52–56, 5

49 60–62

50 63

51 68, „Velký ohřívač“

52 70

53 série obrázků povodně 1997

54 schéma zářivých toků; zůstává až do obr. snímků z družic *nezůstává, jen nahrazeno následujícím sloupcovým grafem, což je správný zásah režiséra – pozůstalý graf by rozptyloval pozornost*

55 Přídavný příkon působený složkami atmosféry kromě vody —
přidat k předch. obrázku *ve skutečnosti se obrázky vystřídají*

56 série snímků z meteorologické družice

57 publikace IPCC (světové a národní) *teď je tam jen jedna tlustá zpráva 1995, je nutno přidat 2000 a asi některé Summary for Policymakers*

58 1,3, fotka, kde Západní Samoa leží.

59 4,6

60 7+22

61 35–36, a ještě pokud možno nějaké další požáry *ty hořící konifery tam snad nepatří, nebo že by na Borneu takový les byl?*

62 havarované letadlo

63 40–41, 42–43

64 45–47

65 50–53, 55

66 graf: tuny CO₂ na hlavu a rok v různých zemích

67 67-uzel ve městě, 13-čtyřfronta aut (z diafonu Tropy a my)

68 počty aut na obyvatele v USA, Evropě a Číně

69 člověk v teplém oblečení

70 člověk zasouvající pod plášť termofór

71 těsnění do oken

72 lepení těsnění

73 tmelení

74 vlhkoměr

75 schémata oken s uvedenými propustnostmi

76 lepení fólie

77 série dia z montáže solárního systému

78 pohled na dobrou budovu *ten tam zatím není, ale mohl by se hodit, zkusím nějaký vybrat...*

79 řez stěnou, kde většinu tloušťky tvoří izolace

80 superokno

81 kniha Faktor 4

82 kniha Global Warming *ona je na předchozím obrázku, ale měla by být asi zvlášť, ne GW ale ta novější Houghtonova, je výborná*

83 titulky

O představení

Globální oteplení a my

je název pořadu, který připravila Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně
ve spolupráci se Společností pro trvale udržitelný život.

V planetáriu si při něm uvědomíte, že teplota povrchu Země i jiných planet závisí především na síle tzv. **skleníkového jevu**. Dozvíte se, jak měníme složení ovzduší, a pochopíte, že podnebí se bude čím dál výrazněji měnit a že už dnes je jiné než před deseti lety.

Bude-li vám pak připadat, že na tak závažnou věc je nutné důrazně reagovat, nabídneme vám možnosti právě pro vás: **co můžete sami dělat, abyste svůj vlastní podíl na oteplování Země hned a podstatně začali snižovat.**

Představení trvá padesát minut. Zájemci si pak mohou vzít leták, shrnující podstatné informace, případně si koupit podrobnější brožurku zahrnující i scénář pořadu (pro učitele je zdarma). Další informace jsou dostupné elektronicky na

<http://amper.ped.muni.cz/gw>

Pořad, kterým provází autor scénáře Jan Hollan, vznikl za finanční podpory **Ministerstva životního prostředí** České republiky a **Nadace Partnerství** a s využitím podkladů poskytnutých **Greenpeace** Česká republika.

Zdroje informací použité v pořadu:

Několik diagramů je převzato od Fortunata Joose
z Univerzity v Bernu
(<http://www.climate.unibe.ch/~joos/publications.html>),
další jsou z dat, která programem GENLN2 spočítala Helen Brindley
z Hadleyova centra Britské meteorologické služby
(<http://www.meto.govt.uk/sec5/sec5pg1.html>)
a z dat dostupných na
<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/pubs/mann1998/frames.htm>
<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/antarctica/vostok/>
<ftp://medias.meteo.fr/paleo/icecore/greenland/summit/grip>

Schéma oceánských proudů je z knihy **John Houghton: Globální oteplování**

(překlad Květa Jeníková a prof Ing. Jan Jeník, CSc.,
vydala Academia, Praha 1998,
originální vydání **Global Warming: The Complete Briefing**
Lion Publishing, Oxford 1995)

Dále byla rozsáhle využita první a třetí zpráva
Enquetekommission Vorsorge zur Schutz der Erdatmosphäre
Spolkového sněmu Spolkové republiky Německo

a zpráva Mezivládního panelu pro změnu klimatu **Climate Change 1995**

(viz též <http://www.ipcc.ch>)

Elektronické informace o pořadu,
o globálním oteplování

a o tom,
jak může každý omezovat svůj podíl
na růstu skleníkového jevu
jsou dostupné na
<http://amper.ped.muni.cz/gw>
a
<http://www.veronica.cz>