

Ledová doba je vyloučena „s astronomickou přesností“

Jan Hollan

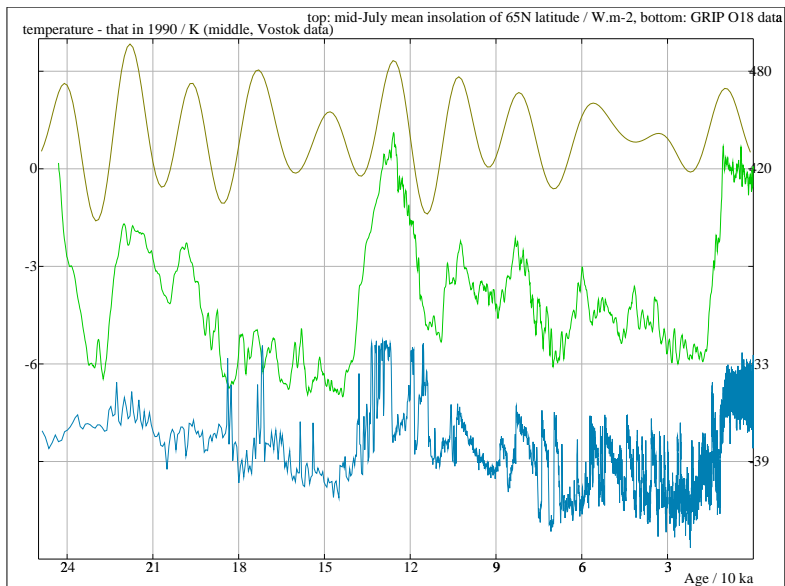
18. prosince 2000

Četl jsem mockrát, že začátek velkých změn klimatu je řízen změnami oslunění různých zeměpisných šířek vlivem změn geometrie pohybu Země (Milankovičova teorie, viz www.mpae.gwdg.de/EGS/egs_info/milankovic.htm).

Také se často setkávám se starým nedorozuměním, že když je tu holocén už deset tisíc let, měl by brzo skončit, neb minulý interglaciál (ani předešlá teplá období) tak dlouho netrval.

Jestliže je ale řídicím faktorem změna insolace, nejsme odkázáni na (zavádějící) hádání, že současná poledová doba bude podobná předcházejícím, ale můžeme se spolehnout na astronomické předpovědi budoucího oslunění. Ty říkají jasně, že současné teplé období bude trvat alespoň tak dlouho jako předcházející ledová doba! To platí zcela jistě i bez antropogenního zesílení skleníkového jevu.

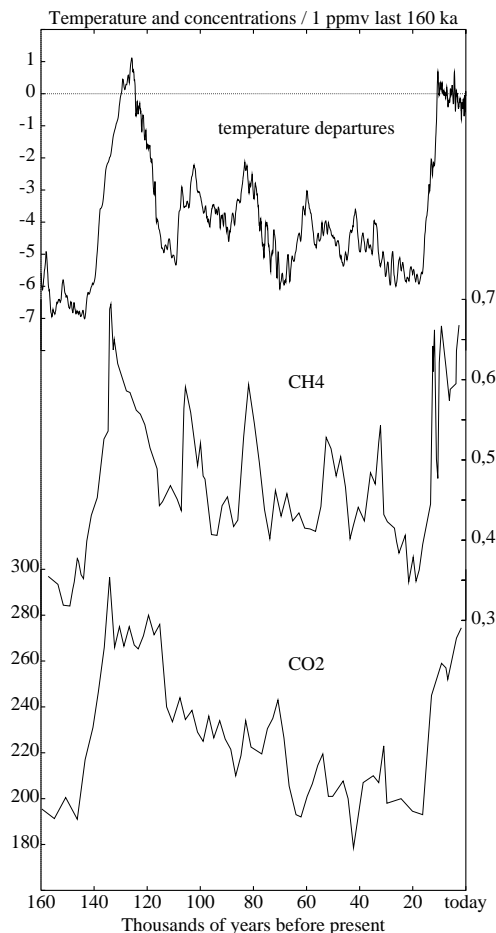
Příštích sto tisíc let bude trajektorie Země takřka kruhová a žádná období, kdy by v šířkách kolem severního polárního kruhu byla v letním období krajina málo osluněna, nemohou proto nastat. Studená tisíciletí se vyskytují jen tehdy, když Země prochází odsluním (apoheliem, nejvzdálenějším bodem své orbity kolem Slunce) během nejteplejších severních měsíců, a když je navíc toto odsluní skutečně daleko. Poslední podmínka je splněna jen v dobách, když má zemská orbita velkou výstřednost. Hodně velké výstřednosti dosáhne oběžná trajektorie Zem až za více než půl miliónu let a zalednění proto do té doby nehrozí.



Nyní si znázorníme souvislost mezi osluněním a globálními teplotami. Abychom to mohli udělat, potřebujeme data z <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo>. Obrázek z nich zhotovený ukazuje tři křivky. Horní udává průměrné oslunění severní zeměpisné šířky 65 stupňů (watty na čtvereční metr vodorovné atmosféry) uprostřed července. Jak vidno, oslunění kolísá mezi 390 a 490 W/m² (data jsou převzata z [1]).

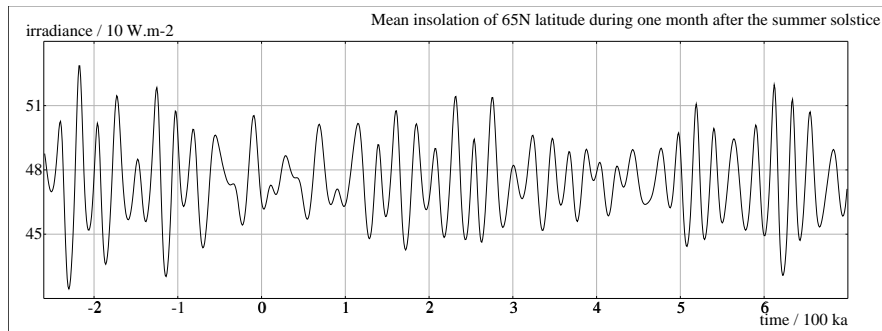
Střední křivka ukazuje dobře globální teploty. Přesněji, zčásti opomíjí severní polokouli, neboť data jsou z ledového jádra z vrtu na antarktické stanici Vostok [2].

Spodní křivka je z grónského vrtu GRIP; nejsou udány samotné teploty, ale jen relativní obsahy izotopu kyslíku O¹⁸. Ty jsou indikátorem převažujících teplot v severním Atlantiku. Je nápadné, že se v této oblasti objevovalo mnoho rychlých změn; ty byly téměř jistě způsobeny různými stavy oceánského proudění v Atlantiku (obvyklý stav je teplý proud k severu). Nicméně vyhlazená křivka by byla docela podobná křivce uprostřed, tj. dlouhodobé změny teplot jsou skutečně celosvětové.



Souvislost oslunění severních šířek a globálních teplot je skutečně nápadná. Jak je taková shoda možná? Odpověď je dána trendy v zaledňování. Teplá severská léta vedou k úbytku ledového příkrovu, kdežto během chladných letních období (a teplejších zim s většími srážkami) souvislá sněhová pokrývka roste. To ovlivňuje nejen albedo Země (více sněhu znamená, že sluneční záření se nepohltí, ale odchází nevyužito do vesmíru), ale nějak i obsah metanu v ovzduší. Mnoho metanu je obsaženo v hydrátech v permafrostu a na mořském dně ve vysokých severních šířkách, oteplování jej může uvolnit do vzduchu. Velké teplotní změny jsou změnou oslunění jen spouštěny, jejich velký rozsah je nicméně možný jen vlivem velké změny v obsahu skleníkových plynů v atmosféře. Údaje o metanu jsou z [4], o CO₂ z [5].

Nyní k budoucnosti. Abych zjistil oslunění severní 65. rovnoběžky, použil jsem program insola z [6]. Výsledek je v následujícím obrázku.



Můžete si všimnout, že hodnoty pro minulých 260 tisíc let jsou trochu vyšší než v prvním obrázku. To je dáno hlavně trochu jinou částí léta, pro kterou data platí (a zčásti i jinou „sluneční konstantou“, použil jsem $1366,3 \text{ W/m}^2$).

Hlavní výsledek je, že oslunění rozhodujících severních šířek uprostřed léta neklesne tak nízko jako na počátku minulé doby ledové (před 111 ka) ještě 0,6 Ma. Vůbec první výrazný pokles letního oslunění nastane asi za 130 tisíc let, ale nebude zdaleka tak hluboký jako ty, které nastartovaly dvě poslední ledové doby. Můžeme tak říci, že neexistuje žádná představitelná příčina nového zalednění alespoň pro oněch 130 ka. Dostí pravděpodobně nemůže dokonce nová doba ledová začít dříve než za 620 tisíc let ode dneška.

Obávat se, že se k nám znovu přiblíží ledový příkrov je věru legrační starost. Mnohem více bychom se měli mít na pozoru před překotným skleníkovým jevem, který by naši Zemi mohl změnit v druhou Venuši ještě před oním půlmiliónem let!

Reference

- [1] Berger, A., 1992, Orbital Variations and Insolation Database. IGBP PAGES/World Data Center-A for Paleoclimatology Data Contribution Series # 92-007. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA. See <ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/insolation>, soubor orbit91.
- [2] Mnoho autorů, hlavně J. Jouzel et al.; soubor s vysvětlivkami a daty je ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/antarctica/vostok/vostok_deld.txt
- [3] GRIP Ice Coring Effort, viz soubor gripinfo.htm v adresáři <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/greenland/summit/document/> Data pro O18, udávající minulé teploty, jsou v souboru gripd18o.txt v adresáři <ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/greenland/summit/grip/isotopes/>. První uvedená (nejnovější) práce o nich je
Johnsen, S.J., H.B. Clausen, W. Dansgaard, N.S. Gundestrup, C.U. Hammer, U. Andersen, K.K. Andersen, C.S. Hvidberg, D. Dahl-Jensen, J.P. Steffensen, H. Shoji, A.E. Sveinbjörnsdóttir, J.W.C. White, J. Jouzel, and D. Fisher. 1997. The d18O record along the Greenland Ice Core Project deep ice core and the problem of possible Eemian climatic instability. *Journal of Geophysical Research* 102:26397-26410.

- [4] Chappellaz et al, Nature 345, 127-131 (1990). Data ze souboru
<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/antarctica/vostok/ch4.txt>
- [5] Barnola et al, Nature, 329, 408-414 (1987). Data ze souboru
<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/paleo/icecore/antarctica/vostok/co2.txt>
- [6] <ftp://ftp.bdl.fr/pub/ephem/sun/la93>. Citace tam uvedená zní:
Laskar, J., Joutel, F., Boudin, F.: 1993, Orbital, precessional and insolation quantities for the Earth from -20 Myr to + 10Myr Astron. Astrophys. 270, 522

Jan Hollan,

tel. +420 (5) 43 23 90 96



Hvězdárna a planetárium M. Koperníka

41 32 12 87

Kraví hora 2

<http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan>

616 00 Brno

e-mail hollan@ped.muni.cz