

Nový pohľad na niektoré prírodné globálne procesy - Skleníkové javy, globálne otepľovanie, globálne ochladzovanie, globálne klimatické zmeny - časť 4.

Babčan Ján · Prírodné vedy

18.05.2011



Pojmy - globálne otepľovanie, globálne klimatické zmeny, skleníkové efekty, skleníkové javy atď - vzbudzujú u obyvateľov našej planéty prinajmenšom vážne obavy, u mnohých už aj konkrétne nebezpečenstvo a strach o vlastný život, majetok a neznámu budúcnosť. Snáď najviac citovaným fenoménom z uvedenej oblasti boli a ešte aj sú javy pripisované skleníkovým efektom, avšak v postupnej príčinnej súvislosti treba na prvom mieste predsa len uviesť globálne otepľovanie. Jeho dôsledkom sú tak globálne klimatické zmeny ako aj skleníkové efekty.

Kapitola 5 Globálne otepľovanie

Súčasnú globálne otepľovanie, ako prírodný fenomén, sa od začiatku 18. storočia šírilo nebadane, ale s veľkou vehemenciou sa začalo prejavovať v druhej polovici 20. storočia. Dôsledky globálneho otepľovania vyvolali najväčšie občianske hnutie protestov, zdanlivo proti novodobým technológiám, ale v skutočnosti proti prírode. Stačil jeden omyl vedeckého pracovníka a jeho hypotéza o skleníkovom efekte (SE) pohla milióny obyčajných ľudí, ale i vedcov, vlády rôznych zemí, ochránárske organizácie a pod., k vytváraniu zoskupení a medzinárodných dohôd proti tomuto fenoménu.

Zvyšovanie teploty veľkých regiónov Zeme a s tým súvisiace pohromy, prinútilo tamajších obyvateľov obrátiť sa na ostatných pozemšťanov so zúfalou prosbou o pomoc, pretože doslova strácali pôdu pod nohami. Súdržnosť ľudí prekvapila. Na pomoc prišli i mnohé vlády, škoda len, že podnety, ktoré vyšli z tejto gigantckej akcie boli a sú klamné a nemohli viesť k želanému úspechu, ako o tom budeme hovoriť.

V čom je podstata globálneho otepľovania?

Teplota zemského povrchu pred cca piatimi desiatkami rokov začala výrazne stúpať. Tento trend dlho pokračoval, v poslednom čase sa spomalil. Dôsledkom bolo niekoľko negatívnych javov - topenie ľadovcov s hrozbou zvýšenia hladiny oceánov, zatápanie pobrežných oblastí a ostrovov (zánik úrodných polí, hlad apod.), posun vegetačných pásiem z terajších teplých do studených oblastí, rozšírenie živočíšnych a rastlinných ekosystémov do nových oblastí (s príslušnými chorobami) atď. Zvyšovanie teploty sa

dávalo do súvislosti s rastom koncentrácie CO₂ v atmosfére Zeme.

Niekoľko bádateľov a ochrancov prírody si totiž spomenulo na hypotézu pôvodu vysokej teploty venušianskej CO₂-atmosféry, ktorá mala vzniknúť pôsobením tzv. skleníkového efektu, znikajúceho na báze CO₂. Jav sa stal hrozbou aj pre Zem, v jej atmosfére sa CO₂ začal hromadiť v dôsledku rozvíjajúcich sa technológií, za ktoré bol vinený človek. Vyhlásila sa doslova vojna proti obohacovaniu atmosféry o CO₂ v emisiách produkovaných továrenskými komínmi a inými výrobami.

Skutočná situácia je však v mnohých smeroch úplne iná než ako sme ju vykreslili v predchádzajúcich riadkoch – globálne otepľovanie má iný pôvod, skleníkový efekt na Venuši vzniká a pôsobí ináč, jeho aplikácia na pozemské podmienky je zavádzajúca atď.

Okolo fenoménu **globálne otepľovanie** (ďalej len GOT) je veľa rozporov, pri čom sa ukazuje, že GOT je vlastne príčinou mnohých ďalších prírodných javov, z veľkej časti veľmi škodlivých, vyvolávajúcich priamo i nepriamo ohrozenie ľudí a iných živých organizmov. Sprvu sa zdalo, že hlavné nebezpečenie GOT spočíva v topení ľadovcov všetkých typov, čo malo spôsobiť vzostup hladiny morí a oceánov a následne zatopiť nízko ležiace pobrežné oblasti a ostrovy, z toho potom vyplynuli pedologické, ekonomické a sociálne dopady.

Ukázalo sa však, že reálne účinky GOT sa prejavujú nielen v prímorských oblastiach, ale i v širokom vnútrozemí – hrozí nedostatok pitnej vody, klimatické podmienky tropických a subtropických krajín sa postupne presúvajú na sever, čo má za následok rozširovanie teplomilnej fauny a flóry a naopak vymieranie pôvodných druhov atď.

V názoroch na pôvod globálneho otepľovania môžeme nájsť veľké rozdiely – od absolútneho popierania existencie týchto javov až po názor, že ho spôsobuje slnečné žiarenie. Veľmi rozšírený je názor o vyvolaní otepľovania pôsobením skleníkových javov na zemskom povrchu. Ako sme uviedli v predchádzajúcom článku, je to zavádzajúci názor, pretože skleníkové systémy vlastné teplo negenerujú, ale vyvoláva ho transformácia slnečného žiarenia a jeho premena na tepelné žiarenie.

GOT, ako aj jeho antipól – globálne ochladzovanie (v ďalšom GOC), sú vedecky dokázané javy vyskytujúce sa na zemskom povrchu. Dôsledkom zníženia teploty zemského povrchu môže nastať až jeho zaľadnenie. Dôležitým vzájomným vzťahom GOT a GOC je, že sa na zemskom povrchu striedajú, pri čom prechod z jedného do druhého klimatického stavu sa deje postupne. Sú geologické dôkazy, že tieto zmeny na Zemi prebehli už viac krát, pri čom ich časové trvanie bolo rôzne.

Každý proces prebiehajúci na zemskom povrchu potrebuje k svojmu priebehu energiu, buď ju vyprodukuje sám nositeľ procesu, alebo ju získa z iných zdrojov. Aby globálne otepľovanie zemského povrchu mohlo prebiehať, daná oblasť musí dostať veľmi veľa energie. V predstihu môžeme ukázať a v ďalšom texte potvrdiť, že hlavným, prakticky jediným významným zdrojom energie globálneho otepľovania zemského povrchu je slnečná energia. V nepatrnej miere k tomu niečo prispievajú sopky a niektoré ďalšie zdroje vnútorného tepla zemských hĺbok.

Z histórie je známe, že už starí Egypťania verili, že zdrojom energie, ktorá ohrieva

Zem, je Slnko. Pre nich a ďalšie generácie zostala nevysvetlená otázka, ako si Slnko energiu vyrába. Prvé novodobé, na mýtoch nezávislé predstavy o zdrojoch energie Slnka sa objavujú až v 17. storočí nášho letopočtu. Neznámy autor vyslovil totiž myšlienku, že Slnko získava energiu permanentným stláčaním svojej hmoty v dôsledku silného gravitačného poľa. Výpočty ukázali, že tento zdroj energie by postačoval asi len na 30 miliónov rokov. V 19. storočí významný nemecký lekár a fyzik R. Mayer vyslovil hypotézu (1848), že Slnko získava svoju energiu z dopadu komét a iných meteoritických telies. Hypotéza bola taktiež na základe matematických výpočtov odmietnutá.

V roku 1932 americký fyzik nemeckého pôvodu A.H. Bethe zverejnil predstavu, podľa ktorej vo vnútri Slnka prebiehajú jadrové procesy premeny vodíka na hélium. Spolu s ďalšími odborníkmi (najmä C.F. Weizsäcker et al.) zostavili niekoľko cyklov jadrovej premeny vodíka, pri ktorej sa uvoľňuje obrovské množstvo energie. Táto sa potom vo forme žiarenia (fotónov) i ďalších častíc (jadrá hélia, neutróny a pod.) dostáva na povrch Slnka a odtiaľ sa rozširuje do vesmírneho priestoru a zasahuje aj zemský povrch.

Podľa meraní a výpočtov firiem zaoberajúcich sa využitím solárnej energie (Energy Centrum, Bratislava, 2006, Solar Energy System, Košice, 2009) celkové žiarenie Slnka v terajšej dobe odpovedá $3,9 \cdot 10^{26}$ J. Z tohto množstva na zemský povrch dopadá $1,8 \cdot 10^{14}$ kW slnečnej energie, čo je obrovský energetický potenciál, ktorý hýbe atmosférou Zeme, oceánmi a energiou zabezpečuje všetky príslušné funkcie Zeme.

Celkové potreby energie Zeme sa odhadujú na 13 TW ($13 \cdot 10^{12}$ wattov), čo v prepočte znamená, že dopad slnečnej energie je 14 000 krát väčší ako je spotreba pozemských spotrebičov a spotrebiteľov. Priemerná teplota zemského povrchu je 15 °C, keby nebol prísun slnečnej energie zemský povrch by mal teplotu "len" mínus 265 stupňov Celsia.

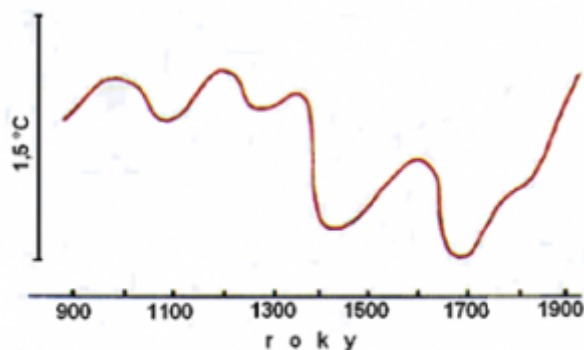
Prepočtom údajov o celkovom množstve slnečnej energie dopadajúcej na zemský povrch vychádza, že na každý m^2 osvetlenej zemskej plochy dopadne 707 wattov slnečného žiarenia, a to bez rozdielu, či je zemský povrch voľný alebo je pokrytý skleníkovými systémami. Ako sme sa už v predchádzajúcej kapitole zmienili, nie všetko žiarenie sa premení na teplo. Časť žiarenia sa transformuje kontaktom s voľným zemským povrchom a jeho súčasťami (minerálmi, horninami, vodnými nádržami, flórou i faunou atď.).

Historická geológia dokazuje, že množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch, nebolo vždy v minulosti rovnaké. V období, ktoré charakterizujeme ako globálne otepľovanie, muselo na zemský povrch dopadnúť a transformovať sa na teplo podstatne viac slnečného žiarenia ako v období globálneho ochladzovania. Vysvetlenia, prečo k tomu v minulosti Zeme dochádzalo, sú rôzne.

Niektorí autori sa domnievajú, že tieto odlišnosti boli vyvolané posunmi orientácie zemskej osi, iní to pripisovali zmene vzdialenosti Slnka a Zeme, alebo, dokonca, i zmene rotácie Mliečnej cesty.

Globálne ochladenie, chápané ako doba ľadová, vznikalo zrejme tým, že zemský povrch nedostal potrebné množstvo slnečného žiarenia, alebo ho dostal podstatne menej ako v

teplejších dobách. Okrem toho zemský povrch, ako uvedieme neskoršie, môže stratiť veľké množstvo už predtým prijatého tepla, pretože Zem ako žiaric energie (pozri ďalšiu kapitolu), časť tepla vyžaruje do svetového priestoru.



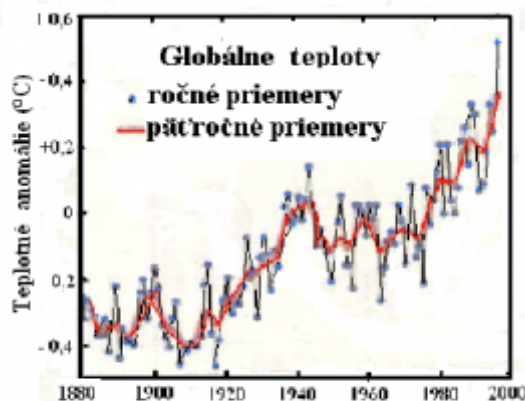
Obr.1. Zmena teplôt v rokoch 900 až 1900
(podrobnosti v texte)

Prvá dokázaná ľadová doba postihla časť prakontinentu Pangea pred 2,3 mld. rokov. Veľké, prakticky celoplanetárne zaľadnenie bolo v mladšom paleozoiku (pred 750 až 650 mil. rokov). Najpodrobnejšie sú preskúvané ochladenia a oteplenia vo štvrtohorách (spred 1,8 mil. rokov až dodnes). Pri ochladení sa ľadovcové polia na severnej pologuli Zeme rozšírili až na naše územie. Posledné zaľadnenie geológovia datujú do obdobia pred 10 000 rokmi (M. Mišík, et al., 1985). Teploty v ľadovom období boli o 4 až 7 °C nižšie než sú dnešné teploty. Potvrdzujú to predovšetkým údaje z izotopických analýz vrtných jadier arktických ľadovcov a údaje zo vstupu izotopov kyslíka do uhličitanových minerálov a hornín, ktoré v danom období vznikali.

Výkyvy teplôt zemského povrchu však majú aj podstatne kratšie obdobia ako hodnoty uvedené v predchádzajúcich odsekoch. Na obr. 1 je diagram zmien teplôt európskeho územia (N. Flohn, 1975) v rokoch 900 až 1900, obr. 2 zachycuje globálne zemské teploty v rokoch 1880 až 2000 (cituje Wikipedia, 25.2.2010). V tomto prípade sa o príčinách zmien už asi nedá hovoriť ako o zmenách vzdialenosti Slnka a Zeme, ale príčiny zmien treba hľadať v iných súvislostiach.

Ak prijmeme hypotézu jadrových procesov ako energetických zdrojov Slnka, musíme sa zamyslieť i nad ich mechanizmom. Iný mechanizmus treba predpokladať pri štarte jadrových procesov (explózia v pravom zmysle slova), iný pri vlastných ("prevádzkových") jadrových procesoch, ktoré v určitom zmysle pripomínajú chemické reakcie, takže aj ich intenzita môže byť podmienená radom parametrov.

Slnčná aktivita, ako sa ukazuje, nie je konštantná (A. Hajduk a J. Štohl, 1987), ale má rôznu intenzitu, prejavujúcu sa zmenami slnečného žiarenia. Známe sú určité cykly slnečnej aktivity, napr. jedenástočný cyklus. Menej je však známe, že tento cyklus nie je až tak presný, uvádza sa napríklad jeho rozmedzie 9 až 14 rokov, dokonca niekedy celý cyklus alebo niekoľko cyklov úplne vypadne.



Obr. 2. Priebek zmien teploty Zeme v rozmedzí rokov 1880-2000

Určité náznaky podstaty výkyvov slnečného žiarenia naznačuje obdobie nazývané **malá doba ľadová**, ktorú možno vyčítať i z obr. 2a. Koncom 16. storočia a cez celé 17. storočie totiž, podľa kroník (najmä z alpských oblastí), priemerné ročné teploty výrazne poklesli oproti maximu predchádzajúcich období. Senzáciou bolo neskôr zistenie, že malá doba ľadová sa temer kryje s obdobím, keď Slnko nemalo žiadne čierne škvrny (1645 - 1715, tzv. Maunderové minimum).

Dnes totiž vieme, že slnečné škvrny sú sprievodným znakom zvýšenej aktivity Slnka (V. Vanýsek, 1980), takže pre Slnko bez čiernych škvŕn to znamená zníženú aktivitu a tým, samozrejme, i znížený "export" žiarenia (energie) do priestoru, teda i na zemský povrch. Až začiatkom 18. storočia došlo k zmene, objavili sa čierne škvrny a globálne ochladzovanie prešlo postupne na globálne otepľovanie. Táto tendencia trvá dodnes.

Dlhodobý záznam histórie slnečných škvŕn (Anoným, 2010) potvrdzuje súvislosť škvŕn a teploty zemského povrchu. V rozmedzí rokov 1645 až 1715, počas spomínaného Maunderovho minima, bol prísun slnečnej energie na zemský povrch podstatne znížený, čo sa odrazilo na zníženej teplote zemského povrchu. Zložitosť vzťahu slnečné škvrny - teplota zemského povrchu sa prejavuje v tom, že i po roku 1715 boli určité obdobia bez slnečných škvŕn, ale teplota príliš neklesla. Vysvetlenie zatiaľ chýba, uvažuje sa na príklad o vplyve magnetických polí na Slnku.

Zaujímavé dôkazy kolísania teplôt na povrchu Zeme poskytujú výsledky dendrologického výskumu rýchlosti rastu (letorastov) drevín (A. Bečvář, 1948). Zistilo sa napríklad, že veľké a malé cykly rastu stromov majú približne periódu 400 a 600 rokov, z čoho sa usudzuje, že by to mohlo korešpondovať s dĺžkou obdobia oteplenia a ochladenia. Pozoruhodné je, že podľa týchto analýz by súčasné oteplenie malo trvať cca do roku 2100.

Niekoľko uvedených príkladov dokazuje, že otepľovania a na druhej strane ochladzovania zemského povrchu, sú neoddeliteľnou súčasťou "života" našej planéty a vzájomne sa vymieňajú. Časové trvanie týchto období nie je rovnaké, napríklad paleozoické zaľadnenie trvalo 100 mil. rokov, boli však i o mnoho kratšie doby - tisícky, i stovky rokov. Na obrázku 2b môžeme vidieť veľmi intenzívne výkyvy teplôt v rozmedzí 2-3 rokov a v kronikách môžeme nájsť ešte kratšie doby - 1 rok.

Všetky dosiaľ preukázané zmeny klimatických pomerov na Zemi, vyjadrené zmenami teplotných údajov zemského povrchu, svedčia o tom, že nemohli byť spôsobené človekom, obrazne povedané, všetky jeho sily sú príliš slabé na to, aby ich človek mohol spôsobiť alebo podstatnejšie ovplyvniť (pozri tiež G. Kuklu in Pacner 2006). Ani veda nemá pre občasné zmeny klimatických podmienok na Zemi vyčerpávajúce zdôvodnenie. Najviac sa o tom diskutuje v súvislosti s procesmi na Slnku. Dôvody zmien, ako sme sa už zmienili, nie sú ešte stále úplne jasné, ale zatiaľ sa ako najpravdepodobnejšie ukazuje, že sú podmienené zmenou aktivity Slnka.

S tým súvisia aj problémy s matematickým modelovaním klimatických zmien. Podľa ame-rickeho klimatológa G. Kuklu (in K. Pacner, 2006) existuje niekoľko desiatok matematických modelov klimatických zmien, ale predpovede klimatických zmien sú stále nedostatočné. Je to zrejme ovplyvnené nepravidelnosťami slnečnej aktivity a jej odrazom v produkcii slnečnej energie, čo sa potom odráža i na zemskom povrchu.

Podľa pozorovaní švajčiarskych astronómov (napr. S. Solanski, 2004) Slnko má za posledných 150 rokov najvyššiu aktivitu a nikto nevie vypočítať, dokedy to potrvá. Treba však dodať, že v aktuálnej súčasnosti je aktivita Slnka znížená, ako to vyplýva z konkrétnych meraní i zo zistení, že čierne škvrny na Slnku chýbajú (M. Rybanský, 2009). Z nepravidelností, ktorými sa Slnko často prezentuje, nemôžeme ani vylúčiť, že sa na Zemi schýľuje k ochladzovaniu.

Pre hodnotenie javov súvisiacich s globálnym otepľovaním je mimoriadne dôležitou podmienkou poznanie spôsobu odovzdávania, resp. premeny energie slnečného žiarenia na energiu tepelnú. Ako sme uviedli v predchádzajúcej kapitole, proces tejto premeny je veľmi zložitý, energia slnečného žiarenia sa jednoducho nedá premeniť na tepelné žiarenie (I. A. Klimišin, 1980). Dokazuje to napríklad aj skutočnosť, že medziplanetárny priestor slnečnej sústavy je studený, dokonca veľmi studený (blízko absolútnej nuly), napriek tomu, že týmto priestorom preniká slnečné žiarenie nesúce obrovské kvantá slnečnej energie.

Jedným zo záverov tejto kapitoly je, že za teplo na Zemi, na jej povrchu, vrátane vodných hladín všetkých typov, vďačíme prakticky len a len Slnku. Energetický prísun tohto tepla na Zem má také rozmery, že niet žiadnej inej sily, ktorá by teplotu celého zemského povrchu mohla zmeniť v takom rozsahu, ako to uskutočňuje Slnko. Takéto zmeny, sa podľa všetkého, tiahnu celou históriou Zeme.

Globálne otepľovanie a globálne ochladzovanie sú prírodné procesy, prebiehajúce na celom zemskom povrchu. Sú podmienené dopadom slnečného žiarenia, ktoré sa kontaktom s niektorými materiálmi zemského povrchu, vrátane atmosféry a hydrosféry, mení na tepelnú energiu, ohrievajúcu dané prostredie. V závislosti od aktivity Slnka dopadá na Zem rôzne množstvo slnečného žiarenia, ktoré môže vyvolať pri dostatku žiarenia globálne otepľovanie, pri jeho nedostatku globálne ochladzovanie.

Záver

1. Procesy globálneho otepľovania a globálneho ochladzovania zemského povrchu sa vzájomne vymieňajú. Podmieňuje ich aktivita Slnka

2. Otepľovanie súvisí so zvýšenou produkciou slnečnej energie, ktorá zasahuje aj Zem. Nedostatočná aktivita Slnka vedie ku globálnemu ochladzovaniu. Trvanie týchto dvoch období nie je rovnaké a zatiaľ sa nedá ani predvídať ani matematicky toto striedanie modelovať.
3. Pri ochladzovaní na Zem dopadá podstatne menej slnečného žiarenia a jeho transformáciou vzniká menej tepla. Zemský povrch okrem toho stráca značnú časť tepla unikom do vesmírneho priestoru.
4. Podmienkou otepľovania zemského povrchu je transformácia slnečného žiarenia na tepelnú energiu, ktorú sprostredkuje vybraný typ látok, schopných odoberať fotónom slnečného žiarenia časť ich energie. K týmto látkam patria predovšetkým molekuly H_2O vo všetkých skupenských stavoch, ďalej sú to minerály a horniny zemského povrchu. Veľmi obmedzenú schopnosť v tomto smere majú molekuly CO_2 , N_2 a i.
5. Transformácia slnečného žiarenia na tepelnú energiu má 2 stupne. V prvom fotóny reagujú s niektorými látkami (ionizujú atómy, disociujú molekuly a pod). V druhom stupni prebiehajú spätné reakcie s uvoľnením tepla.
6. Obavy zo zvyšovania koncentrácie CO_2 v zemskej atmosfére a z jeho participácie na globálnom otepľovaní podľa venušianskeho modelu sú neodôvodnené, pretože skleníkový systém na Venuši vzniká podľa úplne iných princípov, ktoré sa na Zem nedajú prenášať
7. Obmedzená účasť CO_2 na procesoch globálneho otepľovania je daná tým, že jeho molekuly majú veľmi malú schopnosť odoberať fotónom slnečného žiarenia energiu a transformovať ju na tepelnú energiu. Tento handicap CO_2 sa ešte znásobuje jeho nízkou koncentráciou v zemskej atmosfére.
8. V dobe globálneho otepľovania je dopad slnečného žiarenia na Zem taký intenzívny, že žiadnymi procesmi, ktoré ľudstvo nateraz ovláda a zrejme i v budúcnosti bude ovládať, sa proces otepľovania nedá zmeniť, ani zastaviť.

Literatúra

1. Anoným: Je Slnko výnimočná hviezda ? Kozmos, 41, 2010, 17-19
2. Bečvář, A.: Metodika měření stromových let. Meteorologické zprávy, 78, 1948
3. Borisenkov, E.P. a Paseckij, V.M.: Ekstremalnyje prirodnyje javlenia. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1983.
4. Bethe, A.H. a Weizsäcker, C.F.: cit. W, Hollitscher, 1961
5. Cowie, J.: Climate Change, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007
6. Flohn, N.: History and Intrasivity of Climate., 1975. Cit. Borisenkov, E.P. a Paseckij, V.M, 1983
7. Fourier, J.B.J. 1824. Cit. J. Cowie, 2007
8. Grygar, J., Horský, Z., Mayer, P.: Ve smír. Mladá fronta, Praha, 1983
9. Hajduk, A. a Štohl, J.(ed): Encyklopédia astronómie, Obzor, Bratislava, 1987
10. Hansen, J. et al.: Global Temperature Trends, NASA, Institut for Space Studies, 2005
11. Hollitscher, W.: Příroda ve vědeckém odrazu světa. SNTL, Praha, 1961
12. Ilko, J.: Mnilexikon meteorológie. Alfa, Bratislava, 1990
13. Janšín, A.: Skleníkový efekt a naša planéta. Pravda, Bratislava, 2002
14. Klimišin, I.A.: Zakony izlučenia. Astronomia našich dnej, Nauka, Moskva, 1980
15. Kukla, G.: Cit. K. Pacner, 2006
16. Mayer, R.: cit. W. Hollitscher, 1961
17. Mišík, M., Chlupáč, I., Čícha, I.,: Stratigrafická a historická geológia. SPN, Bratislava, 1985

18. Parker, L.A. "Sun" ,in The Solar Systém. W.H. Freeman and. Com., San Francisco, 1975
 19. Pacner, K.: Oteplování přichází bez lidské viny. Ekolist.cz, vyd. Obč. združení, BEZK, Praha, 2006
 20. Planck, M.: On the Law of Distribution of Energy in the normal Spectrum. Annalen der Physics, 1901
 21. Roy Spencer Scientist:. Wikipedia , free Encyclopedia., 28.10 2009
 22. Rybanský, M.:Slněčná aktivita, jún-júl 2009 Kozmos, 40, 35
 23. Solanski, S. et al.: Unusual activity of the Sun during 11 000 years. Nature, 431. 2004
 24. Šesták, Z.: Rostoucí koncentrace CO₂ v ovzduší. Vesmír, 79, 2000
 25. Vanýsek, V.: Základy astronomie a astrofyziky, Academia Praha, 1980
 26. Wildt,A.R.: The Geochemistry of the Atmosphere. Princ.Univ. Press, Princeton, 1940
 27. Young, E. and L.: Venus in the Solar Systém. W.H. Freeman and com., San Francisco, 1
-