

See discussions, stats, and author profiles for this publication at:  
<https://www.researchgate.net/publication/280298297>

# Sunčeva aktivnost – vreme i klima na zemlji

Article · January 2006

---

CITATIONS

0

---

READS

13

3 authors, including:



[Milan Radovanovic](#)

Serbian Academy of Sciences and Arts

77 PUBLICATIONS 145 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Geography of Serbia [View project](#)

All content following this page was uploaded by [Milan Radovanovic](#) on 08 September 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Оригинални научни рад

УДК 523.62–726  
551.521.1:614.87  
Original scientific article

**Недељко Тодоровић**  
**Драгана Вујовић**  
**Милан Радовановић**

## **СУНЧЕВА АКТИВНОСТ – ВРЕМЕ И КЛИМА НА ЗЕМЉИ**

**Извод:** Постоји обиље доказа о утицају сунчевих промена на промену климе на Земљи. Да ли је тренд раста температуре последица пораста Сунчеве активности у многим регионима света у последњој декади? Овим радом се предлаже начин како сагледати утицај Сунчевог ветра на Земљину атмосферу. Анализа сваког посебног избацивања енергије са активног геоефективног региона, анализа структуре и транспорта енергије од стране Сунчевог ветра, пратеће магнетно поље и његова манифестација на Земљи су важни за разумевање утицаја Сунчевих промена на метеоролошке појаве. Да ли анализа сваког „енергетског пакета“ са Сунца у једној временској скали омогућава боље разумевање дугорочних промена времена и климе на Земљи?

**Кључне речи:** Сунчев ветар, метеоролошки услови, климатске промене

**Abstract:** There are many arguments about the solar variability influence on the Earth's climate change. Is the trend of temperature growth the consequence of the solar activity growth in many regions of the world in the past decade? This paper proposes a mode how to perceive the solar wind influence on the Earth's atmosphere. The analysis of every particular eject of energy (mass) from the active geo-effective solar region, the analysis of the structure and transport of energy by the solar wind, concomitant magnetic field and manifestation in the Earth's atmosphere are very important for understanding the solar variability influence on the meteorological phenomena. Does the analysis of every "energy package" from the Sun in the one-day time scale make possible the better understanding of Earth's weather and climate variation in the long term period?

**Key words:** Solar wind, meteorological condition, climatic change

### **Увод**

Изгледа да је глобално загревање, као постепени пораст температуре на планети Земљи, и то пре свега као последица пораста присуства гасова са ефектом стаклене баште, прихваћено као чињеница од стране многих научника. Међутим, не мали број истраживача, који прате активност Сунца, указују на могућност (каузалност) да је глобално загревање,

---

\* Рад представља резултат истраживања на пројекту 146011, који финансира Министарство науке и заштите животне средине Републике Србије.

ако уопште и постоји, у потпуности или бар једним делом, узроковано повременим порастом избачене Сунчеве енергије. Чињеница је да пораст избачене Сунчеве енергије за само 0,2% може да има ефекат као удвостручење угљен-диоксида у атмосфери (<http://solar-center.stanford.edu/sun-on-earth/glob-warm.html>). На питање шта је узрок порасту температуре у многим регионима света, човек или Сунце, дефинитивног одговора још нема.

У раду се предлаже могућност сагледавања дејства Сунчеве активности и Сунчевог ветра (SW) на атмосферу Земље. За разумевање утицаја променљиве активности Сунца на метеоролошке појаве од значаја је анализа сваког појединог избачаја енергије (масе) из активног геоэффективног региона на Сунцу, структуре и преноса те енергије у виду SW и пратећег магнетног поља и манифестација у атмосфери Земље.

### **Истраживања која указују на утицај Сунчеве активности на време и климу на Земљи**

Научници су уочили три главна механизма која могу да објасне везу Сунце-Земља за време и климу. Прво, промена ултраљубичасте Сунчеве емисије утиче на продукцију озона у Земљиној атмосфери, мењање озонског слоја и на циркулацију ваздуха великих размера (Shnidell et al, 1999, Adler, Elías, 2000, Habbal, Woo, 2004, Landscheidt T, 2000 a, Landscheidt T, 2000 b, Tinsley, Yu 2004). Dorman (2003) каже да додатна јонизација и хемијске реакције од стране космичких зрака утичу на простирање радио-таласа (посебно у нижој јоносфери), на озонски слој, стварање облака и на дуготрајне глобалне промене климе. Друго, удар SW утиче на електрична својства горњих слојева атмосфере који, опет утичу на ниже слојеве (Egorova et al, 2000, Radovanovic et al, 2003 a, Radovanovic et al, 2003 b, Lange-matz et al, 2005, Troshichev et al, 2005, Stevancevic et al, 2006). Према грубим проценама, протони високе енергије могу да узрокују значајне поремећаје у слоју горње тропосфере и стратосфере стимулишући развој циклона и антициклona. Добијени резултати су сагласни са подацима бројних истраживања везе Сунчева активност-циркулација атмосфере (Sazonov, Loginov, према Vitinskij, Olj, Sazonov, 1976). Треће, у току минимума Сунчеве активности појава SW је релативно ређа, што омогућава галактичком космичком зрачењу (GCR) несметан улазак у Земљину атмосферу. GCR чине теже честице које се налазе на вишем енергетском нивоу и имају веће брзине у односу на честице SW. Многи научници сматрају да кретање GCR омогућава услове који помажу стварање ниских облака (Kristjansson et al, 2002, Kristjansson et al, 2004, Svensmark, Friis-Christensen 1997, Marsh, Svensmark, 2000, Udelhofen, Cess 2001, Usoskin et al, 2004, Pal-le 2005, Zherebtsov et al, 2005, Liliensten, Bornarel, 2006, и многи други).

Риконекција између магнетних поља Земље и Сунца омогућава да енергија продре кроз планетарни магнетни омотач и уђе у простор око Зе-

мље. Риконекција је фундаментални процес за пренос и размену енергије у систему Сунце-Земља. Овај процес на дневној страни Земље омогућава долазак енергије SW у магнетосферу, а на ноћној страни је значајна за пренос те енергије у ниже слојеве атмосфере (Nishida, NASA, 2003).

Није на одмет споменути да нпр. крива прираштаја дрвећа има главне максимуме у близини максимума сунчевих пега, а такође и секундарне максимуме приближно на средини између њих. Оба максимума обухваћена једним 11-огодишњим периодом одговарају ходу кривих падавина које се одликују истом том периодичношћу (Duglas, према Menzel-у, 1963). Многа метеоролошка истраживања указују на постојање 11-огодишње и 22-огодишње периодичности временских појава, као што су пораст и снижење нивоа језера, промене атмосферског притиска, количина падавина. Истраживања Крејга, Шапироа, Робертса и сарадника (Menzel, 1963) указују да је Сунчева активност, утврђена геомагнетним поремећајима, тесно повезана са многим временским променама на целој површини Земље. Сматра се да ће даља истраживања Сунца имати велику улогу у прогнози времена. Та истраживања могу повећати тачност прогнозе за све краћи период. За сада, највећи значај имају у побољшању дугорочних прогноза (Menzel, 1959).

Hanslmeier (2003) износи чињеницу да космичко зрачење ствара јонизоване честице у Земљиној атмосфери. Оне могу да буду језгра кондензације водене паре, тј. подстичу стварање капљица и облака. Промене глобалног облачног покривача у износу од 3% у току 11-огодишњег циклуса Сунчеве активности одговарају променама примљене енергије зрачења по јединици површине од  $0,8 \text{ W/m}^2$  до  $1,7 \text{ W/m}^2$ . Иначе, према IPCC-у (Intergovernmental Panel of Climate Change) удвостручење концентрације  $\text{CO}_2$  у атмосфери Земље одговара износу од  $1,5 \text{ W/m}^2$ . Можда се део запаженог глобалног пораста температуре може приписати активности Сунца. Промена Сунчевог зрачења од 0,1% узроковала би глобални пораст температуре од око  $0,06^\circ\text{C}$  до  $0,2^\circ\text{C}$ .

Променом избачене енергије од једног десетог дела процента, у периоду између максималне и минималне активности Сунца, ултраљубичасто зрачење може да створи и преко 10% више озона у стратосфери. Када озон апсорбује ултраљубичасто зрачење, загрева се стратосфера што може да има ефекта на покретање ваздуха у тропосфери где се стварају облаци.

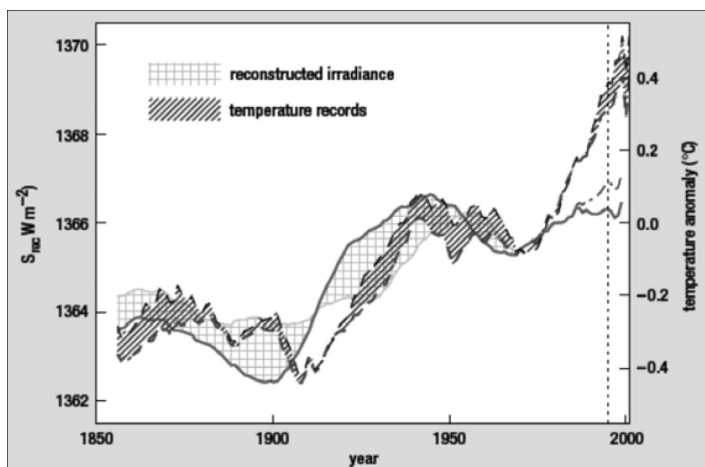
Usoskin at all (2003) проучавали су концентрацију берилијума-10 у поларном леду и на основу тога реконструисали активност Сунца од 1850. године. Према овим ауторима космички зраци интереагују са честицама у Земљиној атмосфери и тада се ствара изотоп берилијум-10 који пада на тло и таложи се у слојевима леда. Сунчево магнетно поље слаби космичке зраке на путу ка Земљи и на основу садржаја берилијума-10 у леду може се проценити активност Сунца. На бази ових истраживања утврђено је да је почетком 20. века дошло до брзог пораста броја Сунчевих пега. Просе-

## Сунчева активност – време и клима на Земљи

чан годишњи број пега између 1850. и 1900. био је 30, између 1900. и 1944. – 60. Процењује се да сада број пега достиже 176 у једној години.

Davydova и Davydov (1996) спектралном методом истраживања уочавају природне Сунчеве периоде од 13,5 и 27-28 дана у метеоролошким и геофизичким подацима. Један дан на Земљи одређен је њеном ротацијом око Сунца, а један дан у интерпланетарном простору ротацијом Сунца око своје осе. Поједини делови Сунца, укључујући и енергетске регионе, имају различите периферне брзине. Трајање ротације појединих региона на Сунцу, у зависности од њихове хелиографске ширине, износи од 25 до 29 земаљских дана (средња вредност 27 дана). Око 90% свих региона окрене се око Сунца 13,5 пута у току једне Земаљске године. Постоји занимљива идеја о увођењу метеоролошког месеца од 27 дана (колико је приближна средња вредност ротације региона на Сунцу) и метеоролошке године од 13,5 метеоролошких месеци (једна календарска Земаљска година) (Стеванчевић, 2004).

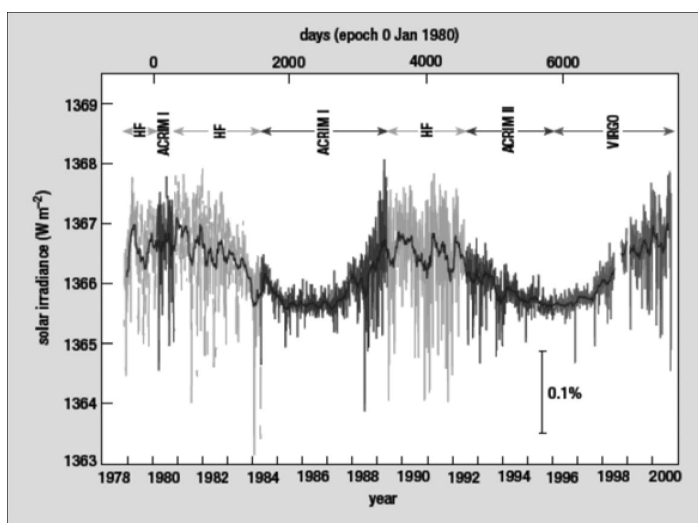
Solanski је проучавао Сунчеву активност као климатски фактор. Његово мишљење да је пораст температуре после 1980. у вези са А.Е.С.С. представља типичну методолошку грешку: наиме, слабљење везе Сунце – температура не имплицира само по себи успостављање везе  $\text{CO}_2$  – температура. Solanki (2002) сматра да су до 1980. трендови промене Сунчевог зрачења (израженог преко соларне константе) и температуре на Земљи (израженој преко температурних аномалија) били паралелни и највероватније да је Сунце, осим вулканске активности, промена унутар саме атмосфере и антропогених гасова са ефектом стаклене баште имало доминантан утицај на промене климе на Земљи. После 1980. температура показује приметно бржи раст односно на соларну константу. Дакле, Сунце не може да буде доминантни извор повећања температуре, већ то постају гасови са ефектом стаклене баште (сл. 1).



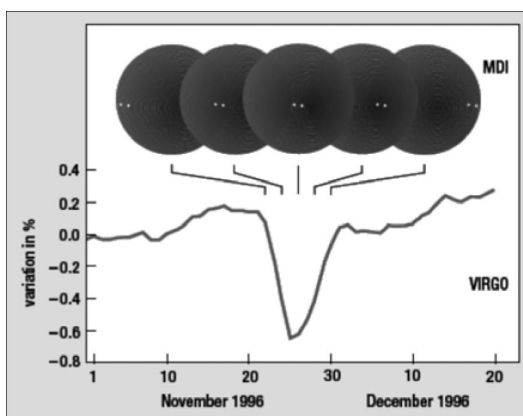
Слика 1. – Реконструкција укупног Сунчевог зрачења и температуре за последњих 150 година (Solanki, 2002)

## Solar activity – weather and climate on Earth

Укупна енергија која долази са Сунца у току 11-годишњег циклуса варира за око 0,1%. То раније није било запажено, па су научници интензитет Сунчевог зрачења назвали „соларна константа“. Када су пега бројне, соларна константа је релативно висока (слика 2), а када су ретке, вредност константе је релативно мала (око  $1365 \text{ W/m}^2$ ). Соларна константа може да флукутуира у току дана, седмице, у зависности од тога да ли број пега расте или се смањује (слика 3). У току неколико векова соларна константа одступа од 0,2% до 0,6%, што су показала истраживања година дрвета (Solanki, 2002).



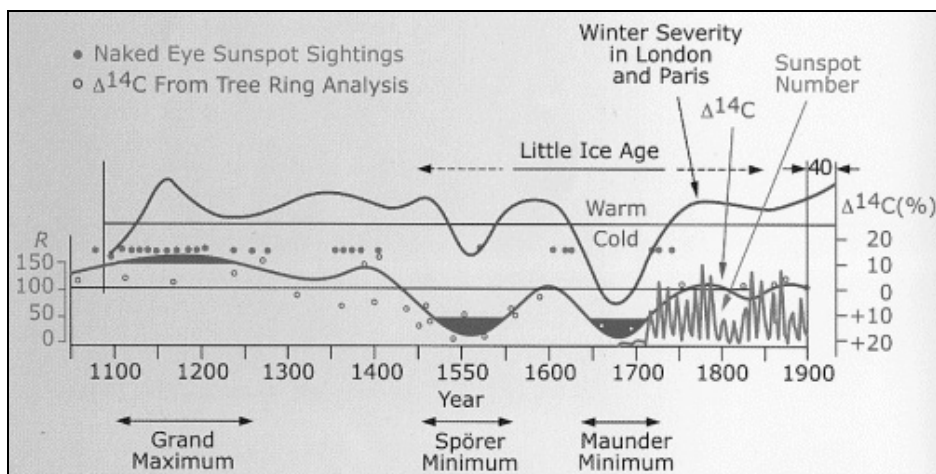
Слика 2. – Слагање укупног Сунчевог зрачења у току два Сунчева циклуса. Подаци са четири инструмента су коришћени да би се направила ова композитна слика (Frohlich, Lean, 1998, према Solanki, 2002)



Слика 3. – Слабење укупне Сунчеве енергије у зависности од положаја Сунчевих пега (Solanki, 2002).

## Сунчева активност – време и клима на Земљи

Мале промене у активности Сунца могу да имају велики ефект на Земљи. Између 1645. и 1715. год. број сунчевих пега је био јако мали (Мондеров минимум, слика 4). Тај догађај био је подударан са необично хладним временом у неким деловима Европе: река Темза у Лондону се замрзавала, ледници у Алпима су се ширили и повећавао се број ледника у Северном мору. Много векова пре тога Сунчева активност је имала супротан ефекат (закључено на основу студија о годовима дрвета): Викинзи су били у могућности да 980. год. населе одмрзнуте обале Гренланда, а пшеница је родила довољно да је буде за извоз у Скандинавију (Eddy, 1976).

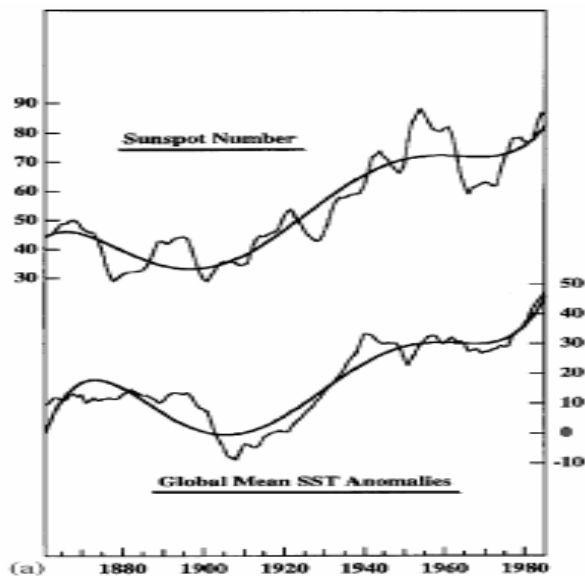


Слика 4. – Мондеров минимум (Eddy, 1976)

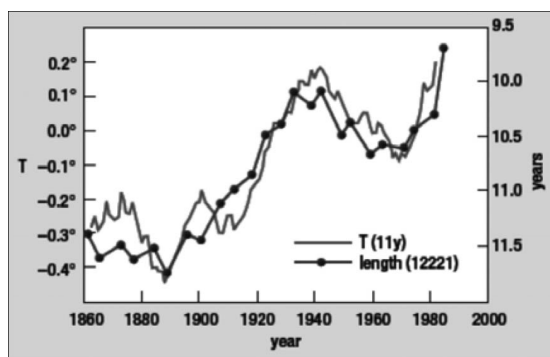
Процењена варијација Сунчевог интензитета (горња и доња линија са претходне слике) за последњих 900 година показује повезаност оштрих зима у Лондону и Паризу. Доња линија је изведена из садржаја угљеника C-14 у годовима дрвета. Изотоп угљеника се формирао у горњим слојевима атмосфере када су долазећи GCR разбили молекул угљендиоксида. Када је Сунчева активност релативно мала, његово ослабљено магнетно поље омогућује већи улазак GCR у соларни систем, тако да се повећава стварање C-14. (Eddy, 1976).

Крива броја Сунчевих пега и крива глобалне температуре приближно означавају примљену Сунчеву енергију на Земљи. Сличност ових кривих је доказ да Сунце утиче на климу у последњих 150 година (слика 5 и слика 6).

На питање шта је узрок порасту температуре у многим регионима света, човек или Сунце, дефинитивног одговора још нема, али је несумњиво да је Сунце и његова променљива активност доминантан фактор од кога се мора поћи у проучавању временских прилика и климе.



Слика 5. – Поређење просечне глобалне температуре на нивоу мора са бројем Сунчевих пега (Reid,1999)



Слика 6. – Просечне вредности температура на северној хемисфери за 11-огодишњи период и крива Сунчевих циклуса (Friis-Christensen, Lassen, 1991 према Solanki, 2002)

### Праћење активности Сунца и Сунчевог ветра

Споменућа истраживања несумњиво указују на повезаност активности Сунца и времена и климе на Земљи. У истраживањима се углавном проучавају ефекти у систему Сунце-Земља у дужим временским периодима и дејство SW у вишим слојевима атмосфере.

На Сунцу постоје енергетски региони са различитим бројем пега и магнетном структуром. Површина региона се изражава у милионитим де-



ловима Сунчеве површине, што је приближно 3 милиона квадратних километара. Региони се крећу од истока према западу и имају своје хелиографске координате. Мерењем магнетне структуре региона, позиције и брзине кретања могуће је израчунати време доласка региона у геоефективну позицију, када долази до усмеравања избачене енергије у правцу Земље (Радовановић и др, 2003 а, Стеванчевић, 2006).

Осим 11-годишњег Сунчевог циклуса који је одређен преко броја пега, постоји и магнетни циклус који траје 20 тј. 22 године, у току којег се изврши инверзија магнетних полова. Главно магнетно поље Сунца има секторску расподелу која се компликује појавом магнетних поља сваког енергетског региона.

Развој космичке технологије убрзао је и омогућио нова сазнања о процесима у систему Сунце-Земља. Космичко време је стање у Земљином космичком окружењу које потиче од активности Сунца и утиче на људску делатност на Земљи и у космосу, на свемирске мисије, комуникацијске сателите и на енергетска постројења на Земљи (NOAA, 2003).

Сунце, осим електромагнетног зрачења, избацује у космос милионе тона материјала (корпускуларно зрачење) у виду честица реда величине атома. SW представља излазни флукс Сунчевих честица и магнетних поља који се простире у међупланетарни простор као интерпланетарни фронт. Брзина SW креће се од 200 до 2500 km/s, а просечна брзина у близини Земље му је око 350 km/s. Средња температура честица је око 100 хиљада степени, а понекад достиже и више милиона °C. Густина се креће од једне до више стотина честица у кубном центиметру. SW садржи углавном протоне и електроне, али и јоне хемијских елемената (угљеник, азот, кисеоник, магнезијум, силицијум, гвожђе) и високоенергетске нуклеоне (Cranmer, 2000).

### Механизми дејства Сунчевог ветра у атмосфери Земље

Високоенергетске честице SW носе са собом и магнетно поље Сунца (интерпланетарно магнетно поље). У случају када интерпланетарно магнетно поље има смер супротан геомагнетном пољу, долази до отварања магнетосфере (Радовановић и др, 2003 b) Тада честице SW улазе у атмосферу Земље (магнетосферска врата) у виду струјног млаза и крећу се дуж геомагнетних линија од магнетног пола према магнетосферском екватору. Кинетичка енергија SW одређује до које ће геомагнетне ширине доспети честице. Овај механизам важи за северну и јужну хемисферу ван тропског појаса. SW улази у атмосферу дуж 65 степена геомагнетосферске ширине, а главна магнетосферска врата се налазе изнад северне Америке (западна) и Сибира (источна). У тропском појасу, због постојања геомагнетних аномалија (Атлантски, Индијски и Тихи океан), не мора да постоји риконекција, већ долази до директног продора SW у ниже слојеве атмосфере.

Код јаке активности Сунца и снажних магнетних бура отварају се нова магнетосферска врата (нпр. изнад Исланда и Скандинавије) кроз која улази јак протонски SW. Најбитнија изворишна подручја циклona (подручја циклогенезе) за Европу и Северни Атлантук су крајњи север Канаде, Гренланд и Исланд. Наведена подручја се подударају са зоном уласка SW у атмосферу, што сугерише да постоји корелација између та два процеса. Осим важећих теорија и хипотеза о настанку циклona, ово би могло бити још једно виђење процеса циклогенезе (Boberg, 2003).

Неки модели атмосфере показују да апсорпција УВ зрачења од стране озона утиче на климу на Земљи. Сматра се да је облачност резултат промена у циркулацији које су последица промена у загревању стратосфере услед апсорпције УВ зрачења у стратосфери (Udelhofen, Cess, 2001). Стварање озона у стратосфери указује на улазак SW у стратосферу и на његов утицај на време. Јачина облачности зависи од енергије честица SW и влажности ваздуха. Енергија облака расте са порастом унете енергије.

Праћењем брзине ротације активног региона на Сунцу, прорачуна наилазак у геоэффективну позицију и на основу података о магнетном пољу, структури и јачини избачене енергије, која у виду интерпланетарног фронта долази на Земљу, могуће је прорачунати место и време уласка струјног млаза у атмосферу, његово кретање ка нижим слојевима атмосфере и утицај на метеоролошке појаве (атмосферски фронтови, циклони, облачност). Практична примена овог метода, у експерименталној фази развоја, показала је добре резултате у дугорочној (месечној и сезонској) прогнози времена (Стеванчевић и др, 2004).

### Закључак

На питање шта је узрок порасту температуре у многим регионима света, човек или Сунце, дефинитивног одговора још нема, али је несумњиво да је Сунце и његова променљива активност важан фактор од кога се мора поћи у проучавању временских прилика и климе. За разумевање утицаја променљиве активности Сунца на метеоролошке појаве, од значаја је анализа сваког појединог избачаја енергије (маса) из активног геоэффективног региона на Сунцу, структуре и преноса те енергије у виду SW и пратећег магнетног поља и манифестација у атмосфери Земље. Најбитнија изворишна подручја циклona (подручја циклогенезе) за Европу и Северни Атлантук су крајњи север Канаде, Гренланд и Исланд. Ова подручја се подударају са зоном уласка SW у атмосферу, што сугерише да можда постоји корелација између та два процеса. Осим важећих теорија и хипотеза о настанку циклona, ово би могло бити још једно виђење (хипотеза) процеса циклогенезе. Ипак, стиче се утисак да је потребно још много истраживачких напора да би се смањиле недоумице о повезаности SW са временом и климом на Земљи.

### Литература

- Стеванчевић М., Радовановић М., Тодоровић Н. (2004): Могућност примене електромагнетне методе за средњорочне временске прогнозе. Зборник радова ЕкоИст'04 Еколошка истина, 30. 05. – 02. 06. 2004, Бор, стр. 396-399.
- Adler N. O., Elias A. G. (2000): Solar variability associated to ionospheric, stratospheric, and tropospheric parameters. In: Vázquez M, Schmieder B: The solar cycle and terrestrial climate. ESA, Special Publication, 463, pp. 509-512.
- Boberg F. (2003): Solar wind electric field modulation of the NAO: A correlation analysis in the lower atmosphere. *Geophysical research letters*, 30, No 15, 1825.
- Cranmer R. S. (2000): Coronal holes and the high-speed solar wind. *Space Science Reviews*, 101, pp. 229–294.
- Davydova Y. I., and Davydov V. V. (1996): Solar periods and meteorological parameters of the Earth's atmosphere. *Geomagnetism and Aeronomy*, 35, No.6, pp. 857-859.
- Dorman, L. I. (2003): Cosmic rays in the Earth's atmosphere: Direct and inverse problems, S18-P11, XXIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Sapporo, Japan.
- Eddy J. (1976): The Maunder Minimum. *Science*, 192, pp. 1189-1202.
- Egorova V. L., Vovk Ya V., Troshichev A. O. (2000): Influence of variations of the cosmic rays on atmospheric pressure and temperature in the Southern geomagnetic pole region. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* Volume 62, Issue 11, pp. 955-966.
- ESA (2003), [www.esa.int](http://www.esa.int)
- Friis-Christensen, E. and Lassen, K. (1991): Length of the solar cycle: An indicator of solar activity closely associated with climate. *Science*, 254, pp. 698-700.
- Frohlich C, Lean J. (1998): *GRL*, 25, 4377.
- Habbal R. S, Woo R. (2004): The solar wind and the Sun-Earth link. *Astronomy & Geophysics*, vol. 45, pp. 4.38-4.43.
- Hanslmeier A. (2003): Sunce i stanje u Zemljinom svemirskom okolišu. *Čovjek i svemir*, 46, 1, str. 22-26.
- Kristjansson E. J., Staple A., Kristiansen J. (2002): A new look at possible connections between solar activity, clouds and climate. *Geophysical Research Letters*, 29(23), p. 2107.
- Kristjansson E. J., Kristiansen J., Kaas E. (2004): Solar activity, cosmic rays, clouds and climate – an update. *Advances in space research*, 34, p. 407-415.
- Landscheidt T. (2000a): Solar wind near Earth: indicator of variations in global temperature. European Space Agency Special Publication 463, pp. 497-500. [<http://mitosyfraudes.8k.com/Calen/NinoLand.html>]
- Landscheidt T. (2000b): Solar forcing of ElNino and LaNina. European Space Agency Special Publication, 463, pp. 135-140, [<http://mitosyfraudes.8k.com/Calen/NinoLand.html>]

- Langematz U., Matthes K., Grenfell L. J. (2005): Solar impact on climate: modeling the coupling between the middle and the lower atmosphere. *Memorie della Società Astronomica Italiana*, Vol. 76 MontePorzio Catone, June 27-July 1, pp. 868-875.
- Lilensten J., Bornarel J. (2006): *Space Weather. Environment and Societies*, Springer.
- Marsh N., Svensmark H. (2000): Cosmic Rays, Clouds, and Climate. *Space Science Reviews*, 00, pp. 1–16.
- Menzel D. (1963): *Naše solnce*. GIFML, Moskva. (Our Sun. Harvard university press, Cambridge, Massachusetts, 1959).
- NASA (2003), [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)
- NOAA (2003), [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov)
- Palle E. (2005): Possible satellite perspective effects on the reported correlations between solar activity and clouds. *Geophysical Research Letters*, 32, L03802.
- Radovanovic M., Stevancevic M., Strbac D. (2003a): Influence of the Solar wind energy on the atmospheric processes. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, 13963, European Geophysical Society.
- Radovanovic M., Stevancevic M., Strbac D. (2003b): A contribution to the study of the influence of the energy of solar wind upon the atmospheric processes. *Зборник radova, Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ*, бр. 52, Београд, стр. 1-18.
- Shnidell D., Rind D., Balachandran N., Lean J., Lonergan P. (1999): Solar Cycle Variability, Ozone, and Climate. *Science*, vol. 284, no. 5412, pp. 305-308.
- Solanki S. K. (2002): Solar variability and climate change: is there a link?. *Harold Jeffreys Lecture, Vol 43.*
- Stevančević M. (2004): *Tajne Sunčevog vetra*. Београд.
- Stevančević M. (2006): *Теоријске основе хелиоцентричне електромагнетне метеорологије*. Београд.
- Stevancevic M., Radovanovic M., Strbac D. (2006): Solar Wind and the Magnetospheric Door as Factor of Atmospheric Processes. Second International Conference “Global Changes and New Challenges of 21<sup>st</sup> Century”, 22-23 April 2005. Sofia, Bulgaria, pp. 88-94.
- Svensmark H., Friis-Christensen E. (1997): Variation of cosmic ray flux and cloud coverage: a missing link in solar-climate relationships. *Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics*, 59, pp. 1225-1232.
- Tinsley A. B., Yu F. (2004): Atmospheric Ionization and Clouds as Links Between Solar Activity and Climate. In press in forthcoming AGU monograph: *Solar Variability and Its Effects on the Earth's Atmospheric and Climate System*. AGU press, Washington, DC, pp. 321-340. [[http://www.utdallas.edu/physics/pdf/Atmos\\_060302.pdf](http://www.utdallas.edu/physics/pdf/Atmos_060302.pdf)]
- Troshichev O., Egorova L., Janzhura A., Vovk V. (2005): Influence of the disturbed solar wind on atmospheric processes in Antarctica and El-Nino

- Southern Oscillation (ENSO). *Memorie della Società Astronomica Italiana*, Vol. 76, 2005 MontePorzio Catone, June 27-July 1, 2005, pp. 890-898.
- [Udelhofen P. M., Cess R. D. \(2001\): Cloud cover variations over the United States: An influence of cosmic rays or solar variability?. \*Geophysical Research Letters\*, 28, 13, pp. 2617-2620.](#)
- [Usoskin at all \(2003\): A Millennium Scale Sunspot Reconstruction: Evidence For an Unusually Active Sun Since the 1940's 211101-1-211101-4. \*Physical Review Letters\*, 91.](#)
- [Usoskin G. I., Marsh N., Kovaltsov A. G., Mursula K., Gladysheva G. O. \(2004\): Latitudinal dependence of low cloud amount on cosmic ray induced ionization. \*Geophysical Research Letters\*, 31, L16109.](#)
- [Veretenenko S., Thejll P. \(2004\): Effects of energetic solar proton events on the cyclone development in the North Atlantic. \*Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics\*, 66, p. 393-405.](#)
- Vitinskij J., Olj A., Sazonov B. (1976): *Solnce i atmosfera Zemli*. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- [Zherebtsov G., Kovalenko V., Molodykh S. \(2005\): The effect of solar activity on the Earth's climate changes. \*Memorie della Società Astronomica Italiana\*, Vol. 76 MontePorzio Catone, June 27-July 1, 2005, pp. 1076-1079.](#)

**Nedeljko Todorović**  
**Dragana Vujović**  
**Milan Radovanović**

## SOLAR ACTIVITY – WEATHER AND CLIMATE ON EARTH

### Summary

The phenomenon of global climate changes exists definitively, but generally viewed the problem has been over-dimensioned at least. The regional aspects of the climate changes are the essence of the current processes including also the regions where both relative stagnation and negative air temperature trend appear. The air pollution is a serious problem of the modern humanity, and we must put the maximum efforts to wipe out the progressive toxin emitting just because of the disturbances they cause in the atmosphere (when it is the anti cyclone conditions over the industrialized valleys and large towns about the negative effects are especially expressed). However, on the basis of numerous studies, the greenhouse effect is a factor which greatly influences on the global climate disturbances than it has been thought recently. On the basis of the presented papers, the processes on the Sun (including the Cosmic radiation also) represent a dominant factor which mostly dictates as global climate changes (as observed in the context of longer periods of time) so the development of individual synoptic situation.