

ФЕНОМЕН ЕЛ НИЊА – ЕЛ НИЊО ЈУЖНА ОСЦИЛАЦИЈА

PHENOMEN OF ENSO – EL NINO SOUTHERN OSCILLATION

*Растислав Стојсављевић**, *Драган Долинај**, *Немања Томић**

Примљено: 10.07.2012. | Прихваћено: 16.10.2012.

РЕЗИМЕ: *Ел Нињо представља климатски феномен који није довољно истражен. Он има планетарне размере, а мањим или већим интензитетом утиче на климу скоро сваке тачке на планети. Јавља се просечно сваких пет година уз неједнаке интензитете и последице које остају током и после његовог деловања.*

Ел Нињо представља аномалију температура ваздуха и ваздушних притисака двеју планетарних хемисфера (западне и источне) што има за последицу одступање температура ваздуха и воде од просека за одређена доба године. Феномен Ел Ниња најјаче се осећа у Тихом океану дуж супротних обала – источне јужноамеричке и западне аустралијске и индонежанске.

Кључне речи: *Ел Нињо, температура ваздуха, ваздушни притисак, ветрови, глобални утицаји*

ABSTRACT: *El Niño is a climatic phenomenon that has not been studied sufficiently. On a planetary scale, to a lesser or greater intensity influences the climate of almost every point on the planet. It occurs approximately every five years with unequal intensities and effects that remain during and after his operation.*

El Niño is anomalous air temperature and air pressure of the two planetary hemisphere (western and eastern) which results in deviation of air temperature and water than average for a certain time of year. The phenomenon of El Nino is felt strongest in the Pacific Ocean along the opposite shore - the South American Eastern and Western Australian and Indonesian.

Key words: *El Nino, air temperature, air pressure, winds, global impacts*

* МSc Растислав Стојсављевић, истраживач приправник; Др Драган Долинај, доцент; МSc Немања Томић, истраживач приправник, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Трг Доситеја Обрадовића 3, 21000 Нови Сад

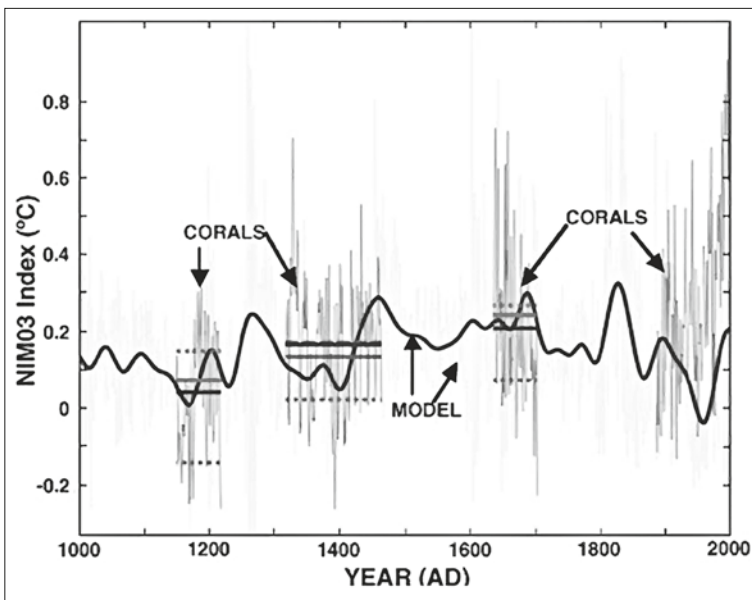
ДОКАЗИ ЗА ПОСТОЈАЊЕ ЕЛ НИЊА У ПРОШЛОСТИ

Постоје докази који указују да је феномен Ел Ниња утицао на природу још пре 130.000 година. Морски фосили узети са полуострва Хуон на обалама Јужне Америке указују да је у периодима од две до седам година долазило до влажнијих периода и веће количине падавина од просека (Tudhope et al., 2001, Hughen et al., 1999). Докази су за сада видљиви једино у последњем интергласијалу.

Јачи период Ел Ниња десио се у раном холоцену, пре око 10.000 година. Доказ за овај догађај научници су пронашли у једном језеру у Еквадору. Наиме, кластични материјал је спран са околног терена и наталожен на дну језера што се једино могло десити захваљујући обилним падавинама за време јаких и честих серија Ел Ниња на западним обалама Јужне Америке (Federov, Philander, 2000, Rodbell et al., 1999). Поједина упоређивања и тумачења (Sandweiss et al., 1996) указују да је феномен Ел Ниња био слабији за време гласијала.

Оно што научници покушавају да докажу је да је феномен Ел Ниња све јачи како дужије траје интергласијал у коме се налазимо. Постоје јасни докази у микрофауни у различитим јачинама Ел Ниња у раном и средњем холоцену и данас. Како наводе Зебијак и Кејн (Zebiak, Cane, 1987) период појављивања Ел Ниња је остао исти, али су јачи феномени (јаче олује на западним обалама Јужне Америке) све ређи.

Урађене су анализе фосила из средњег века које указују на слабије фазе Ел Ниња почетком XIII и XV века, док су јаче фазе биле почетком XIV и XVI века (графикон 1). Ел Ниња има јачи интензитет у новијој историји са максимумима почетком XVIII и у првој половини XIX века (Mann et al., 2004).



Графикон 1. Анализа јачине Ел Ниња од XI до XX века

Извор: Mann et al., 2004.

Постоје докази да су током јачих Ел Ниња умиралли читави народи на подручју претколумбовске Америке. Јак Ел Нињо уништио је велика кукурузна поља у Европи у периоду 1789-1793. године што је био један од разлога за незадовољство народа и избијање Француске буржоаске револуције (Grove, 1998). У јаком Ел Нињу 1876. године је, због пропалих усева, у Кини од глади умрло око 13 милиона људи (FAO, 1994).

Током Ел Ниња из 1892. године перуански капетан Камило Карило саопштио је Географском институту у Лими да овај феномен перуански рибари називају Ел Нињо (шпан. дечак) јер се јавља око католичког Божића (25. децембра) и да је назив симболика на Исуса Христа. Супротна појава, хладна фаза названа је Ла Ниња (шпан. девојчица). Перуански рибари су први уочили ову појаву која за последицу има мигрирање птица чије ђубриво „гуано“ представља користан материјал у пољопривреди. Жилберт Вокер је 1924. године додао овом називу и термин „јужна осцилација“ јер је интензитет феномена много јачи на јужној полулопти.

Ел Нињо који је трајао 1982-1983. године изазвао је пажњу научне заједнице јер је имао јак интензитет у релативно кратком времену. Посебан је био и Ел Нињо из 1998. године који је повећао температуру ваздуха око екватора за 1,5оС уместо уобичајених 0,25оС, што је за последицу имало изумирање 16% спрудних система у свету. Позната је и појава у свету да се услед Ел Нињо феномена повећава температура воде на појединим странама океана што за последицу има избеливање коралних гребена (Hoegh-Guldberg, 2006).

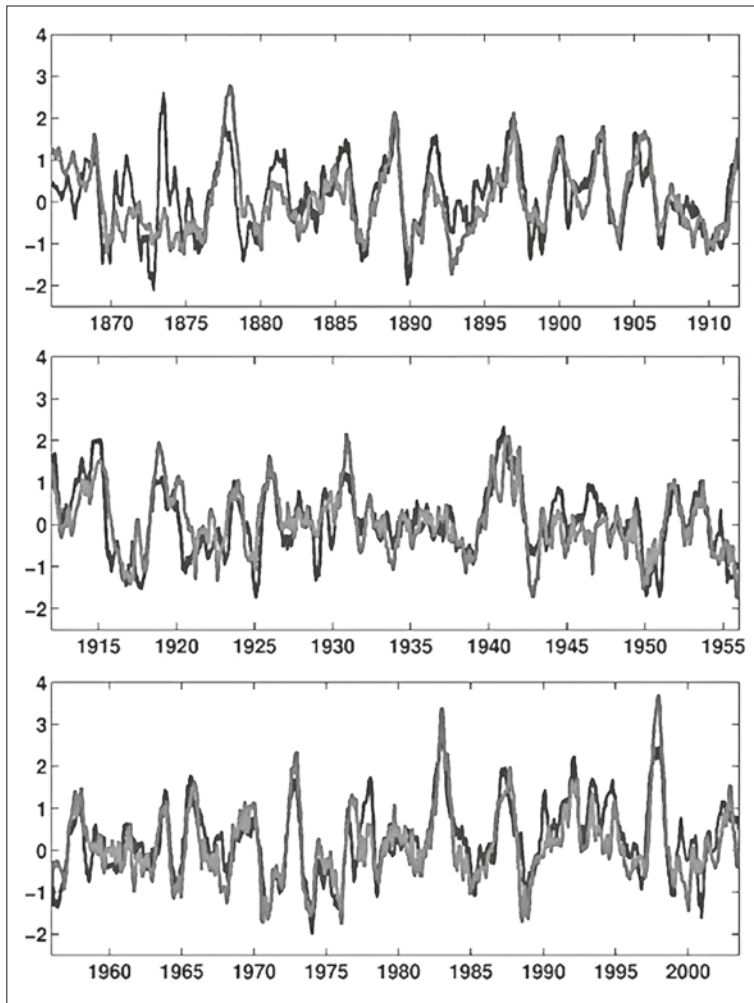
КАРАКТЕРИСТИКЕ ЕЛ НИЊА У ПАЦИФИКУ

У Тихом океану је најјачи и најпознатији интензитет Ел Ниња. Нормална појава у Тихом океану је да су, услед хладне Перуанске струје, воде обала Јужне Америке хладније. Последица тога је мање испаравање воде дуж овог континента што доводи до излучивања мање количине падавина у приобалним деловима Екватора, Перуа и Чилеа.

На супротној страни Тихог океана, обале Аустралије, Нове Гвинеје и Индонезије услед топле морске струје Минданао имају топлије воде са којима се врши јаче испаравање и из тог разлога се у овом региону излучује много већа количина падавина. Како би се изједначиле температуре воде источног и западног Пацифика, екваторијална струја носи топлију воду ка истоку, али је спречавају пасатски ветрови који дувају из северних и јужних умерених појаса ка екватору. Премештање високог ваздушног притиска са источног на западни Пацифик узрокује дуже разлике у површинској температури од просека за најмање 0,5оС.

Као огледне супротне тачке у Пацифику узимају се град Дарвин у Тасманији у западном Пацифику и острво Тахити у источном делу океана. Промена у температури површинске воде на Тахитију поклапа се променом ваздушног притиска у Дарвину (графикон 2).

Као што се може уочити из графикона 2 постоји поклапање између пораста и смањивања температура, са једне стране, и ваздушног притиска са друге стране Пацифика. Највећа одступања се поклапају са најјачим деловањем Ел Ниња у Ти-



Графикон 2. Промена температуре површинске воде и ваздушног притиска у Пацифику

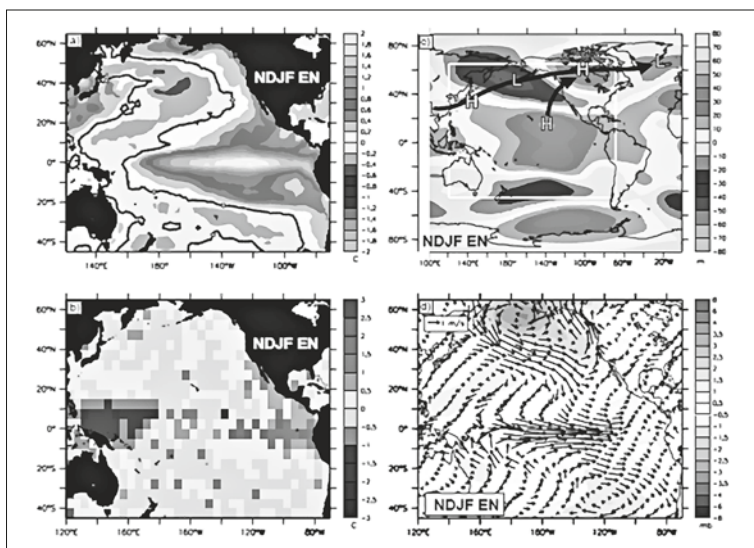
Сива линија – Промена површинске температуре воде (SST) на Тахитију

Црна линија – Промена ваздушног притиска (SLP) у Дарвину

Извор: Sape, 2005.

хом океану. Када дође до промене ваздушног притиска, пасати слабе и екваторијална струја може да донесе топлије воде до западних обала Јужне Америке. Тада долази до обрнуте појаве. До обале Јужне Америке долази топла струја која проузрокује веће испаравање и излучивање много веће количине кише у Перуу и Екватору од просека за ова подручја.

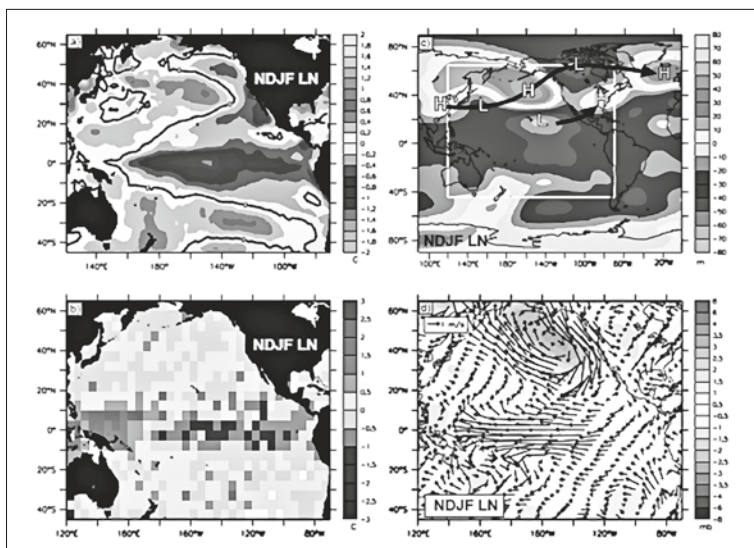
У супротном (западном) делу Пацифика дешава се обрнута појава која се назива Ла Ниња. Ово је стање хладнијих температура воде од просека у Индонезији, Аустралији и Новој Гвинеји. Хладније воде проузрокују мање испаравање па су и количине падавина значајно мање од просека.



Карта 1. Аномалије Ел Ниња у периоду 1960–1995.
Извор: Schwing et al., 2002.

Услед промене ваздушног притиска, пасати слабе и окрећу се полако ка истоку омогућавајући екваторијалној струји да донесе топле воде до обала Јужне Америке (карта 1).

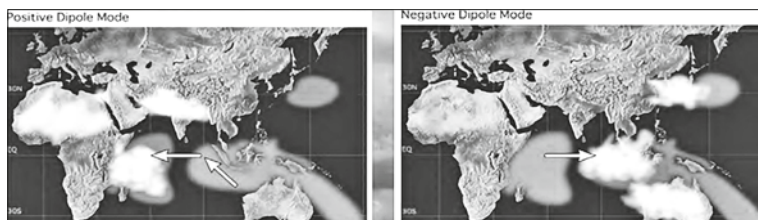
Топло ваздух се издиже изнад Перуа и засићен влагом доноси кишу у северном делу Перуа. На крају, топла вода почиње да се шири од западног Пацифика и Индијског океана ка Источном Пацифику.



Карта 2. Аномалије Ла Ниње у периоду 1960–1995.
Извор: Schwing et al., 2002.

ЕЛ НИЊО У ИНДИЈСКОМ ОКЕАНУ

Најзначајнија одлика климатских карактеристика у Индијском океану су два правца монсуна (североисточни и северозападни) који се крећу са морске површине на копно Индије и Индокине. Ова два монсуна формирају се око 105 оИГД. Током Ел Ниња долази до разлика у падавинама у Индији, Шри Ланци, Африци (Supriah, 1996, Kripalani, Kulkarni, 1997, Reason, Lutjeharms, 1998).



Карта 3. Аномалије Ел Ниња у Индијском океану

Извор: Т. Izumo, М. Lengaigne, Ј. Vialard, 2011.

Као што се може уочити на карти 3, у Индијском океану постоје два вида феномена Ел Ниња (позитивни и негативни). Позитивни се јавља за време Ел Нињо епизоде или стања у источном Пацифику када је епизода или стање Ла Ниње изнад вода Индонезије. Тада је виши ваздушни притисак над Југоисточном Азијом па се топлије воде крећу преко Индијског океана у правцу запада према Афричкој обали проузрокујући јаче монсуне и падавине на Шри Ланци и у Индији. Са друге стране, поремећени су услови за стварање северозападног монсуна који се креће према Индокини па може да дође до његовог закашњења.

Негативни вид Ел Ниња се јавља када је нормално стање у Пацифику, топлије су воде у Југоисточној Азији, а антициклон се налази изнад источних обала Африке где су хладније воде. У овом случају поремећени су услови за стварање северозападног монсуна који доноси падавине Шри Ланци и Индији, а на обалама Африке падне мање падавина стварајући услове за образовање пустињских приобалних делова Сомалије (пустиња Данакил). Суша у Источној Африци се највише манифестује у периоду децембар–фебруар када се суша проширује и на територије Замбије, Зимбабвеа, Мозамбика и Боцване.

НЕКИ АСПЕКТИ УТИЦАЈА ЕЛ НИЊА

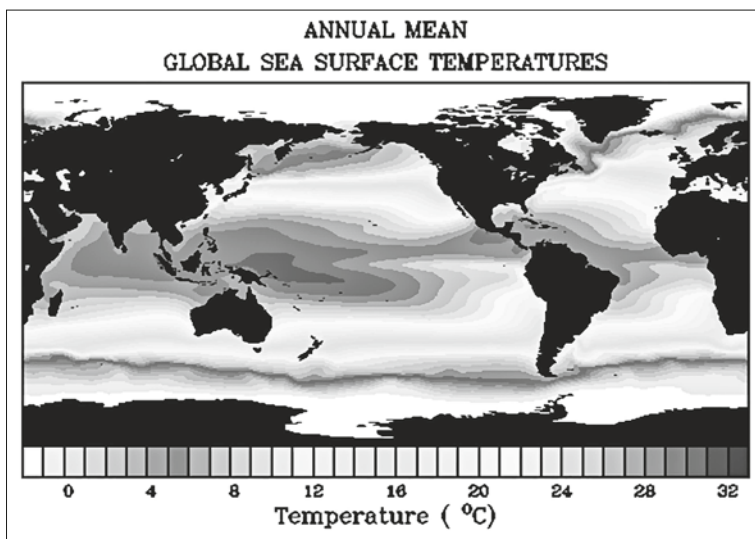
Утицај Ел Ниња на климатске карактеристике у Аустралији

Утицај Ел Ниња на климатске карактеристике Аустралије огледа се у погледу варијација количине падавина у односу на просечне у појединим регионима Аустралије. У највећој мери се то огледа у мањој количини падавина од просека у источним и северним деловима Аустралије (карта 4).



Карта 4. Области највише погођене сушом у Аустралији
Извор: Australian Bureau of Meteorology

Недостатак падавина се највише јавља у зимском делу године, у северним деловима континента, током деловања аустралијског монсуна, док се током Ла Ниња фазе излучи рекордна количина падавина у пределима Западне Аустралије (Nicholls et al., 1996). Језеро Ејр у североисточним деловима Јужне Аустралије има биолошки минимум воде тек за време Ла Ниња фазе када се овде излучи велика количина падавина (Kotwicki, Allan, 1999).



Карта 5. Температуре мора у нормалним условима изнад Пацифика
Извор: http://www.abc.net.au/science/slab/el_nino/story.htm

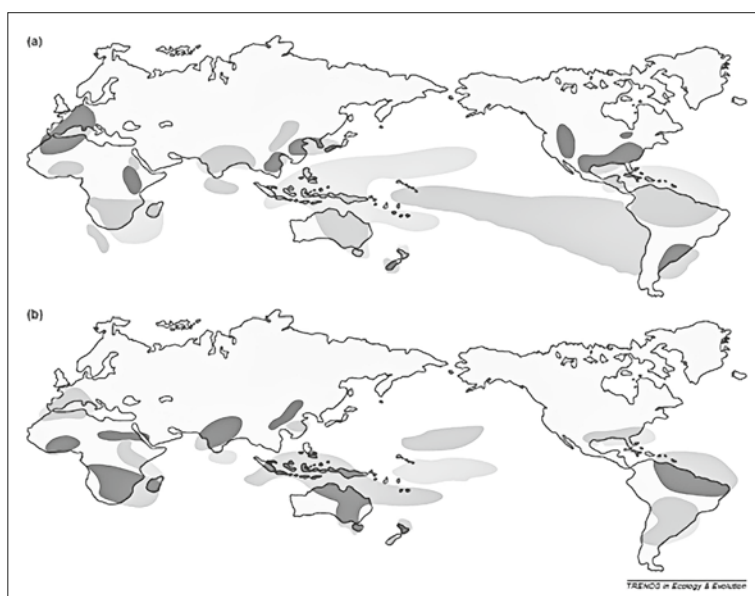
Утицај Ел Ниња на копнене екосистеме

Количине падавина које узрокују Ел Нињо и Ла Ниња могу се разликовати и за десет пута (Holmgren et al., 2001). То оставља последице на биодиверзитет многих екосистема. Ово се најбоље огледа у моринским срединама у промени броја јединки организама и колапсу рибарства. Хладнија вода, која се обично налази при обалама Јужне Америке, обилује планктонима који су храна многим рибљим врстама којима су ова мора богата. Када дође до прилива топлије воде у ове крајеве, које имају много мање хранљивих материја, долази до изумирања планктона и јединки многих врста риба што се економски одражава на рибарство као важну привредну грану приобалних андских јужноамеричких држава.

Феномен Ел Ниња може да проузрокује, услед суша, крах пољопривредних усева у Аустралији и Југоисточној Азији, али и процват пољопривреде у полупустињским и пустињским пределима Перуа и северног Чилеа током веће количине падавина.

Још је интересантнија ситуација у водама Калифорнијског залива где вегетација заузима 0-4% површине у нормалним годинама, док за време Ел Ниња вегетација заузима 54-89%, у зависности од количине падавина. На обалама у обично сушнијим пределима северозападног Мексика вишегодишње биљке, жбунови и дрвеће бујају за време веће количине падавина.

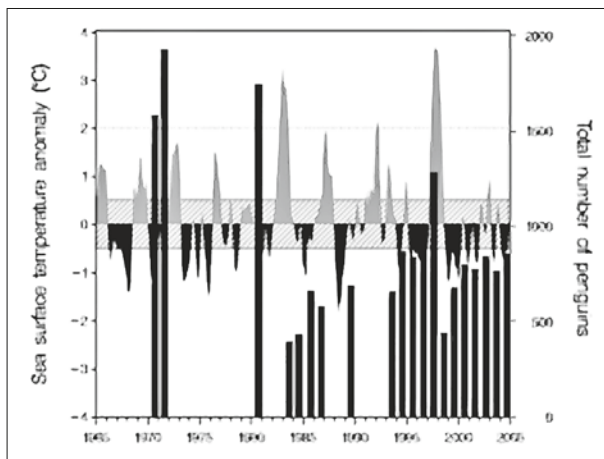
Бујање вегетације у сушнијим пределима узрокује миграције великог броја глодара у те пределе као и њихових предатора, птица и мањих гмизаваца (Gutiérrez, 1997).



Карта 6. Феномени Ел Нињо и Ла Ниња у различитим деловима света
(а) Ел Нињо; (б) Ла Ниња
Извор: Allan, 1996.

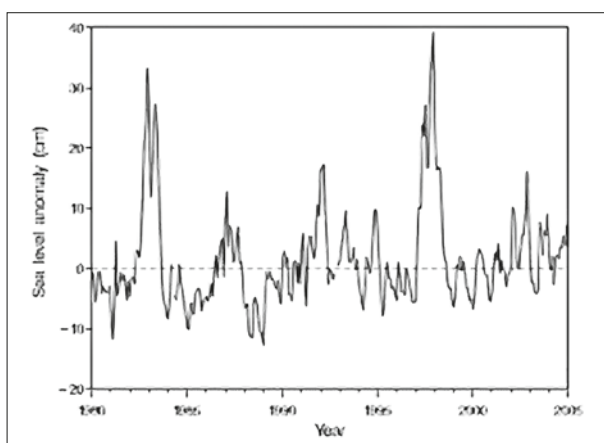
Утицај Ел Ниња на број галапагоских пингвина

Током два Ел Ниња периода, 1982–1983. и 1997–1998, који су трајали 17-18 месеци, уништено је 77% и 65% популације пингвина која није успела да се опорави током кратких фаза Ел Ниња између два велика (Vargas et al., 2006). Ово се огледа пре свега у слабој репродукцији јединки током Ел Ниња. Током бројања 2004. године избројано је 858 јединки што је дупло више од броја који је остао после Ел Ниња 1998. године (444 јединке), али овај број је дупло мањи од броја јединки на острву Галапагос током седамдесетих година прошлог века.



Графикон 3. Промена броја јединки пингвина на острву Галапагос у односу на промену SST-а на истраживачкој станици Чарлс Дарвин, острво Санта Круз, Галапагос, Еквадор

Извор: Vargas et al., 2006.

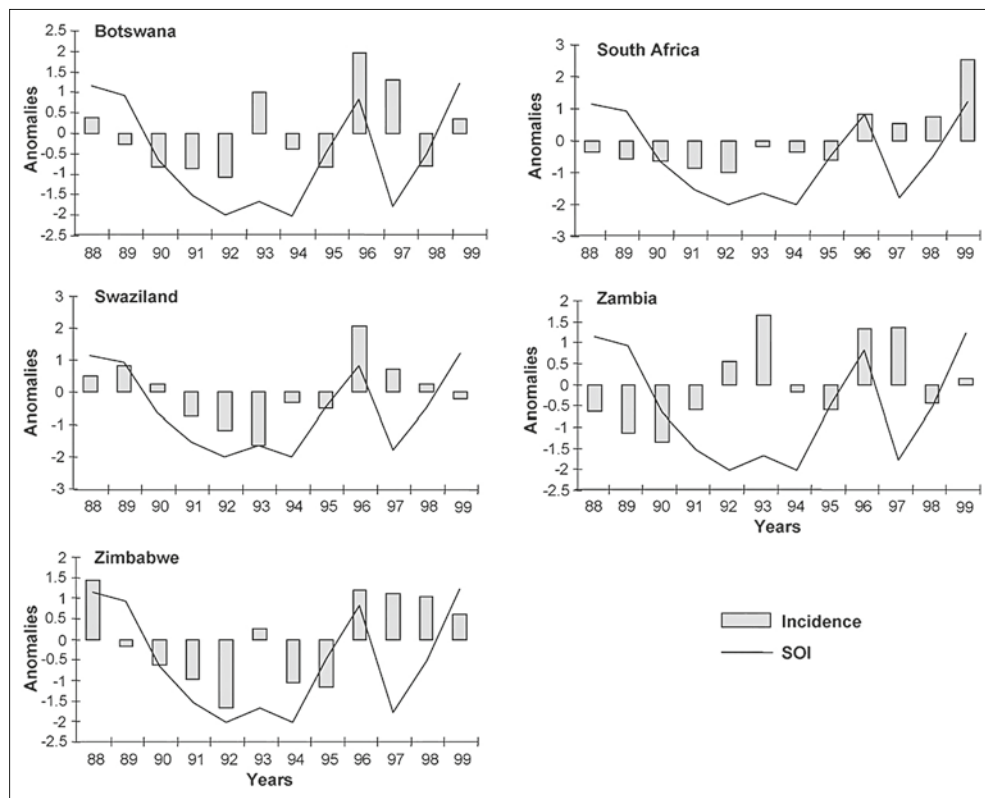


Графикон 4. Промена нивоа мора на истраживачкој станици Чарлс Дарвин, острво Санта Круз, Галапагос, Еквадор у периоду 1980–2005.

Извор: Vargas et al., 2006.

Утицај Ел Ниња на ширење болести – пример маларије у Јужној Африци

Постоје јаки докази да су региони који су под већим утицајем Ел Ниња изложени већој вероватноћи за ширење болести маларије. Посебно угрожене државе у Африци су Уганда, Танзанија и Руанда. У Јужној Африци феномен Ел Ниња је праћен сушом, а Ла Ниње обилним падавинама. Промена количине падавина, поготово за време Ла Ниње утиче на повећање броја јединки комараца који су директни узрочници маларије.

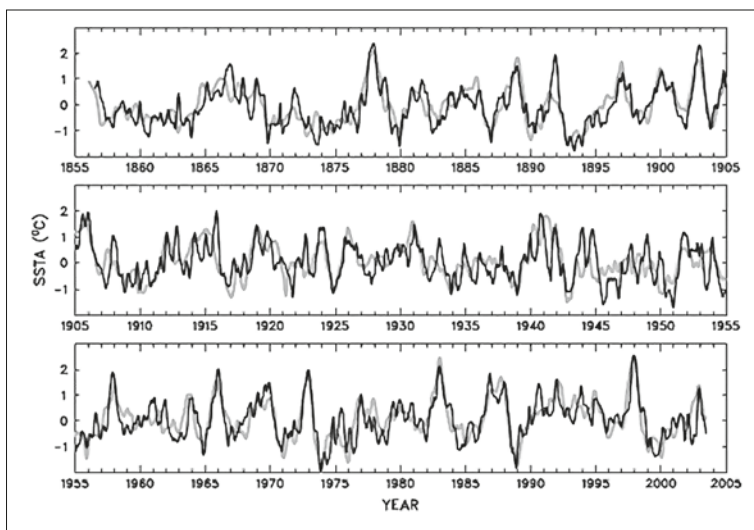


Графикон 5. Утицај промена индекса јужне осцилације (SOI) на стандардну годишњу учесталост маларије у неким земљама Јужне Африке

Извор: Mabaso et al., 2007.

МОГУЋНОСТ ПРЕДВИЂАЊА ЕЛ НИЊА

Прва успешна предвиђања Ел Ниња почела су средином осамдесетих година прошлог века. Научници су успели у потпуности да предвиде епизоду Ел Ниња 1986/87. године. Модели за предвиђање Ел Ниња могу се поделити у три категорије: статистички модели, океан–атмосфера статистички хибридни модели и океан–



Графикон 6. Аномалије температуре површинске воде (SSTA) и њено предвиђање у °C у NINO3.4 региону (5° СГШ – 5°ЈГШ и 120° – 170° ЗГД) у периоду 1855–2005. Сива линија – месечне анализе SSTA-а; Црна линија – шестомесечно предвиђање SSTA-а
Извор: Chen, Cane, 2008.

атмосфера спојени модели (Chen, Cane, 2008). Већина статистичких приступа су линеарно-регресиони модели базирани на операцијама на матрици података које повећавају корелацију или варијансе одабраних индикатора и предвиђених поља помоћу нелинеарних модела користећи неуронске мреже. Када се убаце у матрицу сви климатски параметри, ови модели су у стању да предвиде топле и хладне фазе шест месеци пре њиховог догађања. Модели су се најбоље показали за предвиђање великих епизода Ел Ниња и Ла Ниње, док су имали проблема са предвиђањем мањих топлих и хладних стања.

ЗАКЉУЧАК

Феномен Ел Ниња почео је да се истражује у свету средином седамдесетих година прошлог века. Постао је толико популаран да су се многе негативне климатске промене описивале његовим деловањем, било то истина или не. Једно је сигурно, анализирајући све параметре који изазивају ову појаву и како она делује, свакако да многобројне климатске аномалије прозрокује Ел Нињо јужна осцилација. Такве аномалије су суше у северној и кише у западној Аустралији, суше у источној и јужној Африци, обилне падавине у јужној Азији, Калифорнији и северозападном Мексику, Перуу, Еквадору и Чилеу, као и суше у Новој Гвинеји и Индонезији.

Статистички и математички модели показују да се ова појава може предвидети, али се не може спречити. Она је најинтензивнија у Пацифику и дуж обала континента који га окружују и њено штетно деловање се директно одражава на привреду држава у развоју.

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

- Tudhope, A.W., Cilcott, C.P., McCulloch, M.T., Cook, E.R., Chappell, J., Ellam, R.M., Lea, D.W., Lough, J.M., Shimmield, G.B. (2001): Variability in the El Niño–Southern Oscillation through a glacial–interglacial cycle. *Science*, 291, pp. 1511-1517.
- Hughen, K.A., Schrag, D.P., Jacobsen, S.B., Hantoro, W. (1999): El Niño during the last interglacial period recorded by a fossil coral from Indonesia. *Geophys. Res. Lett.*, 26, pp. 3129-3132.
- Federov, A.V., Philander, S.G. (2000): Is El Niño changing? *Science*, 288, pp. 1997-2002.
- Rodbell, D., Seltzer, G., Anderson, D., Abbott, M., Enfield, D., Newman, J. (1999): An 15,000 year record of El Niño-driven alluviation in southwestern Ecuador. *Science*, 283, pp. 516-520.
- Sandweiss, D., Richardson, J., Reitz, E., Rollins, H. (1996): Geoarchaeological evidence from Peru for a 5000 year B.P. onset of El Niño. *Science*, 273, pp. 1531-1533.
- Zebiak, S.E., Cane, M.A. (1987): A model El Niño/Southern Oscillation, *Mon. Weather. Rev.*, 115, pp. 2262-2278.
- Mann, M.E., Cane, M.A., Zebiak, S.E., Clement, A.C. (2004): *Volcanic and solar forcing of El Niño over the past 1000 years*. J. Climate
- Grove, R. H. (1998): Global Impact of the 1789-93 El Niño. *Nature*, 393 (6683), pp. 318-319.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (1994): *Dimensions of need – People and populations at risk*.
- Hoegh-Guldberg, O., Phinney, J.T., Skirving, W., Kleypas, J. (2006): *Coral Reefs and Climate Change: Science and Management*. American Geophysical Union. [Washington], pp. 1-18.
- Cane, M.A. (2005): The evolution of El Niño, past and future. *Earth and Planetary Science Letters*, 230, pp. 227-240.
- Schwing, F.B., Murphree, T., deWitt, L., Green, P.M. (2002): The evolution of oceanic and atmospheric anomalies in the northeast Pacific during the El Niño and La Niña events of 1995–2001. *Progress in Oceanography*, 54, pp. 459-491
- Suppiah, R. (1996): Spatial and temporal variations in the relationships between the Southern Oscillation phenomenon and rainfall of Sri Lanka. *International Journal of Climatology*, 16, pp. 1391-1408.
- Kripalani, R.H., Kulkarni, A. (1997): Rainfall variability over southeast Asia – connections with Indian monsoon and ENSO extremes: new perspectives. *International Journal of Climatology*, 17, pp. 1155-1168.
- Reason, C.J.C. (1998): Warm and cold events in southeast Atlantic: southwest Indian Ocean region and potential impacts on circulation and rainfall over southern Africa. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 69, pp. 49-65.
- Izumo, T., Lengaigne, M., Vialard, J. (2011): Influence of the Indian Ocean Dipole on the following El Niño: mechanisms and interdecadal fluctuations, Greenhouse. Australian Bureau of Meteorology, Data 1998.

- Nicholls, N., Lavery, B., Friedericksen, C., Drodowsky, W., Torok, S. (1996): Recent apparent changes in relationships between the ENSO and Australian rainfall and temperature. *Geophys. Res. Letters*, 23, pp. 3357-3360.
- Kotwicki, V., Allan, R. (1999): La Nina de Australia - contemporary and paleohydrology of Lake Eyre. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 144, pp. 265-280.
- Holmgren, M., Scheffer, M., Ezcurra, E., Gutiérrez, J.R., Mohren, G.M.J. (2001): El Niño effects on the dynamics of terrestrial ecosystems. *TRENDS in Ecology & Evolution*, Vol. 16, No. 2.
- Gutiérrez, J.R. (1997): Effects of small mammals and vertebrate predators on vegetation in the Chilean semiarid zone. *Oecologia*, 109, 398-406.
- Allan, R. (1996): *El Niño Southern Oscillation and Climatic Variability*. CSIRO.
- Vargas, F.H., Harrisona, S., Reab, S., Macdonald, D.W. (2006): Biological effects of El Niño on the Galápagos penguin. *Biological Conservation*, 127, pp. 107-114.
- Mabaso, M.L.H., Kleinschmidta, I., Sharpa, B., Smithb, T. (2007): El Niño Southern Oscillation (ENSO) and annual malaria incidence in Southern Africa. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 101, pp. 326-330.
- Chen, D., Cane, M. (2008): El Niño prediction and predictability. *Journal of Computational Physics*, 227, pp. 3625-3640



<http://www.abc.net.au/science/slab/elniño/story.htm>