

Јелена Луковић<sup>1</sup>

## КЛИМА И НЕСТАНАК ЦИВИЛИЗАЦИЈЕ МАЈА

### Увод

Цивилизација Маја насељавала је низије полуострва Јукатан, на којем се данас налазе територије јужног Мексика, Гватемале и Белиза. Својим знањем астрономије, математике и архитектуре, Маје су биле једна од највећих цивилизација старог света. Са својих опсерваторија посматрале су кретање Венере и установиле календар базиран на соларној години од 365 дана. Такође су развиле свој математички систем као и хијероглифско писмо. Оне су одликовале и градитељским вештинама. О томе нам данас сведоче масивне пирамиде, храмови и споменици од клесаног камена.

Током Класичног периода (250-950 год. нове ере), Маје су достигле свој врхунац. У том периоду, око 750. године, бројале су до 13 милиона становника. Касније, у периоду између 750. и 950. напустиле су своје густо насељене градове, остављајући их зубу времена. Нестанак цивилизације Маја (који археолози често називају Завршни Класични период) остао је до данас једна од великих мистерија.

Изложено је много теорија о могућем узроку нестанка цивилизације Маја. Оне се крећу од ратова, преко куге, до деградације животних услова и климатских промена. Ипак последњих година чињенице указују на то да су се неочекиване промене у атмосферском режиму, односно појаве суше, догодиле истовремено са нестанком цивилизације Маја. То је још једном обновило питање могућег утицаја климатских промена на пропадање ове цивилизације.

Одговарајућом комбинацијом геолошких података са археолошким и историјским подацима обезбеђује се основа за истраживање друштвених одговора на климатске промене у прошлости. Последњих година, узорци слојева леда, година дрвећа, корала, морских и језерских седимената обезбеђују податке о климатским променама у последњих неколико миленијума.

### Полуострво Јукатан-карактеристике климе

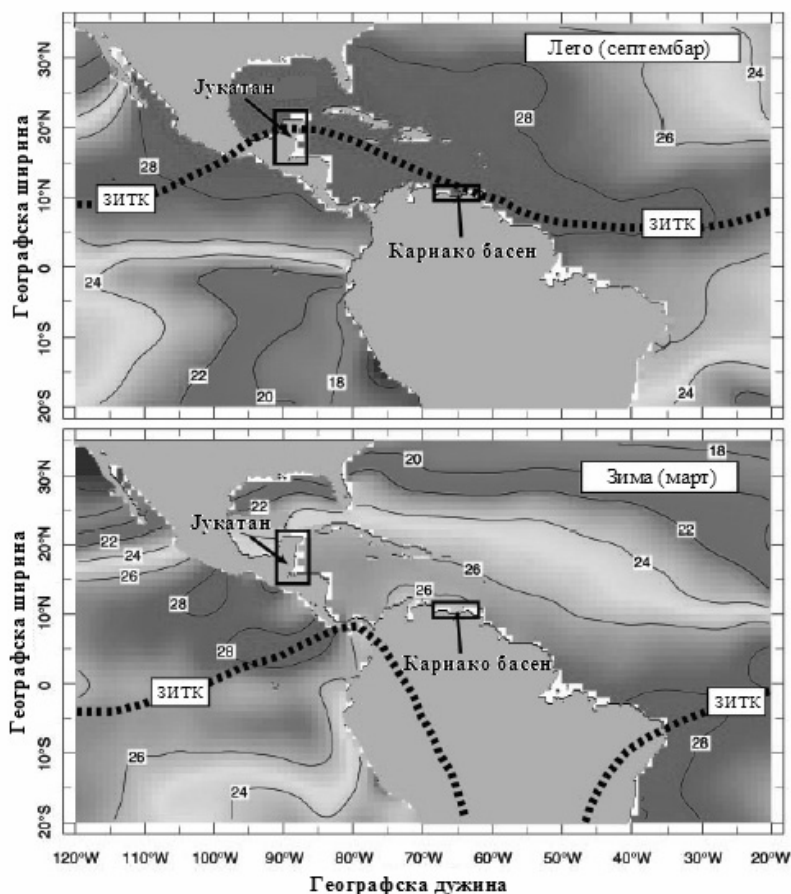
Полуострво Јукатан представља савану. Годишња количина падавина креће се од 500 mm на северној обали до 4000 mm према југу полуо-

---

<sup>1</sup> Јелена Луковић, дипл. географ, Географски факултет, Београд.

стрва. Од тога 90% влаге, у току године, излучи се између јуна и септембра, док су зимски месеци готово суви.

Ова климатска карактеристика резултат је опште циркулације атмосфере у овом делу планете, односно померања зоне интертропске конвергенције у току године (сл. 1). Током лета северне хемисфере зона интертропске конвергенције премешта се за 10-20° северно од земљиног полутара и у овим областима налази се изнад полуострва Јукатан, односно северних обала Јужне Америке. Пасати се крећу према овој зони носећи влажне ваздушне масе и излучују падавине, те се тиме објашњава велика количина падавина лети. У зимским месецима зона интертропске конвергенције се поклапа са земљиним полутаром те на полуострву Јукатан и северним обалама Јужне Америке преовлађује сува клима.



Слика 1. – Сезонске промене зоне интертропске конвергенције (ЗИТК) изнад средње и северних делова Јужне Америке

Недостатак воде у току године за Маје је био веома озбиљан проблем и због тога што је полуострво Јукатан изграђено од кречњака, те је површинска вода понирала формирајући подземне токове и подземне крашке облике. Због тога Маје нису могле да лоцирају своја главна насеља поред великих речних токова. Чак и значајни регионални центри као што су Тикал, Каракол и Калакмул развили су се на местима без сталних речних токова и језера. Недостатак површинске воде током зимске половине године подстакао је изградњу великих колектора за воду.

Многи градови су планирани тако да могу да прихвате падавине и каналишу их у различита природна удубљења која су била намењена за чување воде. Тикал је, на пример, имао велики број резервоара, који су скупа могли да чувају довољно воде да задовоље пијаће потребе 10.000 људи за 18 месеци. Маје су градиле резервоаре и на узвишењима како би могле користећи гравитацију да каналима дистрибуирају воду системима за наводњавање. Упркос познавању елемената хидро-инжењерства Маје су ипак зависиле од сезонских падавина, које су обезбеђивале резерве воде. Подземне воде у већем делу територије биле су недоступне.

Археолог Ричардсон Гил у својој књизи "The Great Maya Droughts" убедљиво тврди да је недостатак воде био главни фактор нестанка Маја. Гил наводи податке о сушама и несташицама у прошлости, као и доказе из археолошких и геолошких студија о клими у прошлости. Овај аутор да би показао значај порозних кречњачких стена цитира Дијега де Ланду, свештеника на Јукатану, који је 1566 написао: "Природа је у овој земљи другачија када су у питању реке и извори, који су у целом свету на површини земље, а овде тајним пролазима под земљом" (Gill, 2000).

### **Венецуеланска конекција**

У близини северне обале Венецуеле налази се депресија у континенталном шелфу позната као Кариако басен. Ова депресија оивичена плитким гребеном и насипом дубока је око 1km и представља природну замку за седименте. Штавише плитка ивица басена спречава мешање дубљих слојева воде басена са океанском водом. Као резултат тога дубљи слојеви воде Кариако басена остају лишени раствореног кисеоника (још од краја последњег глацијалног периода, од пре 14500 година). Недостатак кисеоника чини дно морског басена непогодним за становање морских организама, који иначе ремете седименте у својој потрази за храном. У овом случају, недостатак дубоко-морске фауне чува интегритет седимената, које овде чине парови светлих и тамних слојева, дебљине мање од 1 mm.

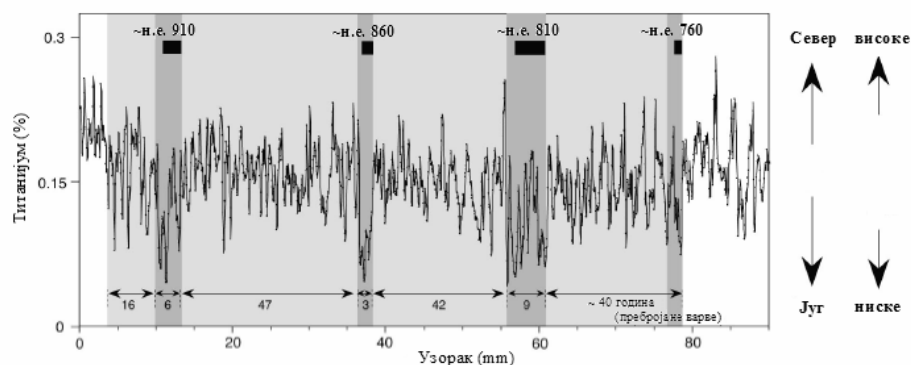
Порекло ових слојева такође се објашњава тиме да током зиме и пролећа северне хемисфере долази до померања зоне интертропске конвергенције према југу и поклапања са земљиним полутаром, што утиче на смањење падавина изнад Кариако басена. У овом периоду снажни пасати дувају дуж северне обале Венецуеле и узрокују надолажење хладне, хранљивим материјама богате, воде које су погодне за појаву и размножавање планктона на површини. Након умирања ових организама њихове љуске таложе се на морском дну формирајући светле слојеве седимената. Током лета, као што смо већ навели, зона интертропске конвергенције се помера према северу и заузима позицију близу северних обала Јужне Америке. Снага пасата се смањује и почиње сезона падавина, што утиче на повећање водности (протицаја) локалних река које доносе морима значајан товар суспендованог наноса. Овај таман слој наноса који садржи минералне материје таложи се на морском дну преко претходно наталожених светлих слојева. Куплети тамних и светлих слојеви седимената услед недостатка кисеоника, а тиме и организама који живе на морском дну остају непоремећени, што омогућава геолозима да са годишњом резолуцијом одреде време таложења. Како области северне Венецуеле и полуострва Јукатан имају исти падавински режим то подаци Карако басена пружају значајне информације о променама климе које су могле утицати на цивилизацију Маја.

У оквиру међународних океанских истраживања (Ocean Drilling Program) 1996. године, извршена су бушења у Кариако басену, која су обезбедила седиментни слој дебљине 170 m, искључиво намењен за испитивање промена тропске климе. Један од метода истраживања био је и мерење концентрације титанијума (титана) и гвожђа, елемената који су заступљени у копненим стенама као и остацима љуштура морских организама. Висока концентрација титанијума и гвожђа показатељ је велике количине силта и глине спираних са копна и уношених у море. То указује на велику количину падавина у областима полуострва Јукатан, за време таложења ових седимената. Ниске концентрације поменутих елемената, насупротив, указују на мале количине падавина (Haug et al., 2003).

Одређивањем концентрације титанијума и гвожђа у слојевима од 2 mm, уочена је ниска концентрација за период од 200-500 година уназад, који климатолози називају Малим леденим добом. Ови резултати вероватно одражавају услове суве климе и указују да се зона интертропске конвергенције није премештала према северу као у XX веку. Пронађено је неколико интервала са ниским концентрацијама титанијума, укључујући и онај између 800 и 1000. године нове ере, који одговара периоду јаких суша о којима говори Ходел на основу језерских седимената на полуострву Јукатан.

Коришћењем инструмената са резолуцијом од 50  $\mu$ m омогућене су детаљније анализе од претходних и оне су показале четири фазе ниских

концентрација титанијума између 200. и 1000. године. Ове фазе указују на вишегодишње суше које су се јавиле у условима сувље климе него обично. На основу бројања куплета седимената установљено је да су се ове четири појаве јаким суша догодиле у размаку од по 40-50 године између сваке, као и да су трајале од 3-9 година. На основу ових података претпоставља се да су се ове четири суше јавиле око 760, 810, 860 и 910. године нове ере. Прецизно датирање ових појава још увек недостаје, па су ове вредности дате са грешком од  $\pm 30$  година (слика 2).



Графикон 1. Промене концентрације титанијума у узорку седимената

### Узроци нестанка цивилизације Маја

Научници се генерално слажу да се нестанак цивилизације Маја најпре догодио у јужним и централним низијама полуострва Јукатан, док су северне области претрпеле пад читав век касније. Овај образац напуштања својих станишта је супротан од онога који би се могао очекивати на основу режима падавина, по којем се идући од југа према северу количина падавина смањује. То је био главни аргумент научницима који су се противили могућем утицају климатских промена на нестанак цивилизације Маја. Ипак, потребно је размотрити и приступ природним изворима воде који су могли одржати популацију Маја током сушних периода (Peterson, 2005).

Током врхунца цивилизације Маја, као и данас, важан извор свеже воде биле су подземне воде, које су генерално више доступне у северним деловим Јукатана, него у јужним. Наиме са порастом надморске висине од севера према југу смањује се ниво подземне воде па је у јужним деловима полуострва она била готово недоступна Мајама на њиховом ступњу технолошког развоја. Тиме је становништво ових области потпуно зависило од падавина којима је попуњавало своје резервоаре, а било је и рањивије то-

ком дугих периода суша у односу на становнике у областима са директни приступом подземним водама. Ове разлике у нивоу и доступности подземним водама нам помажу да објаснимо зашто су суше изазвале више проблема на југу него на северу полуострва Јукатан.

Археолог Ричардсон Гил предложио је троструки образац напуштања великих популационих центара најпре на југу, а потом према северу. Наиме, он се базира на анализи последњих забележених датума уклесаних у камене споменике Маја у њиховим главним градовима (Gill, 2000). Гил наводи, да су се у ствари, догодиле три фазе сушом изазваних колапса, између 760. и 910. године, са различитом регионалном прогресијом.

Прва фаза, према Гилу, јавила се између 760. и 810. године. Друга фаза била је током 860, док се трећа, финална догодила 910. године. Истраживања су показала да ове три фазе колапса Маја повезане са појавама ниских температура у Европи (на основу дендрохронолошких података у Шведској). На основу тога, Гил је претпоставио да су Маје напуштале своја насеља нагло на крају сваке од наведених фаза као и да су основни узрок биле суше које су се подударале са периодима хладне климе у вишим ширинама.

Почетак прве фазе напуштања, по Гилу, 760. године означен је и на основу података из Кариако басена, наглим смањењем количине падавина. Наредних 40 година бележи се лагани дугорочан тренд сушности који је кулминирао у виду јаких суша у трајању од 10 и више година, а који се подудара са завршетком Гилове прве фазе. Друштвени колпс у овом периоду био је ограничен на западне делове полуострва у којима су подземне воде готово недоступне па становништво највише зависи од падавина.

Крај Гилове друге фазе колапса Маја такође је забележен у слојевима седимената Кариако басена ниским концентрацијама титанијума, које указују на неувобичајено јаке суше које су трајале од 3-4 године. Напуштање насеља у овој фази било је ограничено на југоисточне низије Јукатана.

Трећа и финална фаза колапса јавила се око 910. године, погађајући становнике централних и северних низија. И у овој фази ниске концентрације титанијума Кариако седимената указују на још један период суша, у трајању од 5-6 година.

Постоје и истраживачи који појаву суша и колапс Маја објашњавају променама сунчеве активности. Дејвид Ходел наводи да је нестанак Маја могуће условљен појавама јаких суша (Hodell, 1995). Своје ставове базира на анализама узорака седимената језера Чичанчанаб које се налази у северном делу полуострва Јукатан. Он је у серијама слојева седимената открио слојеве калцијум сулфата или гипса концентрисане на одређеном нивоу узорка. Вода овог језера као да је била засићена гипсом. Током сушних периода језерска вода је испаравала и гипс се таложио на

дну језера те тако ови слојеви гипса указују на сушне епизоде. Даљом анализом геолози су утврдили цикличност у фазама наноса са периодом од 208 година и разликама у интензитету. Цикличност од 208 година идентична је цикличности интензитета сунчеве активности од 206 година. Ходел закључује да су се сушне епизоде јавиле у периодима највећег интензитета сунчеве активности.

Иако постоје подударња Гиловог модела и резултата истраживања седимената треба навести и друге могуће узроке пропасти цивилизације Маја. Наиме, Jared Diamond, у својој књизи *"Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed"*, наводи више узрока нестанка Маја почев од пораста популације, преко деградације природе у смислу крчења шума и појаве јаке ерозије, до унутрашњих социјалних проблема. Овај аутор наводи да су у том смислу суше могле само допринети коначној пропасти ове цивилизације (Diamond, 2005).

Поједини археолози претпостављају и да је контрола резерви воде омогућавала централизацију политичког ауторитета владајуће елите. Периоди суша могли су да уздрмају институцију владара који са постојећом технологијом и извођеним ритуалима није могао да обезбеди довољно воде. Густо насељени градови, који су зависили од ове врсте контроле, бивали су напуштени. Становништво се селило према истоку и северу како би обезбедило стабилне изворе воде. Имајући у виду бројност популације ни резерве воде у влажним периодима нису могле да опслуже становништво, па се коначан нестанак Маја приближио.

### Закључак

Истовременост суше и нестанка цивилизације Маја је само један пример од многих. На југозападу САД подаци година дрвећа указују на услове суве климе у периоду од 1275 до 1300, који су били довољни да одиграју улогу у нестајању Анасази народа. Такође постоје индикације да су сличне промене климе могле да буду одговорне и за друга велика збивања у историји друштва. Нестанак империје Акада у Месопотамији пре 4200 године, нестанак културе Мохица на обалама Перуа пре 1500 година као и крај културе Тиуанако на Боливијско-перуанском алтиплану пре 1000 година, данас се повезују са дуготрајним сушама у овим областима. Пре него су геолошки докази о сушама у прошлости постали доступни сваки од ових цивилизацијских нестанака као и нестанак Маја, објашњаван је људским факторима-ратовима и порастом становништва.

Успон и пад цивилизације Маја својеврстан је пример друштвене еволуције. У том смислу је значајан у откривању повезаности историје

Маја и природних услова. Ако је цивилизација Маја могла да нестане под утицајем природних фактора, онда је веома значајно питање на који начин модерно друштво може да буде суочено са непредвидивим условима климе. Разумевање начина на који су старе цивилизације одговориле на промене климе у прошлости може нам обезбедити важне лекције за човечанство у будућности.

### Литература

- Diamond, J. (2005). *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking.
- Gill, R. B. (2000). *The Great Maya Droughts: Water, Life, and Death*. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- Haug, G. H., Günther D., Peterson L. C., Sigman D. M., Hughen K. A. and Aeschlimann B. (2003). Climate and the collapse of Maya civilization. *Science*, 299.
- Hodell, D. A., J. H. Curtis and M. Brenner (1995). Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature*, 375.
- Peterson L.C., Haug G.H. (2005). Climate and the Collapse of Maya Civilization. *American Scientist*, 93 (4).
- <http://www.abc.net.au/science/news/stories/s301057.htm>
- [http://www.unige.ch/forel/PapersQG06/Haug\\_et\\_al\\_2003.pdf](http://www.unige.ch/forel/PapersQG06/Haug_et_al_2003.pdf)